

# Der Leib zwischen Philosophie und Technik

Eine Untersuchung der Schnittstelle  
zwischen Phänomenologie und Robotik

vorgelegt von

Benjamin Voermann

aus

Weener

Betreuer:

Gottfried Vosgerau

Susanne Hahn

Thomas Schmaus

Düsseldorf 05/2025

D61



## Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	4
1.1 Klärungen zum Begriff des Modells .....	6
1.2 Warum werden die interoperative Robotik und künstliche neuronale Netze genutzt?... 13	
1.3 Begriffliche Ähnlichkeiten zwischen der Phänomenologie des Leibes und der interoperativen Robotik.....	18
2. Die visuelle Wahrnehmung .....	23
2.1 Die Seelenblindheit .....	24
2.1.1 Seelenblindheit und interoperative Robotik.....	27
2.2 SMC, TVSS und das Beispiel des Gehstocks.....	39
3. Die Motorik.....	48
3.1 Der Begriff der Perspektive .....	49
3.2 Körpereigenes Wissen .....	57
3.3 Phantomglieder .....	67
3.4 Gewohnheit und situative Systeme .....	72
3.5 Die Phänomenologie des Leibes zwischen Repräsentationalismus und Enaktivismus.....	81
4. Die Beziehung zwischen Leib und Bewusstsein .....	101
4.1 Das Stufenmodell der Wahrnehmung.....	104
4.2 Wie wird die Umwelt verstanden? - Bewusstsein und Konnektionismus.....	112
4.3 Zweideutigkeiten in der Wahrnehmung und das Subjekt als Prinzip der Welt.....	129
4.4 Das Verhältnis zwischen Wahrnehmung und Veränderung.....	138
4.5 Leibbegriff der Phänomenologie des Leibes in der interoperationalen Robotik.....	147
5. Fazit .....	162
Literaturverzeichnis.....	169

## 1 Einleitung

Diese Dissertation wird sich im Kern mit der Theorie der Phänomenologie des Leibes von Maurice Merleau-Ponty beschäftigen. Mit Hilfe der Phänomenologie sowie durch einen Modellierungsgedanken bezüglich der Robotik und der künstlichen Intelligenz soll die Beziehung zwischen Körper und Geist untersucht werden. Im Kern besitzt die Arbeit zwei Ziele, die sich, manchmal stark, manchmal schwach, in den Kapiteln wiederfinden lassen.

1. Die Phänomenologie des Leibes soll mit Hilfe einer modernen Robotiktheorie überprüft werden. Hierzu stellt sich die Frage: Welche Begriffe und Konzepte der Phänomenologie des Leibes finden sich entweder bereits in der modernen Robotik wieder oder, wenn dies nicht der Fall ist, ließen sich trotzdem durch sie realisieren?
2. Die moderne Robotik kann, so die These, für bestimmte Fragen der Phänomenologie des Leibes Überprüfungen anbieten, um sie zu beleuchten und im besten Fall zu erklären. Wie sähen diese Überprüfungen aus? Die Phänomenologie des Leibes soll mit Hilfe von Robotersystemen plausibel gemacht werden.

Hierbei handelt es sich jedoch nicht um vollständige Modelle des Menschen oder auch nur Teile des Menschen. Eine holistische Modellierung von Körper und Geist kann im Laufe dieser Arbeit nicht geleistet werden. Eine Teil-Modellierung soll lediglich stichprobenartig erfolgen, um Thesen der Phänomenologie des Leibes zu untersuchen.

Um dies zu bewerkstelligen, werden zwei bestimmte Theorien in den Feldern der Robotik und der künstlichen Intelligenz benutzt. Im Fall der Robotik wird die interoperative Robotik verwendet, die Matthias Haun in seinem Buch *Handbuch Robotik – Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter* beschreibt. Diese spezifische Theorie wurde primär gewählt, da die interoperative Robotik ihren Fokus auf die Interaktion zwischen (Roboter-)System und Umwelt setzt und ein solcher Fokus auch bei Merleau-Pontys Theorie erkennbar ist. Weitere Gründe werden im Laufe der Arbeit erläutert.

Im Fall der künstlichen Intelligenz werden die künstlichen neuronalen Netze (im Weiteren mit KNN abgekürzt) die spezifische Theorie sein, mit der die Überlegungen zur Phänomenologie des Leibes untersucht werden. Hierfür gibt es zwei Gründe. Zum einen haben die KNN seit Beginn dieses Jahrhunderts die Aufmerksamkeit der Forschung auf sich gezogen und dadurch gibt es eine große Auswahl an Literatur zu diesem Thema. Zum anderen wird auch bei der, eben genannten, interoperativen Robotik die KNN als mögliche Form der künstlichen Intelligenz diskutiert und verwendet.

In dieser Arbeit werden Quellen verwendet, die vor der Rechtschreibreform von 1996 geschrieben wurden. Aufgrund dessen wird besonders der Buchstabe *ß* häufig dort geschrieben, wo aus heutiger Sicht ein *ss* stehen müsste. Fehler dieser Art werden zum besseren Lesefluss nicht mit [sic] oder [!] gekennzeichnet. In allen Quellen vor 1996 werden demnach Wörter wie *Bewusstsein* in der alten Rechtschreibung (*Bewußtsein*) nicht als Fehler gekennzeichnet.

Des Weiteren ist jede Abweichung vom standardisierten Stil des Dokuments in direkten Zitaten so zu verstehen, dass diese Abweichungen im Originaltext vorhanden waren. Das heißt, solange es nicht explizit angegeben ist, sind jedwede Veränderungen (kursiv, unterstrichen, etc.) in direkten Zitaten so aus den Texten entnommen und nicht im Nachhinein eingefügt.

## 1.1 Klärungen zum Begriff des Modells

Zunächst einmal sollte der Begriff des Modells klar definiert sein, um die späteren Teil-Modellierungsversuche korrekt beschreiben zu können. „Um Begriffsverwirrungen zu vermeiden, ist es daher notwendig, den Zusammenhang zwischen Realität, Modell und Simulation herzustellen“ (Haun, 2013, S. 91). Die Realität muss beobachtet werden, bevor das Modell erstellt wird. Im Anschluss wird die Simulation initiiert und aufgrund der Ergebnisse dieser Simulation kann das Modell bei Bedarf überarbeitet werden (s. Haun, 2013, S. 92).

Das Modell soll ein *funktionales* Abbild des Realitätsausschnitts sein, der modelliert wird. Ein ähnlicher Modellaufbau kann ein Indiz für ähnliche Funktionalität sein, erzwingt diese aber nicht, da jede Abänderung eine Funktionsabweichung bedeuten kann. „Unter einem *Modell* wird in diesem Buch im weitesten Sinne ein System verstanden, welches ein anderes System und dessen Zustände abbildet“ (Haun, 2013, S. 85).

Bei der Teil-Modellierung sollte man in der Praxis auch Faktoren berücksichtigen, die nicht primär Faktoren der Funktionalität des Modells sind, wie beispielsweise der Gesamtaufwand der Konstruktion oder logistische sowie wirtschaftliche Überlegungen (s. Haun, 2013, S. 80). Diese Überlegungen sollen in dieser Arbeit zunächst in den Hintergrund rücken, da die Modellierungen nicht in die Praxis umgesetzt werden sollen.

Die Teil-Modellierungen, die in den folgenden Kapiteln erörtert werden, sollen Modelle der Funktionsweisen des menschlichen Körpers und Geistes sein. Logistische oder wirtschaftliche Überlegungen würden die Adäquatheit dieser Modellierungen einschränken.

Da hier von Modellen der Funktionsweisen des menschlichen Körpers und Geistes die Rede ist, soll unmissverständlich klargestellt werden, dass es sich nicht um eine holistische Modellierung handelt. Ein komplettes Modell des menschlichen Körpers oder des menschlichen Geistes zu erarbeiten ist in einer solchen Arbeit nicht möglich. Modelle der Funktionsweisen des menschlichen Körpers und Geistes meint stattdessen, dass zur Überprüfung von philosophischen Theorien eine technische Umsetzung herangezogen wird, die nur modellhaft funktionieren kann, da nur Teilbereiche analysiert und modelliert werden können.

Es soll hier in aller Klarheit gesagt werden, dass diese Arbeit nicht versucht eine Modellierung des Menschen oder von Teilen des Menschen mit Hilfe der interoperativen Robotik vorzunehmen.

Vielmehr geht es darum, den Menschen, der in dieser Arbeit aus der Sicht der Phänomenologie des Leibes gesehen wird, beispielhaft mit Teilen der interoperativen Robotik zu vergleichen, diese beiden Denkansätze gegenüberzustellen und zu sehen ob und wenn ja, wie sie sich gegenseitig befruchten können.

Einige grundlegende Überlegungen müssen axiomatisch angenommen werden, bevor eine Modellierung versucht werden kann:

*Kognitive Modelle* basieren auf dem zentralen Paradigma, dass es sich bei den mentalen Funktionen und Leistungen des Menschen, wie beispielsweise: Wahrnehmung, Wissen, Gedächtnis, Denken, Problemlösen, Lernen, Sprechen, Sprachverstehen, etc. um Vorgänge der Informationsverarbeitung handelt (Haun, 2013, S. 64)

Würde man dies nicht annehmen, wäre es kaum möglich, den Menschen mit Hilfe der künstlichen Intelligenz oder der Robotik zu modellieren, da beide Bereiche auf die Informationsverarbeitung angewiesen sind, um ihre Forschung zu betreiben und künstliche Intelligenz wie auch Roboter zu konstruieren. Deshalb muss für dieses Forschungsvorhaben angenommen werden, dass „Daten-, Informations- sowie Wissensverarbeitung sehr eng mit menschlicher Kognition zusammen[hängen]“ (Haun, 2013, S. 102). Ob Kognition oder die kausalen Zusammenhänge im Körper komputativ darzustellen sind, soll nicht zentrales Thema dieser Arbeit sein.

„Mentale Modelle sind i. d. R. vereinfachte und auf wesentliche Komponenten reduzierte Abbilder der Realität.“ (Haun, 2013, S. 68). Was jedoch die wesentlichen Komponenten sind und wie sehr man das Modell vereinfachen darf, bevor sich Fehler durch übertriebene Simplifizierung einstellen, ist ein schmaler Grat, der kaum im Vorhinein abzuschätzen ist. Es wird stattdessen versucht, die punktuellen Annahmen der Phänomenologie des Leibes zu analysieren und sie mit darauf abgestimmten Modellüberlegungen zu überprüfen.

Neben der Ausgestaltung des Modells stellt sich die Frage, wie die Umgebung eines Robotersystems gestaltet wird. Eine Modellierung sollte einerseits einen möglichst kleinen Weltausschnitt wählen, um den entstehenden Planungsaufwand gering zu halten, der sich nach der Komplexität der Situation ausrichtet, die sich wiederum darüber definiert, wie viele verschiedene Situationen entstehen können, die das System zu bewältigen hat (s. Haun, 2013, S. 129).

Bisherige Ansätze der Robotik müssen die Umgebungskomplexität sehr stark berücksichtigen. Wenn Robotersysteme beispielsweise eine im Vorhinein definierte Bewegungsabfolge ausführen, darf sich die Umgebung nicht so drastisch ändern, dass das Ausführen der Bewegungsabfolge gestört werden könnte.

Es wäre für Robotikansätze die eine (Teil-)Modellierung des menschlichen Körpers anstreben, wünschenswert, wenn einige Restriktionen in Bezug auf die Umgebung aufgegeben werden könnten, da ein Mensch sich im Besonderen dadurch auszeichnet, auf sich-verändernde Situationen mit veränderten Aktionen reagieren zu können. Dies ist einer der Gründe, warum eine Gesamtmodellierung des Menschen mit massivem Aufwand verbunden wäre und mit heutigen Mitteln noch unmöglich scheint.

Es ist wichtig im Rahmen dieser Arbeit klarzustellen, dass es sich bei der Modellierung nicht um die Erforschung des qualitativen Aspekts des phänomenalen Bewusstseins handelt. In einem Modell, das durch Robotersysteme verwirklicht werden soll, nach qualitativen Aspekten zu fahnden, scheint eine fruchtlose Aufgabe zu sein.

Genauso wenig, wie die qualitativen Aspekte eines phänomenalen Bewusstseins bei einem, von mir verschiedenen, Menschen restlos nachzuweisen sind, kann man sie bei Robotersystemen nachweisen. Dies ist die Grundidee des Fremdpsychischen (s. Pauen, 2008).

Wenn ein Phänomen primär subjektiv und die Phänomene des einen - außer durch Sprache und intersubjektive Kommunikation – nicht für einen anderen erkennbar sind, wird ein Modell, das die Phänomene in einem Robotersystem konstruiert und im Nachhinein dieselben Methoden anwenden muss um epistemischen Zugang zu ihnen zu bekommen, notgedrungen scheitern.

Was diese Arbeit jedoch leisten kann, ist, die phänomenalen Inhalte des Bewusstseins zusammen mit ihrer Funktionalität in eine Modellierung zu überführen und aufgrund der Art des Modells können die phänomenalen Inhalte, wie im Folgenden erläutert, mit unterschiedlichen Methoden überprüft werden.

Diese Überprüfung könnte, parallel zu dem Erschließen phänomenaler Inhalte bei anderen Menschen, über das Verhalten geschehen. Man erkennt die Trauer eines Menschen nicht aufgrund der qualitativen Aspekte des phänomenalen Bewusstseins, sondern durch Verhaltensauffälligkeiten, die man mit dem Zustand der Trauer verbindet. Handlungen in der Welt

verlangen nämlich ein und dasselbe Vermögen, in der gegebenen Welt Grenzen zu ziehen, Richtungen festzuhalten, Kraftlinien abzuzeichnen, Perspektiven zu eröffnen, kurz, nach einem Augenblicksprinzip [sic] die Welt zu organisieren, auf die geographische Umgebung ein Milieu des Verhaltens und ein Bedeutungssystem zu gründen, das im Außen die innere Aktivität des Subjekts ausdrückt (Merleau-Ponty, 2010, S. 138).

Und dieses „das im Außen die innere Aktivität des Subjekts ausdrückt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 138) könnte der Zugang zu den phänomenalen Inhalten sein, denn Veränderungen im Bewusstsein, wie beispielsweise eine gefühlte Traurigkeit, kann man kaum ohne interpretativen Akt am Körper feststellen, ohne bio-chemische Aktivitäten des Gehirns mit phänomenalen Inhalten gleichzusetzen, was hier nicht geschehen soll.

Das Verhalten soll im Modell jedoch nicht behavioristisch verstanden und interpretiert werden. Es geht nicht darum, dem Verhalten das Primat der Wahrheit zu überantworten, sondern darum, mit Hilfe des Verhaltens Rückschlüsse auf etwas anderes – nämlich das phänomenale Bewusstsein und phänomenale Inhalte – zu ziehen.

Mit Hilfe des Modells sollte es möglich sein, bestimmte Änderungen im Zusammenwirken von Körper und Bewusstsein herbeizuführen und zu untersuchen, die am Menschen nicht durchführbar sind. Dadurch lassen sich, so die vorzeitige Hypothese, neue Erkenntnisse über den Körper, das Bewusstsein und ihr Zusammenwirken erfahren. Wichtig ist hierfür, die Vorteile der Modellierung gegenüber dem Menschen herauszustellen und sich diese Vorteile zu Nutze zu machen.

Die Theorie der Kognition, die im Hintergrund der interoperativen Robotik steht, versteht sich selbst nicht nur als Theorie einer künstlichen, sondern auch der menschlichen Kognition:

Insgesamt ermöglicht die Theorie, dass eine Implementierung von Kognition in einem künstlichen und damit anorganischen System angestrebt werden kann. Eine solche Theorie der Kognition wird daher am Ende sowohl den Menschen mit seiner Kognition als auch Robotersysteme mit ihrer artifiziellen Kognition erfassen können (Haun, 2013, S. 145).

Konstruiert man ein Robotersystem als Teil-Modell für eine Körperlichkeit des Menschen und eine künstliche Intelligenz als Teil-Modell der Bewusstseinsfunktionen des Menschen, so gibt es einen großen Vorteil gegenüber dem Original. Körper und Bewusstsein können unabhängig voneinander konstruiert und betrachtet werden. Weiterhin können Körper und Bewusstsein bei Bedarf zusammengeführt werden, so dass untersucht werden kann, wie sich Körper und Bewusstsein getrennt voneinander oder vereint verhalten.

### **Vorteil von Simulationen**

Die Gründe für eine Modellierung sind mannigfaltig. Der wichtigste Grund ist der, dass ein distinktes Erforschen des Körpers beziehungsweise des Geistes beim Menschen nicht möglich ist, ohne, dass der eine Teil den anderen, wie auch immer geartet, beeinflusst. Man kann Körper und Geist beim Menschen schlichtweg nicht trennen. Diese Trennung kann mit Hilfe eines Modells, das Körper (Robotik) und Geist (künstliche Intelligenz) trennt versucht werden.

Sobald es gelingt, „ein originalgetreues Modell zu erstellen, kann eine Simulation Vorhersagen über Systeme treffen, die sich durch ihre Komplexität unter Umständen einer direkten Analyse entziehen, oder für die (noch) nicht ausreichende Daten zur Verfügung stehen“ (Haun, 2013, S. 135). Es wird versucht, mit Hilfe der Modellierung qualifizierte Aussagen über die Güte der, von der Phänomenologie des Leibes aufgestellten, Vermutungen anzustellen. Bei einer solchen Modellierung

sollte der Leitsatz eingehalten werden, das Modell „so einfach wie möglich und nur so kompliziert wie unbedingt nötig“ (Haun, 2013, S. 57) zu gestalten.

Eine Modellierung ermöglicht außerdem sowohl dem Modell als auch der Umgebung zugehörige Gegebenheiten zu simulieren, so dass exakt gleiche Umstände wiederholt getestet und verglichen werden könnten. „Simulationen ermöglichen es, alternative Entscheidungen nebeneinander und nicht, wie in der rauen Wirklichkeit, einander ausschließend, zu betrachten und damit in ihren Konsequenzen ohne Schaden zu nehmen, zu verfolgen“ (Haun, 2013, S. 89). So können Ergebnisse der verschiedenen Untersuchungen gegeneinandergestellt und verglichen werden. Zudem könnte man zukünftig weitere philosophische Theorien mit den gleichen Modellen überprüfen und die Vergleichsmöglichkeit somit gewährleisten.

Das Prinzip der Versklavung kann es ermöglichen den Prozess des Modellierens zu vereinfachen. Nach diesem Prinzip gibt es nur wenige Systemvariablen, die das System und damit die anderen, unwichtigeren Variablen bestimmen:

Auch hierzu liefert die Systemtheorie mit dem von Hermann Haken formulierten Prinzip der Versklavung einen wichtigen Beitrag. Diesem Konzept zufolge dominieren wenige Systemvariable die restlichen, so dass es ausreicht, diese wenigen zu kennen, um das Verhalten des Systems zu bestimmen (Haun, 2013, S. 107).

Das Ziel sollte es demnach sein, die dominanten Systemvariablen für die jeweilige Problemstellung ausfindig zu machen und diese Variablen bei der Überprüfung durch das Modell prioritär zu behandeln. Modelle und die darauf aufbauenden Simulationen haben zudem den Vorteil einer Prozessorientierung, das heißt, dass eine Prozessstruktur, die beim Menschen erkannt oder zumindest angenommen wird in das Modell übernommen werden kann (s. Haun, 2013, S. 93).

Dies ähnelt den, bereits angesprochenen, axiomatischen Sätzen, die für eine solche Modellierung angenommen werden müssen wie beispielsweise die komputative Natur des menschlichen Geistes, die besagt, dass der menschliche Geist, um teilweise modelliert werden zu können, komputativer Abbildung bedarf, wie auch immer diese im Endeffekt aussehen mag. Auch die Prozessstruktur, die eine mögliche Beschreibung der Kognition darstellt, kann für den menschlichen Körper und Geist als grundlegend angenommen werden.

## Generelle Kritik zum Modellansatz

In der Literatur wird der Einwand geäußert, dass „Modelle einem Phänomen der Wirklichkeit seine Einzigartigkeit“ (Haun, 2013, S. 54) nehmen könnten.

Trotz dieser Vorteile gilt es stets zu bedenken, dass das Modell nicht das Original ist, und prinzipiell bleibt immer die Unsicherheit bestehen, ob das Modell und die darauf basierende Simulation nun tatsächlich das Systemverhalten in allen Aspekten wiedergeben kann (Haun, 2013, S. 94).

Um diesen Einwand abzufedern, sollte man zwei Punkte bedenken. Zum einen muss der Bereich, der für ein Modell und die anschließende Simulation gewählt wird, möglichst klein gehalten werden. Je kleiner das Modell angesetzt ist, desto weniger fehleranfällig ist es. Zum anderen sollte man sich der Unsicherheiten und Fehlerquellen bewusstwerden, um sie entweder ausgleichen zu können, falls sie notwendig sind oder auszuschließen, falls sie es nicht sind.

Es gibt außerdem ein Problem, das jedoch für diese Arbeit zunächst einmal hintenangestellt werden kann. Die Funktionalität des Robotersystems kann oftmals erst im Testvorgang aufgezeigt werden.

Speziell in der Problemdomäne der Robotik gestatten die Komplexität der Systemstrukturen und die vielfältigen Umweltbeziehungen es nicht, die Zusammenhänge sofort zu erkennen bzw. gleich beim ersten Versuch zielentsprechend [sic] zu gestalten (Haun, 2013, S. 85).

Um zu zeigen, dass das Robotersystems adäquat hinsichtlich seines erhofften Nutzens funktioniert, müsste es Versuche und Testvorgänge geben, die das System überprüfen. Das Ziel dieser Arbeit ist jedoch nicht die Erstellung und Überprüfung von Robotersystemen, sondern die Modellierung, die zunächst einmal vollkommen in der Theorie ablaufen kann. Testvorgänge wären jedoch der nächste Schritt, um mögliche Fehler in der Modellierung zu erkennen und diese auszumerzen, um so das Modell näher an das zu modellierende Original zu bringen. Auch die Modellierung der verschiedenen Zusammenhänge zwischen Systemen kann problematisch sein.

Ein weiteres Problem bei einer Modellierung könnte das implizite Wissen darstellen (s. Haun, 2013, S. 95). Mit implizitem Wissen ist hier Wissen gemeint, welches „durch Sprache [nicht] vollständig ausgedrückt werden“ (Haun, 2013, S. 95) kann. Hierdurch kann eine Überprüfung dieses Wissens schwierig, wenn nicht sogar unmöglich gemacht werden. Nimmt man an, dass Menschen implizites Wissen besitzen, dann wird eine Modellierung dies kaum abbilden können, wenn die vorher benannten, axiomatischen Überlegungen zu Komputation und algorithmischer Prozessstruktur beibehalten werden sollen. Letztendlich sollte man sich jedoch bewusst sein,

dass zwischen Modell und Realität immer eine „Realitätskluft“ besteht. Diese entsteht unvermeidlich einerseits aus der grundsätzlichen Komplexitätsreduktion bei jeder Art von Modellierung, andererseits durch den Modellkonstrukteur selbst: Modelle sind immer Menschenwerk, kognitive Konstrukte. Sie entstehen nicht passiv mit dem Fotoapparat und fallen nicht vom Himmel, sondern sind Ergebnisse aktiver Realitätsinterpretationen durch einen Modellkonstrukteur, der je nach beschriebenem Realitätsausschnitt seine persönliche Subjektivität

einbringt und einen ganz bestimmten Modellierungszweck verfolgt. Diese Einsicht führt zum *kritischen Realismus* (Haun, 2013, S. 56).

Da jeder Modellierung eine Fülle von Interpretationen von Seiten der Modellierenden vorangeht, die als Grundlage für das Modell benutzt werden, ist kein Modell richtig oder falsch, sondern mehr oder weniger adäquat. Zum einen adäquat im Hinblick auf die Interpretation vom zu modellierenden Realitätsausschnitt. Zum anderen adäquat im Hinblick auf den Aufbau des Modells und dessen Nähe zum Original beziehungsweise zur Interpretation des Originals.

Wenn ein System – etwa ein lebendiger Organismus – als Vorbild zur Analyse vorgegeben ist, dann weiß man effektiv meist gar nichts über die Natur der Variablen, die im Innern dieses ‚schwarzen Kastens‘, (black box) miteinander interagieren. Problemen dieser Art begegnet man generell bei der Entwicklung von Robotersystemen, bei der man auf Vorbilder der Natur angewiesen ist. (Haun, 2013, S. 41)

Die wohl schwerwiegendste Problematik, die mit der Benutzung von Modellen einhergeht, ist die des *schwarzen Kastens*. Wenn man ein Modell auf der Grundlage eines natürlichen Vorbildes entwerfen möchte, müsste man die Grundlage durch und durch verstanden und analysiert haben, um sie in ein Modell übersetzen zu können.

Dies kann vom Menschen kaum gesagt werden. Dafür ist das System Mensch mit seinen (Inter-)Dependenzen zu unüberschaubar. Selbst wenn man beispielsweise die Funktionsweise und den Aufbau einer menschlichen Hand vollkommen analysiert hat, weiß man noch nicht, wie sie sich in das Gesamtsystem des menschlichen Körpers einfügt.

Den gesamten menschlichen Körper gemeinsam mit der menschlichen Kognition zu modellieren, wäre „für die praktische Anwendung unübersichtlich, unhandlich und verliert für die meisten Fälle die Überschaubarkeit“ (Haun, 2013, S. 80). Im Weiteren werden solche Modellierungsversuche sich nicht an der Ganzheit des Menschen versuchen, sondern es werden lediglich Teil-Modellierungen verschiedener Funktionen des menschlichen Körpers und der menschlichen Kognition besprochen.

Hinzu kommt, dass eine Simulation nur funktioniert, indem man Systeme von außen betrachtet und modelliert. In der Phänomenologie jedoch, die das Kernstück dieser Arbeit sein wird, geht es darum, das subjektive Empfinden zu analysieren.

Bei der Realisierung künstlich intelligenter Systeme kann man zwei prinzipiell verschiedene Vorgehensweisen unterscheiden. Zum einen kann man versuchen, das menschliche Denken zu erforschen und zu modellieren (*Simulationmethode*). Zum anderen kann man sich rein phänomenologisch an Merkmalen der Intelligenz (wie den oben genannten) orientieren, ohne primär danach zu fragen, wie diese Fähigkeiten beim Menschen zustande kommen. (Haun, 2013, S. 286)

Dieser Unterscheidung nach werden zwar im Folgenden Modellierungsvorschläge unterbreitet, diese jedoch abseits eines rigiden Ähnlichkeitsgedankens aller intelligenten System. Es geht hierbei stärker um die Funktionalität von Abläufen und die internen Zustände des Menschen als darum, die genaue Entsprechung bio-chemischer Vorgänge eines Menschen in einem Robotersystem zu ermitteln und sie darin zu überführen.

## 1.2 Warum werden die interoperative Robotik und künstliche neuronale Netze genutzt?

Das Feld der Robotik ist breit gefächert und je nach gewollter Funktion gibt es zahlreiche Ansätze, Roboter zu konstruieren, mit denen die Ingenieure einen bestimmten Zweck verfolgen. Um den bereits genannten Zweck einer Teil-Modellierung menschlicher Körperfunktionen zu verfolgen gibt es, genau wie bei allen anderen Zielen die mit Hilfe der Robotik erreicht werden sollen, mannigfaltige Möglichkeiten diese umzusetzen. Einige solche Ansätze sind:

- Evolutionärer Ansatz
- Motorischer Ansatz
- Interoperativer Ansatz

Der evolutionäre Ansatz versucht, das Robotersystem als sich veränderndes System zu begreifen, das, ähnlich wie ein Kleinkind zum Erwachsenen heranreift, eine gewisse Zeit und Übung benötigt, um vom Startpunkt zu dem Robotersystem zu werden, auf das von Anfang an abgezielt wurde (s. Haun, 2013, S. 59 – 62).

In einer vorgegebenen Zeit lernt das System die Bewegungsabläufe, Aufgaben und ähnliches, was es am Ende können oder wissen soll. Dieser Ansatz hat Fürsprecher dadurch gewonnen, dass das evolutionäre Moment, das beim Menschen vorhanden ist, eingefangen wird. Dadurch wird sich erhofft, dass das Wissen und die Fähigkeiten genauso sorgsam, präzise und routiniert akquiriert werden wie beim Menschen. Ein Problem dieses Ansatzes ist offensichtlich: die zeitliche Dimension. Während andere Herangehensweisen nur eine relativ kurze Zeit benötigen, damit das Robotersystem das lernt bzw. kann, was gewünscht ist, ist beim evolutionären Ansatz eine lange Lernphase der Kern des Vorgehens.

Beim motorischen Ansatz wird versucht, dem Robotersystem die Fähigkeit zur Ausführung von bestimmten Bewegungsmustern zu geben. Welche Bewegung vom Menschen imitiert wird kommt darauf an, was das Robotersystem zeigen soll. Hier gibt es eine große Bandbreite von simplen sowie komplexen Lauf- oder Greifabläufen bis hin zur Imitation von beispielsweise Sportarten und deren sehr speziellen Bewegungsabläufen. Der motorische Ansatz ist dann ein adäquates Mittel, wenn das Robotersystem Bewegungsmuster oder -abläufe in einem kurzen Zeitraum erlernen soll. Problematisch kann hier sein, dass dieser Ansatz nicht über das Erlernen von Bewegungsabläufen hinauskommt.

Die interoperative Robotik legt ihren Fokus auf die Beziehung zwischen Körper und Umwelt. Diese Herangehensweise untersucht die Schnittpunkte vom menschlichen Handeln und seiner Umwelt. Hierbei kann ein kreisförmiger Ablauf festgestellt werden.

Der Mensch handelt in seiner Umwelt aufgrund von Informationen, die er aus seiner Umwelt erhält. Seine Handlung verändert sowohl seine Stellung zur Umwelt als auch, teilweise, die Umwelt selbst. Dies generiert neue Informationen in der Umwelt, die vom Menschen wahrgenommen werden können um wiederum neue Handlungen zu evozieren, die selbst wieder Veränderungen hervorbringen.

Will man nun eruieren, welcher Ansatz für die Teil-Modellierung menschlicher Körperfunktionen, in Abwägung des Vergleichs zur Phänomenologie des Leibes, in Frage kommt, sticht nur die interoperative Robotik als Möglichkeit heraus.

Nur die interoperative Robotik beschäftigt sich mit dem menschlichen Körper, der Umwelt, ihren Berührungspunkten und Interdependenzen. Genau dies ist die Ausgangslage der Phänomenologie des Leibes. Sowohl der evolutionäre als auch der motorische Ansatz fokussieren sich zu stark auf das handelnde Subjekt und lassen dabei die Außenwelt und deren Wirkung auf das Subjekt außer Acht.

Interoperation bedeutet im Sinne der interoperativen Robotik, dass eine Kommunikationsleistung einer Partei zu einer Handlung einer anderen Partei führt. Kommunikationsleistung muss hier in einem weiten Sinne verstanden werden. Dies umfasst: sprachliche und nicht-sprachliche Kommunikation, Handlungen und Einwirkungen anderer Art.

Wenn A etwas kommuniziert, beispielsweise einen Satz sagt, und B nicht reagiert, so ist dies trotzdem Kommunikation, jedoch nicht Interoperation. Wenn A etwas kommuniziert, beispielsweise einen Satz sagt, und B daraufhin im eigentlichen Sinn des Wortes reagiert, also aufgrund der vorherigen Kommunikation agiert, dann ist es sowohl Kommunikation als auch Interoperation (s. Haun, 2013, S. 115). „Kommunikation und Interoperation stellen weitgehend Schnittmengen dar, sind jedoch nicht deckungsgleich“ (Haun, 2013, S. 116).

Maurice Merleau-Ponty schreibt in *Phänomenologie der Wahrnehmung*: „Mein Leib ist *da*, wo er etwas zu tun hat“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 291). Dieses Zitat zeigt, dass die Handlung ein essenzieller Teil der Verortung des Menschen und seines Körpers in der Welt ist. Die interoperative Robotik hat eine ähnliche Herangehensweise.

Die Handlung des Körpers und die Umwelt sind nach dieser Ansicht untrennbar und bedingen sich gegenseitig. Körper und Umwelt können zwar als zwei separate Entitäten gedacht werden, doch

werden sie erst dann vollends verstanden, wenn die Wechselwirkungen erkannt und beide Teile gleichzeitig und miteinander verbunden betrachtet werden. Auch Merleau-Ponty sieht den Leib und die Welt als zwei zusammengehörige Entitäten: „Der eigene Leib ist in der Welt wie das Herz im Organismus: er ist es, der alles sichtbare Schauspiel unaufhörlich am Leben erhält, es innerlich ernährt und beseelt, mit ihm ein einziges System bildend“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 239).

So wie bei der Robotik gibt es auch bei der künstlichen Intelligenz mehrere vielversprechende Angebote, die für die Modellierung des menschlichen Geistes in Frage kommen.

Zunächst einmal ist der Begriff der künstlichen Intelligenz, je nachdem wie man ihn fasst, sehr umfangreich. Intelligenz ist bereits ohne Einwirkungen auf den Sektor der Robotik ein unklarerer Begriff, dessen Definition je nach Feld verändert werden muss (s. Legg und Hutter, 2007). Die Intelligenz eines erwachsenen Menschen hat unterschiedliche Attribute im Vergleich zu der Intelligenz eines Kindes oder eines Tieres. Demnach sollte auch die Intelligenz einer Maschine auf eben diese Maschine zugeschnitten werden.

Die interoperative Robotik selbst bringt den Begriff der systemischen Intelligenz ein. Die systemische Intelligenz ist, so wie die interoperative Robotik selbst, besonders auf die Interaktion mit der Umwelt ausgelegt (s. Haun, 2013, S. 288). Die wichtigsten Fähigkeiten, die mit Hilfe eines systemischen Intelligenzquotienten geprüft werden sind die Kommunikations-, Wissensrepräsentations-, Schlussfolgerungs- und Lernfähigkeit (s. Haun, 2013, S. 286).

Eine handlungsorientierte Intelligenz sollte ein „kognitives System dazu befähigen, nicht nur Aufgaben zu bewältigen, sondern auch Probleme einer Lösung zuzuführen, ‚intelligent‘ zu handeln, um dadurch mit der Umgebung zu interagieren bzw. zu interoperieren“ (Haun, 2013, S. 199). Die interoperative Robotik versucht eine solche systemische Intelligenz als Bottom-Up-Ansatz zu verstehen, also auf die gleiche Weise, wie KNN funktionieren<sup>1</sup> (s. Haun, 2013, S. 105).

Außerdem fungieren KNN in der Gesamtheorie der interoperativen Robotik grob gesprochen als Kognition des Robotersystems (s. Haun, 2013, S. 400). Folglich scheint es die naheliegendste Lösung zu sein, KNN auch für diese Arbeit als Teil-Modell für die Funktionsweise der Kognition zu berücksichtigen. Da in späteren Teilen der Arbeit noch auf den Unterschied zwischen KNN und herkömmlichen, algorithmischen Verfahren eingegangen wird soll hier der Verweis genügen, dass das eben benannte Problem des impliziten Wissens mit KNN möglicherweise gelöst werden kann.

---

1 „[Es] wird im Rahmen des subsymbolischen Paradigmas und dort speziell beim Konnektionismus, im Gegensatz zum Symbolismus, versucht, kognitive Systeme von „unten“ aufzubauen“ (Haun, 2013, S. 93).

Außerdem haben KNN gegenüber anderen Möglichkeiten der künstlichen Intelligenz noch weitere Vorteile. „Neuronale Netze repräsentieren eher holistisch, zeigen ein Lernvermögen, arbeiten nicht sequentiell, sondern parallel und benötigen auch keinen zentralen Prozessor, der das Gesamtgeschehen kontrolliert“ (Haun, 2013, S. 147). Außerdem können KNN Informationen verteilt speichern, sie besitzen eine hohe Lernfähigkeit, sowie eine gute Erfassung nicht-linearer Zusammenhänge, die bei symbolischen Herangehensweisen außer Acht gelassen würden (s. Rey und Wender, 2018, S. 97 – 99).

Parallelverarbeitung sowie verteilte Speicherung sind Eigenschaften, die sich KNN mit dem menschlichen Gehirn teilen (s. Rey und Wender, 2018, S. 98). Dies führt neben einem ähnlichen Aufbau dazu, dass KNN zumindest zu einem bestimmten Teil biologisch plausibel sind. Diese biologische Plausibilität umfasst eine Toleranz gegenüber inneren Schäden des neuronalen Netzes, eine Toleranz gegenüber externen Fehlern, also „unvollständigem, fehlerhaftem oder verrauschtem Input“ (Rey und Wender, 2018, S. 98), die Fähigkeit zur Kategorienbildung sowie dem Inhaltsabruf von Informationen (s. Rey und Wender, 2018, S. 98 - 99).

Die biologische Plausibilität allein ist noch kein Beweis dafür, dass ein KNN ein gutes Modell für den menschlichen Geist als Ganzes oder bestimmte Teilbereiche darstellt. Sie ist allerdings ein erstes Indiz, da ein gewisser Grad an Parallelität des Aufbaus zwischen Modelliertem und Modell auf eine funktionale Parallelität schließen lässt. Außerdem versuchen bereits andere Wissenschaftler Gehirnprozesse des Menschen mit Hilfe einer Modellierung durch KNN zu verstehen. Beispiele sind unter anderem die Farbkonstanz, Routinetätigkeiten, Autismus, serielles Lernen und die Repräsentation von Zahlen (s. Rey und Wender, 2018, S. 105).

KNN müssen, wenn sie beispielsweise die menschliche Kognition modellieren wollen, diese nicht baugleich nachbilden. Es reicht, die Funktionsweise zu modellieren. „Folglich kann eine hierarchisch anordenbare [sic] Aufgabenstruktur auch mithilfe eines *nicht* hierarchischen Modells wie dem vorgestellten rekurrenten Netz abgebildet werden“ (Rey und Wender, 2018, S. 116). Einige Ansätze von KNN widersprechen jedoch bereits „biologischen Grundannahmen und sind somit als Modell zur Erklärung menschlichen Verhaltens nur bedingt geeignet“ (Rey und Wender, 2018, S. 100).

Es kann außerdem zu Problemen führen, dass die KNN, falls sie als reines Teil-Modell für die menschliche Kognition benutzt werden, nicht falsifizierbar sind. Falsifikation wäre nur möglich, wenn ein konkretes Problem gelöst werden soll, nicht, wenn es ohne Anwendung als Teil-Modell fungiert. Wenn das KNN in dem Versuch einer Teil-Modellierung der menschlichen Kognition nur Variationen von Input und Output abbilden und somit kein konkretes Problem lösen soll, gibt es keinen Fall, in dem man den Output als falsch deklarieren könnte, da dies eine bestimmte Sichtweise

der Welt präsupponiert, die bei der Varianz, die menschliches Bewusstsein besitzt, nicht gegeben sein kann (s. Rey und Wender, 2018, S. 100).

Man stelle sich vor, man würde ein KNN trainieren, so dass es Farben auf Bildern erkennt. Ein „richtiges“ oder „falsches“ Erkennen von Farben funktioniert nur dann, wenn wir eine Norm setzen, die Farben definiert und somit eine Erkenntnis als „richtig“ oder „falsch“ deklarieren kann. Im Bezug auf die Teil-Modellierung genereller menschlicher Kognition ist eine solche Definition jedoch nicht möglich, ohne eine bestimmte Art die Welt zu betrachten als „richtig“ oder „falsch“ anzusehen.

Erdbeeren, die auf einem Teller liegen könnten von einem KNN als rot erkannt werden. Dies mag für sehr viele Menschen „richtig“ sein, doch würde das KNN die Kognition eines Menschen mit Protanopie abbilden, so wäre es „richtig“, kein rot zu erkennen, da Menschen mit dieser Farbsinnstörung kein rot erkennen können.

Bei Farbsinnstörungen scheint es einfach, eine Norm festzulegen. In anderen Bereichen der Kognition ist es sehr schwierig bis unmöglich eine Norm zu definieren, nach der ein KNN richtig oder falsch liegen kann. KNN können also nur im Hinblick auf eine vorher festgelegte Norm und ein konkretes Problem richtig oder falsch liegen, beziehungsweise, mehr oder weniger adäquat auf ein Problem reagieren. Doch auch die Idee eines „mehr oder weniger adäquat“ setzt bereits eine Norm oder ein bestimmtes Ergebnis voraus, auf das hin betrachtet das KNN adäquat oder weniger adäquat sein kann.

Wenn kein konkretes Problem gelöst werden soll, kann keine Falsifizierungsmöglichkeit für einen solchen Fall angegeben werden. Bei einer solchen Teil-Modellierung müssten, um ein falsifizierbares Modell erstellen zu können, Ziele aufgestellt werden, die das Modell erreichen oder nicht erreichen kann. Diese Ziele könnten in Etappen aufgestellt werden, um so adäquate von weniger adäquaten Modellen unterscheiden zu können.

### 1.3 Begriffliche Ähnlichkeiten zwischen der Phänomenologie des Leibes und der interoperativen Robotik

Merleau-Ponty sieht die Intersubjektivität und Perspektiveinnahme, die in der interoperationalen Robotik und den KNN anklingt, ebenfalls, verbindet sie mit phänomenologischen Begriffen und deutet auch diese Eigenschaften der Wahrnehmung erneut im Hinblick auf den Leib als Quelle und Zentrum der Wahrnehmung, der jedoch nur wahrnehmen kann, indem er sich in einer Umwelt befindet.

Verständlich wird dieses Phänomen, das physiologische und psychologische Erklärung gleichermaßen entstellen, aus der Perspektive des Zur-Welt-seins [...] Der Leib ist das Vehikel des Zur-Welt-Seins, und einen Leib haben heißt für den Lebenden, sich einem bestimmten Milieu zugesellen, sich mit bestimmten Vorhaben identifizieren und darin beständig sich engagieren [...] so ist es aus demselben Grunde nicht minder wahr, daß mein Leib der Angelpunkt der Welt ist: ich weiß, daß die Gegenstände viele Gesichter haben, da ich um sie herumgehen könnte, und insofern bin ich der Welt bewußt durch das Mittel des Leibes (Merleau-Ponty, 2010, S. 106)

Dieser Aspekt des Zur-Welt-seins beziehungsweise der Perspektiveinnahme scheint sowohl in der Phänomenologie des Leibes als auch in der interoperationalen Robotik ein zentraler Bestandteil der jeweiligen Theorie zu sein.

Eine *Beobachtung* aus Sicht der Interoperationstheorie stellt eine Form der gerichteten Wahrnehmung auf einen Ausschnitt der Lebenswelt dar. Dabei wird per definitionem kein Wahrnehmungsorgan ausgeschlossen, noch die Verwendung technischer Hilfsmittel (Aufzeichnungsgeräte, Registrierapparaturen, Sensoren, etc.). Beobachtung als aktiver, geplanter Wahrnehmungsprozess bedarf im Rahmen der Interoperationstheorie im Gegensatz zum Vorgehen im Alltag die theoretische Fundierung [sic] des Erkenntnisinteresses des Entwicklers (Haun, 2013, S. 117)

Die erste und wohl wichtigste Gemeinsamkeit für diese Vorhaben ist, dass sowohl das Zur-Welt-Sein der Phänomenologie des Leibes als auch die Beobachtung der interoperativen Robotik einen Körper benötigt, um sich in der Umwelt zu verorten.

Eine zweite Gemeinsamkeit könnte man in der Ähnlichkeit zwischen Merleau-Pontys Begriff des Milieus und des Begriffs des Systems bei der interoperativen Robotik sehen. Diese beiden Begriffe scheinen insofern etwas ähnliches zu bezeichnen, als dass sie Handelnde, ihre Umwelt und möglicherweise weitere Handelnde in ein Verhältnis setzen und ihre Interdependenzen aufzeigen.

Drittens scheint es eine Übereinstimmung im Hinblick auf Hilfsmittel außerhalb des Leibes zwischen den Theorien zu geben. Während die interoperative Robotik im obigen Zitat von der Verwendung technischer Hilfsmittel spricht, die bei der Beobachtung und der gerichteten Wahrnehmung hilfreich sein können, hat Merleau-Ponty das Beispiel des Spazierstocks angebracht (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 173).

In diesem Beispiel postuliert Merleau-Ponty, dass der Spazierstock eines Spaziergängers oder, in noch stärkerem Ausmaß, der Blindenstock eines Blinden nicht nur ein Hilfsmittel ist, um sich in der Welt zurechtzufinden, sondern bei längerer Benutzung zu einer Veränderung der Eigenleib-

Wahrnehmung führt. Der Stock ist nach häufiger Verwendung „zu einer Sinneszone geworden, er vergrößert Umfänglichkeit und Reichweite des Berührens, ist zu einem Analogen des Blicks geworden“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 173).

De Vignemont, 2021 nimmt die Grundidee der Werkzeugnutzung und verwendet diese in ihrer Theorie zu peripersonaler Wahrnehmung.

I shall now show that the extent to which objects and events are processed in the way that characterizes peripersonal perception is partly determined by the practical knowledge of one's actual motor capacities. In brief, peripersonal perception covers a smaller space when one can do less and a larger space when one can do more. Consider first the case of tool use. One can act on farther objects with a tool than without. This increased motor ability leads to a modification of perceptual processing of the objects that are next to the tool (de Vignemont, 2021, S. 4032)

Bei de Vignemont geht es um peripersonalen Raum, das heißt den Raum, der den Körper direkt umgibt. Die Möglichkeit der Werkzeugnutzung, wie eines Spazierstocks, ändert die Wahrnehmung dieses peripersonalen Raums drastisch. Einfach gesagt: Wenn ich nur meine Arme zur Verfügung habe, um Dinge in meiner Umgebung zu greifen oder auf sonstige Weise etwas zu bewirken, dann passt sich meine peripersonale Wahrnehmung auf den Raum an, den ich mit meinen Händen erreichen kann. Habe ich jedoch ein Werkzeug, das weiter in den Raum reicht als meine Hände, dann passt sich meine peripersonale Wahrnehmung auch auf dieses Werkzeug an und ich nehme ‚mehr wahr‘, beziehungsweise müsste es präzise heißen: Der Raum, den ich für meinen Wirkungsradius in Betracht ziehe, ist größer geworden, so dass sich auch meine Wahrnehmung angleichen muss. Diese Wahrnehmung passiert nicht bewusst, sondern ist Teil der Ausweitung des peripersonalen Raumes.

Eine große Frage der Phänomenologie des Leibes ist, inwieweit sich Bewusstsein und Körper zueinander verhalten. In einem Modell müsste man entweder versuchen dieses Verhältnis ebenfalls zu modellieren oder eine gute Begründung dafür liefern, warum das Verhältnis zwischen Bewusstsein und Körper keine gravierende Auswirkung auf ein funktionales Modell haben sollte.

Das Robotersystem ist ein ganzheitliches System: Diese Auffassung enthält keine Hinweise, dass die äußere Aktivität der Kognition über- oder untergeordnet sei. Beide Anteile der Aktionseinheit sind gleichwertig. Sie stehen in Wechselbeziehung. Der Interoperationsbegriff fasst also äußere Aktivität und Kognition zu einer Einheit zusammen (Haun, 2013, S. 110).

Dieses Zitat zeigt, dass sich die interoperative Robotik der Wechselbeziehungen zwischen den Aktionseinheiten, wie es hier genannt wird, bewusst ist. Ein weiteres Indiz für die Kompatibilität beider Theorien.

Eine weitere Übereinstimmung gibt es dabei, wie beide Theorien ihre Umwelt auffassen und in das Gesamtkonzept ihres jeweiligen Subjektsystems einfügen. Sowohl der menschliche Körper als auch

das Robotersystem befinden sich dauerhaft in einer Umwelt und von Umwelt umgeben. Die Phänomenologie nennt dieses Phänomen *in-der-Welt-Sein*. Dies wird als Modus verstanden, also als dauerhafte Grundeinstellung des Subjekts, die sich in jeder Aktion, sei es Wahrnehmen oder Handeln, wiederfindet. Die interoperationale Robotik nennt diesen Umstand *Situiertheit* und beschreibt diese ähnlich:

Robotersysteme haben demnach nicht nur Körper, sie funktionieren auch in konkreten Umwelten und in konkreten Situationen. Dieser Aspekt wird als *Situiertheit* bezeichnet. Zur Umwelt eines Robotersystems gehören in der Regel auch andere Robotersysteme, so dass sich hier ein Ansatz zur Modellierung kommunikativer Interoperationen und ihrer Bedeutung für die individuelle artifizielle Kognition ergibt. Der dynamische Zugang betrachtet die Fähigkeit zur Selbstorganisation in Wechselwirkung mit der Umwelt als das zentrale Merkmal eines intelligenten Robotersystems. (Haun, 2013, S. 108)

Die Robotik selbst sieht außerdem einen möglichen Zusammenhang zwischen sich und der Phänomenologie: „Man kann ‚phänomenologisch‘ vorgehen. Dies bedeutet, dass Handlungsprozesse zunächst möglichst unvoreingenommen und genau betrachtet werden“ (Haun, 2013, S. 122).

Im Weiteren wird nun versucht, diese Übereinstimmungen zwischen der Phänomenologie des Leibes und der interoperativen Robotik nicht nur zu benennen, sondern an Beispielen in Form von minimalen Modellen festzumachen.

### **Der Körper ist konstitutiv für das Bewusstsein**

Das Phänomen gilt der Phänomenologie als Startpunkt ihrer Untersuchungen und jegliche gedanklichen Inhalte speisen sich demnach aus der Quelle der Phänomene. Phänomenales Erleben selbst lässt sich als inhärent-subjektiver Eindruck beim Menschen nur durch intersubjektive Kommunikation ausmachen und erforschen.

Bei einem Modell gäbe es in diesem Fall keinen Mehrwert, da die kommunikative Fähigkeit des Modells im besten Fall gleich der eines Menschen ist, da die Kommunikation eines Modells sowie die Kommunikation eines Menschen, von einem Wissenschaftler interpretiert werden muss.

Hier wäre ein Modell also keinesfalls besser als ein Mensch. Gedankliche Inhalte hingegen können mit Hilfe eines Robotermodells oder eines Modells der künstlichen Intelligenz isoliert und präziser erforscht werden als gedankliche Inhalte beim Menschen. Während beim Menschen Merkmale der Körperlichkeit und des Geistes, also auch die gedanklichen Inhalte, immer gemeinsam existieren, könnte man, so zumindest eine erste Annahme, den modellierten Körper und die modellierten gedanklichen Inhalte bei einem Robotersystem und künstlichen neuronalen Netzen trennen.

Bevor die Arbeit an den Thesen der Phänomenologie des Leibes begonnen wird, soll hier kurz erläutert werden, was unter Phänomenologie des Leibes verstanden wird, beziehungsweise was Merleau-Ponty darunter verstand.

Als Phänomenologie des Leibes wird der philosophische Standpunkt verstanden, der von Merleau-Ponty unter anderem in seinem Buch *Phänomenologie der Wahrnehmung* erarbeitet wurde. Die Grundidee dieser Theorie ist kurz gesagt diese: Der Körper ist konstitutiv für das Bewusstsein. Und etwas weiter gefasst: Der Körper ist als Bestandteil in der lebensweltlichen Erfahrung des Menschen bisher von der philosophischen Tradition zu wenig beachtet worden und spielt eine zentrale Rolle – anders als bisher angenommen.

Damit nimmt Merleau-Ponty Abstand von der Geist-Fixierung die lange Zeit in der Philosophie und besonders in der phänomenologischen Tradition herrschte und wendet sich zum Körper beziehungsweise zum Leib. Die vier zentralen Elemente der Phänomenologie des Leibes sind der Körper, der Leib, das Bewusstsein und die Umwelt. Eine der Aufgaben, die sich die Phänomenologie des Leibes stellte, war es, die Beziehung zwischen den drei Elementen des Subjekts (Körper, Leib, Bewusstsein) untereinander aber auch im Hinblick auf das vierte Element (Umwelt) zu untersuchen.

Für diese Ausarbeitung werden somit die Begriffe Körper, Leib, Bewusstsein und Umwelt von besonderer Bedeutung sein.

Der Begriff des Körpers bezeichnet im Weiteren das physikalische Ding, den räumlich ausgedehnten Gegenstand in der Raum-Zeit. In dem Sinne gleicht der Körper eines Menschen dem eines Tisches oder eines Steins.

Der Leib-Begriff hingegen bezieht die, dem Menschen eigenen, phänomenologischen Fähigkeiten und Attribute mit ein. Gemeint ist hier zum Beispiel der Umstand, dass ich mich in einer Welt situiert befinde und mich als solches erfahre oder dass ich eine Vorstellung meines Körpers habe, also Propriozeption besitze.

Der Bewusstsein-Begriff bezieht sich auf die Sammlung der Fähigkeiten, die man einem menschlichen Bewusstsein zuschreibt. Beispiele hierfür wären die Fähigkeit der Entscheidungsfindung, der Wille oder auch die Formulierung eines Zieles.

Der Begriff der Umwelt bezieht sich ebenso wie der des Leibes auf die phänomenal wahrgenommene Umwelt des Menschen, was Merleau-Ponty auch als Feld oder Umgebung beschreibt. "Stets liegt das 'Etwas' der Wahrnehmung im Umkreis von Anderem, stets ist es Teil eines 'Feldes'" (Merleau-Ponty, 2010, S. 22).

Hierbei sind zwei Punkte von großer Relevanz. Zum einen versteht Merleau-Ponty den menschlichen Leib als in der Welt situiert. Der Leib schaut nicht von außen auf die Welt, sondern befindet sich in ihr und ist somit Teil dieser Umwelt. Zum anderen gibt es Interdependenzen zwischen dem Leib oder auch nur dem Körper und der Umwelt, die besonders für die interoperative Robotik relevant sind. Genauere Begriffsdefinitionen aller genannten Begriffe werden in den kommenden Kapiteln versucht.

## 2. Die visuelle Wahrnehmung

**These:** Der Leib ist konstitutiv für die visuelle Wahrnehmung

Diese These soll hier nicht in dem Sinne verstanden werden, dass ein Körper und seine körpereigenen Sensoren konstitutiv für visuelle Wahrnehmung sind. Dass ein Sensor jeglicher Art für eine Wahrnehmung benötigt wird, ist offenkundig. Diese These soll dahingehend verstanden werden, dass der Leib als ausgedehnter Körper mit Erfahrung im Raum, verschieden vom Körper als solchem, die Art der Wahrnehmung beeinflusst.

Merleau-Ponty hat in seinem Buch *Phänomenologie der Wahrnehmung* verschiedene Beispiele angeführt und untersucht, in denen er auf unterschiedliche Sinne des Menschen eingeht. Während der nachfolgenden Untersuchungen wird eine übergeordnete Frage immer wieder eine Rolle spielen: Sind Unterschiede zwischen den verschiedenen Sinnen im Hinblick auf die Herangehensweise der Phänomenologie des Leibes erkennbar?

## 2.1 Die Seelenblindheit

Das erste Beispiel, das hier besprochen werden soll, ist das der Seelenblindheit (heutzutage wird dieser Begriff nicht mehr verwendet. Stattdessen heißt diese Krankheit visuelle oder optische Agnosie). Merleau-Ponty konzentriert sich bei seinen Untersuchungen auf die motorischen Fähigkeiten der Kranken in Zusammenhang mit der visuellen Wahrnehmung, um die Beziehung von Körper und Raum aufzuzeigen.

Ein Kranker, den die traditionelle Psychiatrie unter die Seelenblinden einreihen würde, ist bei geschlossenen Augen unfähig, ‚abstrakte‘ Bewegungen auszuführen, solche nämlich, die keiner tatsächlichen Situation entsprechen, etwa wie auf Befehl Arme und Beine zu bewegen, einen Finger auszustrecken oder zu beugen. Ebenso wenig [sic] kann er die Stellung seines Körpers oder auch nur seines Kopfes oder passive Bewegungen seiner Glieder beschreiben. Und wenn man ihn an Kopf, Arm oder Bein berührt, kann er nicht sagen, um welchen Körperteil es sich handelte; zwei Berührungspunkte auf seiner Haut unterscheidet er nicht, auch wenn sie acht Zentimeter voneinander entfernt sind; er erkennt nicht Größe und Gestalt von Gegenständen, die man mit seinem Körper in Berührung bringt. Erst dann gelingt ihm eine abstrakte Bewegung, wenn ihm gestattet wird, den betreffenden Körperteil anzusehen oder aber mit seinem Körper in Berührung bringt. Erst dann gelingt ihm eine abstrakte Bewegung, wenn ihm gestattet wird, den betreffenden Körperteil anzusehen oder aber mit seinem ganzen Körper vorbereitende Bewegungen auszuführen (Merleau-Ponty, 2010, S. 128)

Das Ungewöhnliche an diesem Fall ist evident: Der Kranke kann sowohl Bewegungen seines eigenen Körpers als auch fremde Berührungen auf seinem Körper nicht wie gewünscht ausführen beziehungsweise einschätzen. Wird ihm die Gelegenheit geboten seinen Körper währenddessen zu betrachten, also visuell wahrzunehmen, ist er in der Lage die geforderten Bewegungen auszuführen.

Es ist also festzuhalten, daß selbst bezüglich des Leibes ‚Fassen‘ und ‚Berühren‘ etwas anderes sind als ‚Zeigen‘ [...] Hier hingegen sind uns Begriffe notwendig, die den Umstand erfassen, daß der Körperraum mir gegeben sein kann in einer Greifintention, ohne zugleich mir gegeben zu sein in einer Erkenntnisintention. Dem Kranken ist sein Körperraum bewußt als Schlacke seines habituellen Tuns, nicht aber als objektives Milieu, sein Leib ist ihm verfügbar als Mittel, sich einzufügen in eine vertraute Umgebung, nicht aber als Ausdrucksmittel zweckfreien Denkens (Merleau-Ponty, 2010, S. 129)

Merleau-Ponty beschreibt hier die Ambivalenz der eigenen Körperwahrnehmung. Der vorliegende Fall beleuchtet, dass der Körper dem Menschen in mindestens zwei verschiedenen Variationen gegeben ist:

Zum einen kann der menschliche Körper als Werkzeug fungieren, um mit der ihn umgebenden Welt zu interagieren. Wichtig ist hier, dass der Körper Mittel zum Zweck ist, und zwar in dem Sinne, dass ein Ziel verfolgt wird, das Interaktion mit der Umwelt benötigt und durch den Körper erreicht werden kann.

Zum anderen kann der menschliche Körper frei in der Welt bewegt werden, ohne zielgerichtete Aktionen ausführen zu müssen. Auch hier kann Interaktion erfolgen, doch ist diese Interaktion nicht intentional gerichtet, und zwar in dem Sinne, dass kein bereits bekanntes und vorher gefasstes Ziel mit der Bewegung erreicht werden soll, das außerhalb der Bewegung als Selbstzweck liegt.

Die Unterscheidung zwischen absichtlich und unabsichtlich<sup>2</sup> ist jedoch ebenso wichtig wie die zwischen bekannt und unbekannt, denn: „Mit außerordentlicher Schnelligkeit und Sicherheit führt der Kranke, auch bei geschlossenen Augen, zum alltäglichen Leben notwendige Bewegungen aus, wenn sie ihm nur gewohnt sind“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 128). Der Kranke kann solche unabsichtlichen doch gewohnten Aktionen auch durchführen, wenn er seinen Körper währenddessen nicht betrachtet. Dies deutet an, dass Bekanntheit und Absicht für den Kranken in unterschiedlicher Form gegeben sein können und seine Motorik beeinflussen.

### **Bekanntheit und Absicht**

Bekanntheit und Absicht stehen Unbekanntheit und Unabsichtlichkeit gegenüber. Es gibt somit vier verschiedene Bewegungsmuster, die unterschieden werden können:

1. Bekannt und beabsichtigt (z.B. ein Glas ergreifen)
2. Bekannt und unabsichtlich (z.B. sich im Affekt an der Nase kratzen)
3. Unbekannt und beabsichtigt (z.B. eine unbekannte Bewegung, die einem befohlen wird)
4. Unbekannt und unabsichtlich (z.B. die erste Bewegung aufgrund eines bisher unbekanntem Schmerzreizes)

Ist die Bewegung, die der Kranke ausführen soll, bekannt und beabsichtigt (1), so kann er sie ohne Probleme mit geschlossenen Augen ausführen. Ist die Bewegung bekannt und unbeabsichtigt (2), so ist es dem Kranken noch immer möglich, die Bewegung auszuführen (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 128). Ist die Bewegung unbekannt und beabsichtigt (3), so ist es dem Kranken nicht möglich, sie auszuführen. Fall 3 ist das, was im anfänglichen Zitat vom Kranken gefordert wurde. Ist die Bewegung weder bekannt, noch beabsichtigt (4), so handelt es sich um eine reflexartige Reaktion. Hier kann angenommen werden, dass es dem Kranken möglich ist, da, soweit wir wissen, die Seelenblindheit sich zunächst nicht auf Reflexe auswirkt.

Der Kranke muss sich die Bewegung, die er ausführen soll, bewusst machen und sie somit aus der abstrakten Sphäre herausheben. Es muss im Bewusstsein eine konkrete Situation geben, die der Kranke sich vorstellen kann. Absicht darf somit nicht nur als Konzept, sondern muss als bewusster Vorgang verstanden werden.

---

<sup>2</sup> Hier werden die Begriffe „absichtlich“ und „unabsichtlich“ verwendet, um sie von den philosophisch beladenen Begriffen „intentional“ und „nicht-intentional“ abzugrenzen. Wenn Merleau-Ponty von „intentional“ spricht, meint er dies in einem alltäglichen Sinne, in Form einer „Intention etwas zu tun“, also eine Absicht zu haben.

Bemerkenswert ist diese Beteiligung des ganzen Körpers [...] Die gegebene Anwendung ist also ernstgenommen, nur dann ist der Kranke auf Aufforderung zu den konkreten Bewegungen imstande, wenn er im Geiste sich in die wirkliche Situation versetzt, der sie entsprechen (Merleau-Ponty, 2010, S. 130)

Auch moderne Ansätze zeigen die Unterscheidung auf, die Merleau-Ponty hier vornimmt. In Lau, 2023 wird die Unterscheidung, in Anlehnung an Merleau-Ponty, zwischen zwei Formen der Bewegung gemacht. „Distinction Between Concrete Movement as Mode of Actuality and Abstract Movement as Mode of Possibility“ (Lau, 2023, S. 106). In Laus Artikel wird diese Unterscheidung fortgeführt, um Intentionalität in sexuellen Kontexten zu verstehen, indem konkrete sexuelle Akte und abstrakte sexuelle Gedanken kontrastiert werden (s. Lau, 2023, S. 110 – 116).

Ein Modell, das die Phänomenologie des Leibes für diesen Fall der Motorik adäquat abbilden soll, muss also folgende Eigenschaften besitzen:

- Das Modell benötigt einen Körper.
- Dieses Körpermodell muss mit der Umwelt interagieren können.
- Die Interaktion mit der Umwelt muss absichtlich vonstattengehen.
- Neben ihrem absichtlichen Charakter müssen Bewegungen des Modells eine Bekanntheitskomponente besitzen. Das heißt, dass das Modell einen Informationsspeicher benötigt, der bereits bekannte Bewegungsmuster von unbekanntem trennt und sie unterschiedlich behandelt.
- Um die Unterscheidung zwischen bekannten und unbekanntem Bewegungsmustern zu ermöglichen und unbekanntem Bewegungsmustern zu bekanntem zu machen, benötigt das Modell außerdem die Fähigkeit des Erlernens von Bewegungsmustern.

### 2.1.1 Seelenblindheit und interoperative Robotik

Der kommende Abschnitt soll sich der Frage widmen, ob es möglich ist, ein Robotersystem im Hinblick auf das Motorik-Beispiel nach den Vorstellungen von Kognition in Merleau-Pontys *Phänomenologie des Leibes* zu planen.

Wenn dies möglich ist, kann man anschließend fragen, wie ein solches Robotersystem aufgebaut sein müsste. Wenn dies nicht möglich ist, muss die nächste Frage lauten: Woran scheitert das Vorhaben? Belaufen sich die Gründe auf eine Unfähigkeit des derzeitigen Wissensstandes der Robotik oder auf eine ungenaue Beschreibung seitens Merleau-Ponty?

Als Startpunkt dieser Überlegungen wird, wie bereits erwähnt, die interoperative Robotik gewählt, da die Überlegungen zur Kognition in der *Phänomenologie des Leibes* nur adäquat durch ein Robotersystem modelliert werden könnten, welches die Interaktion mit der Umwelt als zentrales Paradigma besitzt (s. Haun, 2013, S. 103). „Denn in der Tat bilden intelligente Robotersysteme ihre Umwelt nicht nur ab, sie konstruieren eine eigene, durch die Gegebenheiten des Systems wesentlich mitbestimmte Realität“ (Haun, 2013, S. 108).

Das zu modellierende Robotersystem ist demnach ein enaktives System<sup>3</sup> und kein einfacher Zustandsautomat, der eingehende Daten nach einem festen Schema verarbeitet, sondern mit seiner Umwelt interagiert und sein Handeln aufgrund von eingehenden Daten verändert.

Enaktive Systeme selbst werden in simulierende, registrierende, regelnde und autonome Modelle aufgeteilt (s. Haun, 2013, S. 61). All diese Varianten sind enaktiv in dem Sinne, dass die Variablen und der damit verbundene Output sich an wechselnde Umweltsituationen anpassen.

Während simulierende, registrierende und regelnde Systeme nicht selbst in ihre Umgebung eingreifen, sondern nur einen Input aufgrund von bestimmten Umweltsituationen verschieden interpretieren (beispielsweise ein regelndes Ampelsystem, dessen Output sich nach den verschiedenen Inputs der Knöpfe richtet, die von Fußgängern gedrückt werden können), ist das enaktive autonome Modell ein handelndes System, das nicht nur enaktiv auf die Informationen aus der Umwelt reagiert, sondern mit seiner Handlung an der (Um)Gestaltung seiner Umwelt mitwirkt.

Da Merleau-Ponty davon ausgeht, dass die aktive Einflussnahme auf die Umwelt ein zentraler Faktor der Leiblichkeit ist, muss ein solches enaktives autonomes Modell für eine adäquate Modellierung gewählt werden.

---

<sup>3</sup> „enaktives System“ ist ein Fachausdruck aus der Robotik und ist an diesem Punkt nicht mit der Enaktivität als philosophischer Position gleichzusetzen.

Die enaktive Eigenschaft solcher Systeme macht es notwendig, dass der Roboter nicht nur einen Körper besitzt und mit diesem in der Umwelt agiert, sondern dass diese Bewegungen beabsichtigt sind, im Sinne einer vorherigen Planung und Zielvorgabe, die sich ebenfalls aufgrund von sich verändernden Informationen aus der Umwelt an diese anpassen können. Diese Adaptivität ist eine zentrale Eigenschaft der Kognition in der Lehre der *Phänomenologie des Leibes*.

Das Robotersystem muss verschiedene Fähigkeiten besitzen, um mit der Umwelt interagieren zu können. Diese Fähigkeiten sind:

- Perzeption (der Außenwelt)
- eine Konsistenzprüfung (mit dem Wahrnehmungsbereich)
- eine Kohärenzprüfung (mit vorhandenen Wissensbeständen)

(s. Haun, 2013, S. 75).

Außerdem wird die Fähigkeit zur Manipulation der Umwelt benötigt. Aufgrund dessen muss es mit Sensoren für die Perzeption und Effektoren beziehungsweise Aktoren für die Möglichkeit zur Handlung ausgestattet werden.

Die Außenwelt wird von dem Robotersystem mit Hilfe der Sensoren wahrgenommen und der Wahrnehmungsinhalt wird darauf hin auf doppelte Weise evaluiert. Zum einen gleicht die Konsistenzprüfung den Wahrnehmungsinhalt mit dem Wahrnehmungsbereich, also der Außenwelt, ab. Zum anderen gleicht die Kohärenzprüfung den Wahrnehmungsinhalt mit bereits vorhandenem Wissen, also der Innenwelt, ab.

Bei der Konsistenzprüfung werden Informationen überprüft wie zum Beispiel die Lage des wahrgenommenen Gegenstandes, seine Lage zu anderen Gegenständen in der Umgebung oder zum Robotersystem selbst. Bei der Kohärenzprüfung wird die Bekanntheit oder die Gegebenheit dessen, was in dem Moment wahrgenommen wird mit dem verglichen, was das Robotersystem bereits als Information abgespeichert hat.

Um Wahrnehmungsinhalte mit bereits vorhandenem Wissen zu überprüfen, benötigt das Robotersystem eben jenes: vorhandenes Wissen, das aus Wissen über die eigenen Subsysteme, Wissen über mögliche Störfaktoren und Wissen über auszuführende Aufgaben besteht.<sup>4</sup> Dies bedeutet, dass sowohl ein (Er)Lern-System als auch ein Gedächtnissystem im Modell installiert sein muss, damit eine solche Überprüfung möglich ist (s. Haun, 2013, S. 211 – 214).

---

<sup>4</sup> Der Unterschied zwischen Daten, Informationen und Wissen wird im Kapitel über die Motorik genauer untersucht.

Die nächste Entscheidung wäre die zwischen einem offenen oder einem geschlossenen System. Mit der Wahl des enaktiven, autonomen Modells ist diese Entscheidung bereits getroffen worden, da nur offene Systeme Wechselwirkungen mit sich und äußeren Faktoren zulässt (s. Haun, 2013, S. 52).

Das Robotersystem muss außerdem dynamisch anstatt statisch und stochastisch anstatt deterministisch sein.

Dynamisch, da sich das Robotersystem an die Umweltfaktoren anpassen und kein statischer Zustandsautomat sein soll (s. Haun, 2013, S. 81 – 82). Das System soll „the tools and methods of nonlinear dynamic systems theory“ (Gallagher, 2015, S. 289) benutzen und sich nicht nur aufgrund systeminterner Informationen in der Umwelt bewegen können.

Stochastisch, da „stochastische Variablen in erster Linie der Abbildung von Zuständen in offenen Systemen dienen“ (Haun, 2013, S. 88) und das gewünschte System ein offenes System sein muss, weil das Robotersystem mit seiner Umwelt interagieren muss und sich aufgrund unterschiedlicher Umwelteinflüsse verschieden verhält.

Des Weiteren muss die Frage geklärt werden, wie sich ein Robotersystem durch den Raum bewegt und wie es sich in seiner Umwelt orientiert. Eine Möglichkeit sind Landmarken, die in der Umgebung des Robotersystems angebracht beziehungsweise als solche für das System etabliert werden. Definiert man beispielsweise in einem Wohnzimmer einen Tisch als Landmarke, gibt diese dem System mehr Informationen als nur die, die sich explizit auf den Tisch beziehen.

Es ist dem System möglich, anhand von Informationen, wie beispielsweise der Länge des Tisches, und einer Tiefenwahrnehmung auch andere Informationen über die Umgebung zu extrapolieren, wie die Größe, Länge oder Breite anderer, um- oder auf dem Tisch liegender Gegenstände. Landmarken müssen sich nicht auf Objekte beziehen beziehungsweise beschränken. Für eine solche Navigation könnte man auch „die Helligkeit des Himmels, also die Sonnenposition, Windrichtung oder ein Geräusch aus einer bestimmten Richtung“ (Haun, 2013, S. 113) nutzen. All diese Dinge machen es dem Robotersystem möglich, sich in der Umwelt zu positionieren und in ihr zu navigieren.

Die Landmarke muß

- von verschiedenen Standorten aus sichtbar sein,
- bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen, Perspektiven usw. erkennbar sein,
- entweder während des gesamten Navigationsvorgangs stationär sein,
- oder ihre Bewegung muss dem Navigationsmechanismus bekannt sein. (Haun, 2013, S. 114)

Merleau-Pontys Deutung des Beispiels des Seelenblinden verweist allerdings darauf, dass eine bloße Wahrnehmung zur Erklärung der Phänomene nicht ausreicht: Anstatt Bewegung und Sehen „durch einen Bestand sinnlicher Qualitäten“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 141) zu definieren, braucht die motorische Störung eine Erklärung, die eine „Formgebung oder Strukturierung der Umgebung“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 141) einbezieht.

Hier muss die Art und Weise untersucht werden, wie Teile des Robotersystems konzipiert werden. Landmarken können repräsentational realisiert werden. Das heißt, dass die Landmarken, ihre Verbindungen und ein daraus entstehender Gesamtüberblick der Umgebung dem Robotersystem als repräsentierte Karte (als Bild oder übersetzt in Code) vorliegt. Gibt es eine Möglichkeit, die Landmarken enaktivistisch zu realisieren?

„Navigation einer dynamischen Umwelt in Echtzeit muss daher das Problem der Propriozeption lösen. Eine Lösung besteht darin, die Navigation direkt in der wirklichen Welt zu realisieren (Exterozeption)“ (Haun, 2013, S. 113). Eine solche Navigation in der wirklichen Welt könnte nach Varela et al 1991 und Shapiro 2011 darin bestehen, dass der Körper als Vehikel für Perzeption in seiner Umwelt gesehen wird.

Anstatt dem Robotersystem eine feste, zunächst unveränderliche Landkarte bestehend aus den Daten verschiedener Landmarken und ihren Zwischenräumen zur Verfügung zu stellen, bekommt das System die Daten aus Echtzeit-Perzeption. Hierzu muss das System die Möglichkeit besitzen, die visuellen Veränderungen, die eine Landmarke durchlaufen wird, wenn sich das System in seiner Umwelt bewegt, vorausszusehen.

Auch hierfür benötigt das Modell ein Lern- und Gedächtnissystem, da neue Perzeption abgespeichert, mit alter Perzeption verglichen und veraltete Perzeption gelöscht werden muss. „As an organism moves through its environment, its motion will produce opportunities for new perceptions while at the same time erasing old ones“ (Shapiro, 2011, S. 52). Das heißt, dass die Landmarken nicht im Vorhinein für ein Robotersystem festgelegt werden müssen. Stattdessen kann das Robotersystem die Fähigkeit besitzen, bestimmte Gegenstände in der Umgebung als Landmarken zu designieren. Eine solche Designation kann auf zwei verschiedene Weisen vonstattengehen: repräsentational oder enaktiv.

Repräsentational könnte man einen simplen Ansatz aus der computer vision verwenden, mit dem Gegenstände unter bestimmten Regeln auf Grundlage von statischen Bildern beziehungsweise Wahrnehmungen des Robotersystems repräsentiert werden als das, was diese Landmarke für das Robotersystem bedeuten soll. Für einen Reinigungsroboter, der über den Boden fährt und staubsaugt, könnte

eine Stufe oder ein Tischbein beispielsweise als unwegsames oder unmögliches Terrain designiert werden.

Eine solche Designation nimmt gerade für den repräsentationalen Ansatz eine große Zeitspanne in Anspruch, je nachdem, wie genau die Designation sein muss. Wenn es nur darum geht, das Tischbein und die Stufe gleichermaßen als unmögliches Terrain zu repräsentieren, ist dies weniger zeitaufwändig als die Unterscheidung verschiedener Gegenstände in Kategorien, die unterschiedliche Relevanz für das Robotersystem besitzen.

Enaktiv könnte der repräsentationale Ansatz der Designation mit Hilfe von Handlungen nach *Frankfurt, 1978* vereinfacht werden. Anstatt die computer vision für statische Bilder zu verwenden, kann das Robotersystem seine Effektoren nutzen, um Wahrnehmungen verschiedener Gegenstände aus unterschiedlichen Höhen und Perspektiven zu generieren. Dies macht die Designation weitaus einfacher und weniger zeitaufwendig, denn die Berechnungen, die ein System bei einem statischen Bild anstellen muss, benötigen ein Vielfaches der Zeit, die Berechnungen benötigen, wenn das System mehrere Bilder aus verschiedenen Positionen oder sogar ein Video besitzt.

Dieser enaktive Ansatz scheint, in dem Verständnis einiger Autoren wie *Vosgerau und Weber, 2012* und *Barsalou, 2008*, sogar grundlegend für Teile von Kognition zu sein. Diese Theorie der „grounded cognition“ besagt, dass einige kognitive Fähigkeiten einen enaktiven Unterbau haben, den sie benötigen, um so zu existieren, wie sie es tun. Das heißt, dass die Körperlichkeit, die Bewegung, die Handlung, die Interaktion mit der Umwelt diesen bestimmten Teilen der Kognition vorangehen.

Eine solche Sichtweise sieht, ähnlich wie die Phänomenologie des Leibes, die Körperlichkeit beziehungsweise die Leiblichkeit bei Merleau-Ponty als primär an, gegenüber der Kognition. Laut dieser Theorien entstehen Teile der Kognition aus enaktivem Verhalten, der Körperlichkeit oder Leiblichkeit an sich oder, phänomenologisch gesprochen, dem in-der-Welt-Sein.

## **Absicht**

Der Begriff der Absicht des Systems ist auch für die interoperative Robotik von großer Relevanz.

Eine systemische Intention ist demnach eine temporäre systemisch-kognitive Struktur, die man im Wesentlichen als Bündelung von drei verschiedenen Komponenten verstehen kann:

- Wahrnehmung eines irgendwie gearteten Bedürfniszustandes,
- Vorstellung eines oder mehrerer Ziele,
- Wissen über die Operatoren und Operatorsequenzen (die Aktionsmöglichkeiten) mit deren Hilfe die gegenwärtige Bedürfnissituation in die gewünschte Zielsituation umgewandelt werden kann. (Haun, 2013, S. 123)

Intention<sup>5</sup> wird, so wie der Agent, aus interoperativer Sicht dreigeteilt.

- Erstens ist Absicht ein Bedürfnis. Dieses Bedürfnis kann ähnlich dem eines Menschen verstanden werden, also ein bewusster Wunsch oder ein Verlangen.
- Zweitens ist Absicht neben dem Bedürfnis bereits die Visualisierung von einem oder mehreren Zielen, wie man dieses Bedürfnis befriedigen könnte.
- Drittens muss der interoperative Agent wissen, was seine Fähigkeiten und Möglichkeiten sind um herausfinden zu können, welche Verhaltensweise die ist, die das Bedürfnis befriedigt.

Zum dritten Punkt kann noch hinzugefügt werden, dass weitere Faktoren hier eine Rolle spielen können, wie zum Beispiel die Zeit bis das Bedürfnis befriedigt wurde, der Aufwand der betrieben werden muss sowie die Komplexität und die Schwierigkeit, die Aktion durchzuführen.

Neben diesen drei Punkten muss es noch einen vierten Meta-Punkt geben. In einer zufälligen Situation gibt es für ein Subjekt selten nur eine Absicht, die verfolgt werden kann. Um sich für eine Absicht zu entscheiden, braucht der Agent eine Möglichkeit zwischen verschiedenen, zur Verfügung stehenden, Absichten auszuwählen, um dann erneut zum dritten Punkt zu gehen.

Damit das Handeln zielorientiert bleibt, darf zu einem bestimmten Zeitpunkt nur eine Absicht aktiv verfolgt werden und die Handlung diktieren. Außerdem muss eine solche Vorauswahl einen gewissen Schwellenwert besitzen. Handlungsoptionen, die aufgrund von bestimmten Parametern unter diesen Schwellenwert fallen, werden vom System nicht berechnet.

Gerade die Ergebnisse aus der Forschung der Künstlichen Intelligenz haben gezeigt, dass dies offenbar eine außerordentlich hoch zu bewertende Fähigkeit des Menschen ist, für bestimmte Ziele eben nicht alle potentiell möglichen Handlungsmöglichkeiten in Betracht zu ziehen (Haun, 2013, S. 305)

Sollte es vorkommen, dass es zwei Handlungsoptionen gibt, die Absicht A als primäres Ziel haben aber eine der beiden Optionen würde ebenfalls zu einem Fortschritt bei Absicht B führen kann dies selbstverständlich mit in die Auswahl einbezogen werden (s. Haun, 2013, S. 123).

Da das agierende Robotersystem in der Regel über mehrere Intentionen verfügt, aber nur jeweils eine Intention erledigt werden kann, ist eine Art von Intentionselektion notwendig. Diese Selektion erfolgt durch eine Verrechnung der Parameter Wichtigkeit, Erfolgswahrscheinlichkeit und Dringlichkeit (Haun, 2013, S. 126)

---

<sup>5</sup> Erneut wird Intention hier in Form von Absicht verwendet. Um Verwirrungen zu vermeiden, wird der Begriff Intention im Volltext nach dieser Erwähnung mit dem Begriff Absicht ausgetauscht.

Auch hier werden drei Punkte genannt, die zur Absichtsselektion beitragen.

- **Wichtigkeit:** Wie relevant ist eine Absicht unter all den anderen Absichten und in Bezug auf das übergeordnete Ziel der Aufgabenerfüllung?
- **Erfolgswahrscheinlichkeit:** Wie wahrscheinlich ist es, dass die Handlung, die sich aus der Absicht ableitet, dazu beiträgt, das Ziel zu erreichen?
- **Dringlichkeit:** Gibt es eine Absicht, die schneller verfolgt werden muss als eine andere? Entweder weil die Absichtsbefriedigung an sich von hoher Priorität ist oder auch, weil die Möglichkeit zur Absichtsbefriedigung in naher Zukunft nicht mehr gegeben ist und sie zum gegenwärtigen Zeitpunkt höher priorisiert werden muss.

Um zwischen verschiedenen Absichten aufgrund dieser drei Kategorien wählen zu können, muss das Robotersystem die Umwelt im Hinblick auf die Möglichkeit der Absichtsbefriedigung verstehen. Um dies zu bewerkstelligen, wird die Welt in Bereiche aufgeteilt

Im hierarchischen Modell sind die Konzepte Funktion und Struktur also nicht entgegengesetzt, sondern kompatibel. So kann ein und dieselbe Funktion durch verschiedene Strukturelemente hervorgebracht werden. Die Grundannahme der systemischen Interoperationstheorie ist, dass die Welt in *Bereiche* aufgeteilt werden kann (Haun, 2013, S. 127)

Mit Hilfe dieser Aufteilung der Welt ist es dem System möglich, Handlungen zu planen, die zur Absichtsbefriedigung beitragen.

*Planen* in Bezug auf die Entwicklung von Robotersystemen bedeutet, zu einer definierten Problemstellung deren notwendigen Aktivitäten zu analysieren und deren konkrete Durchführung zu bestimmen. Als Ergebnis des Planens entsteht ein Interoperationsplan (Haun, 2013, S. 127)

Dies klingt zunächst problematisch für eine Teil-Modellierung. Das letztendliche Modell sollte keine vorher definierte Problemstellung benötigen, sondern ein Problem in Echtzeit analysieren und Lösungswege erarbeiten. Menschen wissen nicht, welche Probleme sich im Alltag ergeben werden und müssen eine Problemstellung ohne vorherige Kenntnis erkennen, analysieren und Lösungsvorschläge erarbeiten.

Um diese Planung ähnlich wie das menschliche Verhalten zu modellieren, wird der Begriff der Aufgabe in die Theorie der Interoperation eingeführt (s. Haun, 2013, S. 119). Grundsätzlich kann man den zeitlichen Ablauf von menschlicher und interoperationaler Intentionsbefriedigung kontrastieren. Dieser Aufbau wird nicht in allen Fällen zutreffend sein und soll nur eine grobe Vorgehensweise darstellen.

### Mensch (in Echtzeit):

1. Intention besitzen (nach Kategorien selektiert)
2. Problem für Intentionsbefriedigung begegnen
3. Problem analysieren
  - a. möglicherweise Änderung der Intentionsselektion
4. Lösungsweg erarbeiten und umsetzen

### Interoperative Robotik (in Echtzeit):

1. Intention/Aufgabe besitzen (vorher eingegeben)
2. Problem für die Intentionsbefriedigung oder Aufgabenerfüllung begegnen
3. Systemprofil der Umwelt erstellen
4. Intentionsbefriedigung/Aufgabenerfüllung mit dem Systemprofil überprüfen
5. Lösungsweg erarbeiten und umsetzen

Die Absicht wird, wenn das interoperative Robotersystem in Echtzeit operiert, ähnlich wie die menschliche Absicht gehandhabt. Ein Unterschied ist, dass dem Robotersystem das fehlt, was wir beim Menschen vielleicht Wille nennen würden<sup>6</sup>.

Ein Robotersystem wird ohne äußere Eingabe zunächst keine Intention oder Aufgabe haben. Ihm muss eine solche Richtung eingegeben werden. In weit fortgeschrittenen und komplexen Systemen kann man sich sogar vorstellen, dass eine große Aufgabe selbstständig vom System in kleinere Aufgaben zergliedert wird, die dann wiederum ihre eigenen Prioritäten bekommen, doch die letztgültige Aufgabe besitzt das Robotersystem nicht ohne, dass es ihm zuvor eingegeben wurde.

Dies zeigt, dass der Absichtsbegriff, der beim Seelenblinden eine Anwendung finden muss, um Absicht und Bekanntheit voneinander zu trennen, auch beim Robotersystem existiert und angewendet wird.

Im weiteren Verlauf dieses Kapitels wird untersucht, wie das Robotersystem wahrnimmt und im Zuge dessen, wie die Bekanntheit sich in das Gesamtsystem eingliedert.

---

<sup>6</sup> Erneut ist hier nicht der philosophisch aufgeladene Begriff vom Wille gemeint, wie er beispielsweise bei Schopenhauer auftritt, sondern der umgangssprachliche Wille etwas zu tun.

## **Absicht, Bekanntheit und das Gedächtnissystem**

Ein Modell wird nach seinem Verwendungszweck in Monitor-Modelle, Erklärungs-Modelle, Prognose-Modelle und Gestaltungs- oder auch Entscheidungs-Modelle unterschieden (s. Haun, 2013, S. 88). Diese Unterteilung muss nicht vor dem Erstellen des Modells getroffen werden. Es ergibt sich spätestens nach der Fertigstellung des Modells durch dessen Aufbau, kann jedoch im Vorhinein dazu genutzt werden, um den Prozess der Modellierung zu lenken.

Der menschliche Körper kann, je nach Situation, all die Funktionen dieser verschiedenen Modelle übernehmen. Doch für das vorhandene Beispiel der Motorik ist das Erklärungs-Modell zunächst eine gute Möglichkeit um „Erfassung und Abbildung von Systemstrukturen oder einzelnen Kombinations- und Interaktions- bzw. Interoperationsbeziehungen in einem System“ (Haun, 2013, S. 88) sicherstellen zu können.

Dieses Erklärungs-Modell reicht jedoch nicht aus, um die Absicht einzufangen, die aus der Analyse der Beispiele hervorgeht. Um den Absichtsbegriff einzufangen, muss das Gestaltungs- bzw. Entscheidungs-Modell herangezogen werden. Dieses Modell dient „der Ermittlung von geeigneten Systemstrukturen und Werten manipulierbarer unabhängiger Variablen zur Erreichung eines gewünschten Systemzustandes“ (Haun, 2013, S. 88). Sowohl die manipulierbaren Variablen als auch der Umstand, dass es einen gewünschten Systemzustand gibt, ist für den Absichtsbegriff in einem Modell von großer Bedeutung. Nur wenn es einen konkreten gewünschten Systemzustand gibt, kann das Modell auf diesen Systemzustand hinarbeiten und somit absichtsvoll agieren.

Ein System, das sowohl Körper als auch Bekanntheit und Absicht modellieren soll, benötigt noch zwei weitere Dinge: Zum einen, ein Gedächtnissystem zum Speichern von bekannten Bewegungsmustern und Wissen, um die Orientierung mit Hilfe der Landmarken zu ermöglichen und zum Anderen, die Fähigkeit zum Erlernen von Bewegungsmustern, um unbekannte Bewegungsmuster zu bekannten Bewegungsmustern zu transformieren.

Wenn man im Alltag von Gedächtnis spricht, dann ist häufig von der Fähigkeit die Rede, Informationen abzurufen, das heißt sich an Vergangenes zu erinnern. Wenn der Begriff des Gedächtnisses im Hinblick auf enaktive Systeme untersucht wird, können wir jedoch feststellen, dass Gedächtnis eher eine Vielheit als eine Einheit ist. Es gibt somit nicht nur eine (Kognitions-) Fähigkeit, sondern eine Reihe von Fähigkeiten, die ein Robotersystem besitzen kann.

- Symbolverarbeitungsfähigkeit
- Wissensrepräsentationsfähigkeit
- Schlussfolgerungsfähigkeit
- Abstraktionsfähigkeit
- Problemlösungsfähigkeit
- Anpassungsfähigkeit
- Lernfähigkeit
- Orientierungsfähigkeit
- Mustererkennungsfähigkeit
- Kommunikationsfähigkeit
- intersystemische Fähigkeiten
- Autonomiefähigkeit
- Körperlich-kinästhetische Fähigkeiten
- Intrasystemische Fähigkeit (s. Haun, 2013, S. 284 – 285)

Diese Liste kann nun wiederum geordnet werden nach Fähigkeiten, die man für die Interaktion mit der Umwelt benötigt, und solchen, für die dies nicht zutrifft. Einige dieser Fähigkeiten stehen zwischen diesen beiden Kategorien.

Ein enaktives System benötigt für die Interoperation mit der Umwelt folgende Fähigkeiten:

- Wissensrepräsentationsfähigkeit
- Problemlösungsfähigkeit
- Anpassungsfähigkeit
- Orientierungsfähigkeit
- Mustererkennungsfähigkeit
- Autonomiefähigkeit
- Körperlich-kinästhetische Fähigkeit

Es gibt allerdings auch Streitfälle, bei denen die Fähigkeit nicht primär für die Interaktion mit der Umwelt benötigt wird und auch dort einen Nutzen erfüllt, wo die Interaktion mit der Umwelt nicht das primäre Ziel des Systems ist: Lernfähigkeit, Schlussfolgerungsfähigkeit, Abstraktionsfähigkeit (s. Haun, 2013, S. 188).

Die Lernfähigkeit ist notwendig, wenn es um das Erlernen von Bewegungsmustern geht. Die Schlussfolgerungsfähigkeit wird ebenfalls nicht primär für die Interaktion mit der Umwelt genutzt, kann jedoch dann gebraucht werden, wenn Informationen über die Umwelt zu Wissen transformiert wurde, das nun wegweisend für die Handlungen des Robotersystems benutzt wird. Die Abstraktionsfähigkeit ist ein ähnlicher Fall, da Abstraktion möglicherweise dabei helfen kann, die Umwelt zu strukturieren und die Masse der rohen Sensor- und Effektordaten zu koordinieren.

Die Fähigkeiten, die für eine Interaktion mit der Umwelt notwendig sind, kann man wiederum in übergeordnete Begriffe zusammenfügen.

Die Fähigkeiten zur Wissensrepräsentation und Mustererkennung sowie die körperlich-kinästhetische Fähigkeit kann unter einem prozeduralen Gedächtnis zusammengefasst werden. Dieses prozedurale Gedächtnis ist somit ein Begriff für „das Erlernen und Wiederaufrufen motorischer Fähigkeiten“ (Haun, 2013, S. 491)

Die Problemlösungsfähigkeit, Anpassungsfähigkeit, Orientierungsfähigkeit und Autonomiefähigkeit können als räumliches Gedächtnis zusammengefasst werden. Dieses räumliche Gedächtnis ist der Begriff für die Fähigkeit der Interaktion mit der Umwelt und dem Verorten des Systems in seinem Umfeld.

### **(Er)lernen von Bewegungsmustern**

Jedes autonome Robotersystem, das mit seiner Umwelt interagiert, muss notwendigerweise die Fähigkeit besitzen sich an diese Umwelt anzupassen, Veränderungen zu erkennen und diese in seine Berechnungen einfließen zu lassen, um die darauffolgende Handlung zu vollbringen. Kurz: Das System muss lernen (s. Maye und Engel, 2016, S. 190).

Hier können zwei unterschiedliche Lernfähigkeiten ausgemacht werden.

Zum einen kann das Robotersystem Daten aus seiner Umwelt sammeln und diese zu Information und schließlich zu Wissen verknüpfen, indem es sie in Kontext setzt, mit anderen Daten abgleicht oder zur Handlung verwendet.

Zum anderen kann eine Lernfähigkeit „sowohl systemexterne Veränderungsprozesse vorwegnehmen als sie auch beeinflussen“ (Haun, 2013, S. 45). Diese Form von Lernfähigkeit wird als reaktiv, antizipativ und adaptiv beschrieben. Mit ihrer Hilfe ist es dem Robotersystem möglich, auf seine Umwelt zu reagieren und sie sogar vorwegzunehmen und Handlungen nicht nur aufgrund von bereits

bestehenden Umweltfaktoren, sondern aufgrund von antizipierten, noch nicht existenten Umweltfaktoren zu evaluieren und auszuführen.

Gerade die zweite Lernfähigkeit hilft dem Robotersystem, sich in seiner Umwelt zurechtzufinden.

Eine bedeutsame Rolle spielen in diesem Zusammenhang das aktive Suchen und Auswerten von Daten bzw. Informationen über die Umwelt. Diese Informationen werden vom System wahrgenommen, als Wissen in den Strukturen des Systems gespeichert und führen damit langfristig zu einer Wissensbasis des Systems über mehr oder weniger erfolgreiche Verhaltensänderungen. Mit Hilfe dieser Wissensbasis kann das System nicht nur auf Umfeldinformationen reagieren, sondern auch künftige Umwelt- und Umfeldentwicklungen vorwegnehmen und damit antizipieren. In diesem Sinne besteht ein Ziel solcher lernfähiger Robotersysteme darin, aktiv auf die Umwelt einzuwirken bzw. am Umweltgeschehen aktiv mitzuwirken (Haun, 2013, S. 45 – 46)

Die Lernfähigkeit des Robotersystems ermöglicht somit nicht nur das Erlernen von Bewegungsmustern, sondern hilft dem System auch im Hinblick auf die Interaktion mit der Umwelt, indem das antizipative Gedächtnis dazu genutzt wird, Informationen aus vergangenen Situationen zu akkumulieren, so dass eine Vorhersage von zukünftigen Situationen getroffen werden kann.

Eine Theorie, die die antizipative Kraft im Bereich der künstlichen Intelligenz besonders herausstellt, ist das predictive coding, nach deren starker Interpretation der Mensch die Umwelt nicht passiv wahrnimmt, sondern vorhersagt. Der Mensch macht Vorhersagen über die wahrscheinliche Wahrnehmung in der (unmittelbaren) Zukunft, die durch abweichende sensorische Wahrnehmung aktualisiert und korrigiert werden kann, sobald die Zukunft eingetreten ist und sich nicht vollständig mit der Vorhersage deckt (s. Hohwy, 2013).

## 2.2 SMC, TVSS und das Beispiel des Gehstocks

Ein Beispiel, das im Kapitel über die Ähnlichkeit zwischen der Phänomenologie des Leibes und der interoperativen Robotik bereits angesprochen wurde, ist das des Blinden- bzw. Gehstockes. Zunächst scheint sich dieses Beispiel mit dem haptischen Sinn zu beschäftigen, doch Merleau-Ponty erklärt die Einbindung in die Wahrnehmung des Menschen anders.

Ist der Stock zum vertrauten Instrument geworden, so weicht die Welt der Gegenstände zurück und beginnt nicht mehr an der Haut der Hand, sondern erst am Ende des Stockes. [...] die Gewohnheit besteht gerade nicht im Interpretieren des Drucks des Stocks auf die Hand als Zeichen einer bestimmten Stellung des Stocks [...] Der Druck auf die Hand und der Stock sind nicht mehr gegeben, der Stock ist kein Gegenstand mehr, den der Blinde wahrnimmt, sondern ein Instrument, mit dem er wahrnimmt (Merleau-Ponty, 2010, S. 182).

Der Blindenstock wird im Hinblick auf den Wahrnehmungsapparat des Menschen transformiert. Er wird, so Merleau-Ponty, nicht mehr als Gegenstand begriffen, sondern als Erweiterung des Leibes in die Außenwelt hinein.

Ein Gegenstand wird somit in die Leibkonzeption des Menschen integriert und dadurch zum Instrument der Wahrnehmung selbst. Wichtig ist hier, dass es die Leibkonzeption ist, nicht die Körperkonzeption. Der Körper ist das räumlich ausgedehnte Ding, der Leib ist die subjektive Perspektive in die Welt. Das heißt, dass der Stock für den Blinden eine haptische Erweiterung ist und diese haptische Erweiterung gleichzeitig als quasi-visueller Sinn fungiert. Weitere Beispiele für eine solche Veränderung von Gegenstand zu Instrument wären mechanische Prothesen oder auch jegliche Transportvehikel.

Dass Arm- oder Beinprothesen in die Leibkonzeption integriert und als Instrumente verwendet werden, scheint sehr naheliegend. Sie substituieren einen Teil des Körpers, der in einigen Fällen im Vorhinein vorhanden war. Dass ein ähnlich geformter Gegenstand den Platz des verlorenen Gliedes einnimmt, scheint plausibel zu sein.

Bei den Transportvehikeln ist es nicht intuitiv, dass sie Teil der Leibkonzeption werden. Wichtig hierfür ist einerseits, dass die Person eine gewisse Handlungsmacht besitzt und andererseits, dass das Vehikel nicht über eine bestimmte Größe hinausgeht, die es unmöglich macht, dass es in die Leibkonzeption eingebunden wird. Vehikel wie Fahrräder oder Autos, bei denen die Person auf dem Sattel beziehungsweise dem Fahrersitz die Handlungsmacht über das Vehikel hat und es nicht zu groß ist, können in die Leibkonzeption eingebunden werden.

Dies wird besonders in Situationen deutlich, in denen das Vehikel sich in näherer Umgebung zu anderen Gegenständen befindet. Parkt man ein Auto oder fährt man mit einem Fahrrad, während ein anderes Fahrzeug an einem vorbeifährt, wird einem der Gegenstand (das Vehikel) als Instrument in der eigenen Leibkonzeption gewahr.

Ein weiterer philosophischer Ansatz, der sich mit einem solchen Phänomen der Erweiterung von Wahrnehmung auseinandersetzen kann, ist die sensorimotor contingency theory (SMC). Nach dieser Theorie erkennt und erlernt das System, wie sich die Perzeption durch Handeln verändert. „The important new aspect is that acting is no longer supporting or facilitating perception, but that it is a constitutive element of the perceptual process” (Maye und Engel, 2016, S. 178).

Das System bewegt sich durch seine Umwelt und nimmt seine Umgebung mit Hilfe von Landmarken wahr. Anstatt eine feste Landkarte aus diesen Landmarken zu extrapolieren und sich mit ihrer Hilfe in der Umgebung zu bewegen, tritt das System in eine Schleife von Perzeption und Bewegung ein. Das System erkennt die Landmarke, bewegt sich daraufhin in seiner Umwelt, erkennt die Landmarke von einer anderen Position aus, bewegt sich erneut usw.

Um dies zu erreichen, benötigt das System die Möglichkeit, die Landmarken aus verschiedenen Winkeln als solche zu erkennen. Diese enaktive Fähigkeit muss dem System mitgegeben werden; es muss seine Wahrnehmung aus Winkel A mit seiner Wahrnehmung aus Winkel B zusammenbringen und mit Hilfe mathematischer Formeln die Ausmaße der Landmarke ermitteln. Außerdem sollte es neue Wahrnehmungen mit bereits vorhandenem Wissen abgleichen, um festzustellen, ob es sich noch immer an der gewünschten Landmarke orientiert.

Es wird somit keine rein perzeptive, sondern maximal eine interpolierte Repräsentation verwendet, um sich durch die Umwelt zu bewegen, da das System ansonsten jede mögliche Repräsentation bräuchte, wie der Gegenstand aus jedwedem Winkel aussehen könnte. Stattdessen werden nur die Wahrnehmungen verwendet, die enaktiv generiert werden konnten. Auch Merleau-Ponty wird diesem Problem gewahr und gibt zunächst die Antwort eines anderen Philosophen:

So sehe ich etwa das Haus gegenüber unter einem bestimmten Gesichtswinkel, anders sähe man es vom rechten Ufer der Seine, anders wieder von innen, und noch anders wieder von einem Flugzeug aus; das Haus selbst ist nicht eine dieser Erscheinungen, es ist, wie Leibniz sagte, das Geometral dieser und aller möglichen Perspektiven, d.h. der nichtperspektive Term, von dem alle Perspektiven abzuleiten wären, es ist das Haus, von nirgendwoher gesehen (Merleau-Ponty, 2010, S. 91)

Die enaktive Vorgehensweise macht sowohl den Körper als auch seine ständige Interaktion mit der Umwelt notwendig.

Cognitive robotic experiments have further assessed the importance of sensorimotor engagement for various 'active' (i.e., action-mediated) strategies, such as active vision or active learning, where perception and learning depend on the robot's ability to select its next stimuli by acting (Pezzulo, 2015, S. 21)

Die SMC-Theorie ist eine Theorie, die in *O'Regan und Noë, 2001* beschrieben wurde. Sie besagt, dass sich die verschiedenen Formen der Wahrnehmung (visuell, auditorisch, olfaktorisch, haptisch) nicht durch verschiedene Zustände im Gehirn unterscheiden, sondern durch die „*structure of the rules governing the sensory changes produced by various motor actions*” (O'Regan und Noë, 2001, S. 941).

Die SMC-Theorie beruft sich bei der Unterscheidung der verschiedenen Wahrnehmungsformen also auf motorische, das heißt mit der Umwelt in Interaktion tretende, Bewegungen. Um die SMC-Theorie zu erklären, wird das Beispiel des Tactile Visual Substitution Systems (TVSS) angebracht.

Das TVSS ist ein System, mit dem blinde Personen mit Hilfe von Vibration und elektrischen Impulsen auf der Haut eine visuelle Wahrnehmung substituieren können. Laut der SMC-Theorie ist diese Substitution nicht mit dem herkömmlichen Sehen mit Hilfe der Augen gleichzusetzen (s. O'Regan und Noë, 2001, S. 958), allerdings zeigt die Möglichkeit einer solchen Substitution, dass das Sehvermögen nicht auf Informationszufluss über die Retina angewiesen ist.

Sehen Menschen mit Hilfe des TVSS oder erweitern sie ihre Wahrnehmung lediglich auf eine andere Art und Weise? Wenn sie nicht sehen, wie nehmen sie dann wahr? Eine Möglichkeit diese Frage zu beantworten wäre, dass die Versuchsperson haptisch wahrnimmt.

Wenn wir das bekannte Gedankenexperiment von Marys Zimmer (Jackson, 1982) für das TVSS adaptieren, könnten wir fragen: Wenn eine blinde Person durch ein TVSS wahrnimmt und ihr danach die Möglichkeit gegeben wird mit ihren Augen zu sehen, erfährt sie etwas Neues?

Wenn man diese Frage mit Nein beantwortet, dann stellen wir herkömmliches Sehen mit der Wahrnehmung, die durch das TVSS gewonnen wird, gleich.

Wenn man diese Frage mit Ja beantwortet, dann ist das TVSS nicht dasselbe wie herkömmliches Sehen. Diese Antwort wäre allerdings auch für die SMC-Theorie möglich, da diese ebenfalls einen Unterschied zwischen herkömmlichem Sehen und der Wahrnehmung mit Hilfe des TVSS konstatiert.

Of course, seeing with the skin probably involves laws that are not exactly the same as seeing with the eyes, just as seeing colors in the dark is not quite the same as in the light. The experience associated with the TVSS will thus also be somewhat different from normal visual experience (O'Regan and Noë, 2001, S. 958).

Die SMC-Theorie konstatiert zwar einen Unterschied zwischen dem Sehen durch die Augen und dem Sehen durch das TVSS, möchte aber trotzdem daran festhalten, dass die Wahrnehmung durch das TVSS eine Form des Sehens ist.

Der Benutzer des TVSS erfährt den visuellen Stimulus übersetzt in haptische Reize. Laut der SMC-Theorie ist dies irrelevant, da das letztendliche Eintreten der Wahrnehmung in den Körper nicht die Art der Wahrnehmung bestimmt. "From the point of view of the brain, there is nothing that in itself differentiates nervous influx coming from retinal, haptic, proprioceptive, olfactory, and other senses" (O'Regan und Noë, 2001, S. 941).

Weiterhin scheint das, was die Phänomenologie von vollständiger beziehungsweise geglückter Wahrnehmung fordert zu fehlen: die Qualia. Laut der SMC-Theorie sind Qualia eine Illusion, die aus den SMCs entsteht (s. O'Regan und Noë, 2001, S. 960). Diese Illusion lässt sich folgendermaßen erklären: „Experience is something we do and its qualitative features are aspects of this activity“ (O'Regan and Noë, 2001, S. 960).

Qualia sind nur eine Illusion insofern, dass es, laut der SMC-Theorie, kein internes, absolut subjektives *wie-es-sich-anfühlt* gibt. Da die SMC-Theorie mit Handlungen in und Wechselwirkungen aus der Umwelt arbeitet und repräsentationalistische Zustände in dieser Theorie nicht benötigt werden, ist eine Abkehr von der bisherigen Definition von intrinsischen, nicht-repräsentationalen Qualia, wie sie beispielsweise bei Nagel 1974 präsupponiert werden, verständlich (s. SEP<sup>7</sup>, Qualia, 2021).

O'Regan und Noë 2001 schreiben jedoch auch, dass die Phänomenologie nicht umgangen, sondern die Idee von Qualia überdacht werden sollte. „Indeed, we believe that our view provides an account of the subject matter of phenomenology that is superior to that put forward by qualia-oriented positions“ (O'Regan and Noë, 2001, S. 962). Wie funktioniert also eine Phänomenologie, die ohne oder mit einer stark veränderten Definition von Qualia arbeiten soll?

Die Phänomenologie und die SMC-Theorie haben im Hinblick auf interne Zustände zunächst einmal unterschiedliche Auffassungen.

In our view, the qualia debate rests on what Ryle (1949/ 1990) called a category mistake. Qualia are meant to be properties of experiential states or events. But experiences, we have argued, are not states. They are ways of acting. They are things we do. There is no introspectibly available property determining the character of one's experiential states, for there are no such states. Hence, there are, in this sense at least, no (visual) qualia. Qualia are an illusion, and the explanatory gap is no real gap at all. [...] Our claim, rather, is that it is confused to think of the qualitative character of experience in terms of the *occurrence* of something (whether in the mind or brain). Experience is something we do and its qualitative features are aspects of this activity (O'Regan and Noë, 2001, S. 960)

Diese Sichtweise auf Qualia ist für einen Großteil der Phänomenologie nicht haltbar. Die Qualia, das *wie-es-sich-anfühlt*, als Illusion zu klassifizieren, greift die Grundlage der phänomenologischen Methode an, nämlich gerade diese subjektive Sicht zum Primat der Wahrheit zu erheben.

Qualia werden häufig als eine *wie-es-sich-anfühlt*-Erfahrung beschrieben. Laut O'Regan und Noë 2001 sind diese Erfahrungen jedoch heterogen und komplex, so dass es häufig nicht ein Quale gibt, sondern viele verschiedene, die zusammen erfahren werden (s. O'Regan und Noë, 2001, S. 960 – 961).

---

<sup>7</sup> SEP steht im Weiteren für Stanford Encyclopedia of Philosophy und wird im Literaturverzeichnis, wie vom SEP gewünscht, unter dem Namen des jeweiligen Artikelautors geführt, hier Tye, Michael.

Qualia werden hier anders definiert. Anstatt eines repräsentationalen Zustandes sind Erfahrungen für die SMC-Theorie das Wissen über die Änderung der Stimulation, wenn sich das, was erfahren wird, verändert.

Da die SMC-Theorie keine repräsentationalen Zustände benötigt und diese Zustände durch die Einführung der SMC-Theorie obsolet werden, gibt es keine Qualia im herkömmlichen Sinne und somit ist jede Frage nach Qualia im Rahmen der SMC-Theorie hinfällig (s. O'Regan and Noë, 2001, S. 962). Die SMC-Theorie wurde in der akademischen Philosophie rezipiert und ihre Inhalte wurden von anderen Philosophen aufgenommen und weitergedacht.

Die eSMC-Theorie aus *Maye und Engel 2016* modifiziert die bisherige SMC-Theorie auf eine bestimmte Weise. Einer der Unterschiede zwischen SMC- und eSMC-Theorie besteht darin, dass die SMC-Theorie davon ausgeht, dass Wahrnehmende die sensomotorischen Möglichkeiten im Moment der Wahrnehmung verstehen, beziehungsweise bewältigen.

Die eSMC-Theorie erweitert die SMC-Theorie unter anderem an diesem Punkt, indem bei der eSMC-Theorie mögliche Pläne für zukünftige Handlungen mit in Betracht gezogen werden. Damit hat die eSMC-Theorie den Anspruch, höhere kognitive Fähigkeiten in die Theoriebildung aufzunehmen und diese zu verarbeiten.

One way to conceive of the relation between eSMCs and high-level cognitive functions like deliberation, volition or memory could be a separation between sensory awareness explained by SMC theory and high-level cognitive processes operating on eSMCs but explained by different concepts (Maye und Engel, 2016, S. 187)

Dies führt unter anderem dazu, dass eSMC-Modelle mit „conditional probabilities over action-observation sequences“ (Maye und Engel, 2016, S. 189) arbeiten, also einen anderen Fokus setzen und aufgrund der Plan-Struktur mit probabilistischen Konditionalen arbeiten und nicht, wie die SMC-Theorie, mit einer Abfolge von Handlungen, die auf Wahrnehmungen basieren. Dies bedeutet, dass die eSMC-Theorie mit Hilfe einer Plan-Struktur mögliche zukünftige Handlungen gegeneinander abwägen und eine adäquate Lösung vorhersagen kann.

Wie steht Merleau-Pontys Phänomenologie des Leibes zur (e)SMC-Theorie?

Zunächst erklären sowohl die Phänomenologie der Leiblichkeit als auch die SMC-Theorie den Körper, seine Motorik und die Interaktion mit der Umwelt zu einem integralen Bestandteil ihrer jeweiligen Theorie. Im Hinblick auf die Qualia könnte es bei einer oberflächlichen Betrachtung erste Unterschiede geben.

Während die SMC-Theorie die Qualia als Illusion verwerfen, befindet sich Merleau-Ponty in der Tradition der Phänomenologie, die Qualia als solche in ihre Theorien miteinbezieht. Doch so, wie

sich Merleau-Pontys Phänomenologie bezüglich des Körpers von der bisherigen Phänomenologie abspaltet, so tut sie dies auch beim Begriff der Qualia. Dies wird auch von den Autoren der SMC-Theorie angesprochen. „Husserl and Merleau-Ponty make contributions toward the development of a first-person study of consciousness which does *not* rely on the problematic conception of qualia criticized above. We are broadly sympathetic to work in this tradition“ (O'Regan and Noë, 2001, S. 973).

Wie integriert die Phänomenologie des Leibes unmittelbare Reflexe (SMC) und Pläne (eSMC)? Welche Herangehensweise ließe sich mit ihr am ehesten vereinbaren? Merleau-Ponty schreibt über Reflexe folgendes:

In Wahrheit sind freilich selbst Reflexe niemals bloße blinde Prozesse: sie entsprechen dem ‚Sinn‘ einer Situation [...] Reflexe resultieren nicht erst aus objektiven Reizen, sie wenden sich selbst diesen zu und erteilen ihnen einen Sinn, den sie nicht als einzelne physische Agenten, vielmehr erst als Situation haben (Merleau-Ponty, 2010, S. 104)

Merleau-Ponty macht hier einen großen Schritt. Er vereint die Handlung des Agenten, also seine Reflexe, mit der Situation. Reflexe werden hier nicht als unbewusste Reaktion auf Seiten des Handelnden aufgefasst, sondern als Teile der Gesamtsituation. Dies bedeutet, dass ein Reflex zur jeweiligen Situation passt und andersherum bestimmte Situationen gewisse Reflexe notwendig machen. Damit zeigt sich eine starke Interdependenz zwischen Reflexen und Situationen und im weiteren Sinne auch zwischen dem Körper, der die Reflexe ausführt und der Umwelt, die Ort der Situationen ist.

Eine weitere Gemeinsamkeit kann, so die Hypothese, in zwei Definitionen der jeweiligen Theorien gefunden werden. Die (e)SMC-Theorie teilt das Bewusstsein in zwei Begriffe auf: generelles visuelles Bewusstsein (general visual consciousness) und transitives Bewusstsein (transitive consciousness) (s. Maye und Engel, 2016, S. 179).

Während generelles visuelles Bewusstsein die Fähigkeit beschreibt, visuelle Wahrnehmung zu besitzen, wird unter transitivem Bewusstsein verstanden, dass man einen bestimmten Bestandteil einer Szene wahrnimmt. Generelles visuelles Bewusstsein ist dann gegeben, wenn der visuelle Wahrnehmungsapparat korrekt funktioniert. Transitives Bewusstsein kann man als weiteren Schritt, als eine Fokussierung begreifen, die zu dem generellen visuellen Bewusstsein hinzukommen muss, um sich einem bestimmten Teil der wahrgenommenen Szene gewahr zu werden. Man kann sich eines Buches generell visuell bewusst sein, doch um es zu lesen, benötigt man ein transitives Bewusstsein der Schrift.

Ähnlich wie die (e)SMC-Theorie das transitive Bewusstsein benutzt, um die Konzentration auf ein Element der Szene zu richten, benutzt Merleau-Ponty für seine Phänomenologie der Wahrnehmung den Begriff des intentionalen Gegenstandes.

Sowie es Bewußtsein gibt, und damit es überhaupt Bewußtsein gibt, muß es ein Etwas geben, wovon es Bewußtsein ist, einen intentionalen Gegenstand, und es kann sich auf diesen Gegenstand nur beziehen, indem es sich 'entwirklicht' und ganz in ihn verlegt, wenn es gänzlich aufgeht in dieser Beziehung auf – etwas, wenn es reiner Akt des Bedeutens ist. Ist es nicht mehr definiert durch diesen reinen Akt des Bedeutens, so fällt es sogleich in den Zustand des Dinges zurück, des Dinges, das eben das ist, was nicht erkennt, was in absoluter Unwissenheit seiner selbst und der Welt ruht (Merleau-Ponty, 2010, S. 148)

Sowohl der intentionale Gegenstand als auch transitives Bewusstsein beschreiben eine Veränderung des Bewusstseins, indem die visuelle Wahrnehmung fokussiert wird und so andere Merkmale des Wahrnehmungsfeldes nur noch sekundär wahrgenommen werden. Diese sekundäre Wahrnehmung äußert sich darin, dass der Rest des Wahrnehmungsfeldes eine ruhende, inaktive Rolle einnimmt. Dies heißt nicht, dass dieser Rest nicht im Wahrnehmungsfeld liegt – er ist nur nicht fokussiert, wird nicht aktiv wahrgenommen und wird somit nicht Teil des transitiven Bewusstseins (bei der (e)SMC-Theorie) beziehungsweise des intentionalen Gegenstandes (bei der Phänomenologie des Leibes).

Für die (e)SMC-Theorie geschieht dies beispielsweise in Gesprächssituationen (s. Maye und Engel, 2016, S. 179). Für Merleau-Ponty geschieht dies, weil „der Körperraum mir gegeben sein kann in einer Greifintention, ohne zugleich mir gegeben zu sein in einer Erkenntnisintention“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 129). Er unterscheidet also verschiedene Arten der Absicht, die nicht gleichzeitig vorhanden sind und möglicherweise auch nicht sein können.

Trotz dieser begrifflichen Ähnlichkeiten scheinen sich (e)-SMC-Theoretiker und Merleau-Ponty nicht vollends einig zu sein. Bei der Frage danach, ob die verschiedenen Sinne des Menschen unterschiedlich verstanden und behandelt werden sollen, beziehungsweise müssen, sind die Standpunkte noch nicht endgültig geklärt. Merleau-Ponty positioniert sich folgendermaßen:

Die Sinne sind voneinander und von der intellektuellen Einsicht verschieden, insofern ein jeder von ihnen eine nie völlig übertragbare Seinsstruktur mit sich trägt. Dies erkennen wir, wenn wir uns von allem Bewußtseinsfomalismus befreien und den Leib als das Subjekt der Wahrnehmung begreifen (Merleau-Ponty, 2010, S. 263)

In Merleau-Pontys Sicht kann das TVSS oder ein ähnliches Vorhaben den eigentlichen Sinn nie vollkommen ersetzen. Jeder Sinn besitzt eine ihm eigene Struktur, die sich nicht durch den Einsatz von Hilfsmitteln durch andere Sinne substituieren lässt, ohne eben diese Struktur zu verändern und somit nicht mehr der Sinn zu sein, der substituiert werden soll.

Wie oben bereits erwähnt, ist auch für *O'Regan und Noë 2001* das herkömmliche Sehen mit den Augen nicht vollkommen gleichzusetzen mit einer Substituierung durch beispielsweise ein TVSS (s. *O'Regan und Noë, 2001, S. 958*). Sie schreiben jedoch auch, dass die Möglichkeit einer Substituierung aufzeigt, dass das Sehvermögen nicht auf einen Informationszufluss angewiesen ist, der auf herkömmlichem Wege, über die Augen, stattfindet.

Während Merleau-Ponty eine Strukturungleichheit feststellt und die Unmöglichkeit der gleichwertigen Sinn-Substituierung daran festmacht, sehen auch *O'Regan und Noë 2001* ein Ungleichgewicht zwischen Sinn und Sinn-Substitution, doch nicht ohne festzustellen, dass der Sinn trotz allem substituiert werden kann.

Nehmen wir, um Merleau-Pontys Standpunkt noch genauer zu beleuchten, ein weiteres Beispiel zur Hand, das Merleau-Ponty in *Phänomenologie der Wahrnehmung* benennt. Bei medizinischen Operationen konnten Blindgeborene einen Teil des Sehvermögens (wieder)herstellen (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 260).

Die Operierten sagen aus, Tastgegenstände seien nicht eigentlich räumliche Ganze, die Erfassung des Gegenstandes bleibe hier '... nur ein Wissen um die wechselseitige Beziehung der Einzelglieder zueinander', Rundes und Eckiges seien im Tasten nicht eigentlich wahrgenommen, sondern nur an gewissen 'Zeichen' erkannt – an der Vorhandenheit oder Abwesenheit von 'Kanten'. Das besagt, daß das Tastfeld nie die Weite des Schfeldes hat, der Tastgegenstand nicht in gleicher Weise in jedem seiner Teile ganz gegenwärtig ist wie es der Sichtgegenstand ist, kurz, daß Fühlen nicht Sehen ist (Merleau-Ponty, 2010, S. 262)

Das TVSS oder ein ähnliches System war zu Merleau-Pontys Lebzeiten noch nicht erforscht und wurde dementsprechend nicht getestet und diskutiert. Aufgrund dessen gibt es keine Meinung von Merleau-Ponty zu einer solchen Sinn-Substitution.

Was man in diesem Zitat jedoch in aller Klarheit erkennen kann, ist, dass Merleau-Ponty eklatante Unterschiede zwischen den verschiedenen Sinnen herausstellt. Diese Unterschiede scheinen so deutlich und schwerwiegend zu sein, dass die Substitution im besten Falle nur eine stark verminderte Version des eigentlichen Sinnes sein und im schlechtesten Falle den zu-substituierenden Sinn nicht hinreichend nachahmen kann.

Das TVSS versucht zwar den visuellen Sinn nicht nur durch Tasten, sondern auch durch eine erweiterte haptische und elektrische Rückmeldung zu ersetzen, doch auch das löst die Probleme, die Merleau-Ponty in dem obigen Zitat anspricht, nicht.

Zusammenfassend lässt sich für die Modellierung eines Robotersystems nach der Analyse des Seelenblindheits-Beispiels von Merleau-Ponty sagen, dass keine nennenswerten Probleme zu

erkennen waren. Zwischen den (e)SMC-Theoretikern und Merleau-Pontys Ansicht traten geringe Unklarheiten auf, die eine Teil-Modellierung jedoch nicht in Mitleidenschaft ziehen. Die Frage, ob Merleau-Ponty ein Vertreter der Möglichkeit einer solchen Teil-Modellierung gewesen wäre, ist rein hypothetischer Natur. Relevant ist, ob eine Teil-Modellierung mit dem modernen Ansatz der interoperativen Robotik plausibel erscheint. Die (e)SMC-Theorien scheinen diese Möglichkeit zu unterstützen.

Die Begriffe der Bekanntheit, der Absicht und der Gedächtnisfunktionen, die Merleau-Ponty im Seelenblindheit-Beispiel diskutiert, können in der interoperativen Robotik wiedergefunden und für eine Teil-Modellierung des Menschen genutzt werden. Die einzige Streitfrage könnte darin bestehen, welche Fähigkeiten der Liste von Gedächtnisfunktionen ein solches Robotersystem unbedingt benötigt und welche optional sind.

### 3. Die Motorik

Im dritten Kapitel dieser Arbeit soll es nun um die Sicht der Phänomenologie des Leibes auf die Motorik gehen. Hierzu werden zunächst die Begriffe der Perspektive und die Relevanz des Leibes als Bestandteil von Wahrnehmung untersucht. Im Anschluss wird das bekannte Beispiel der Phantomglieder aus der Sicht der Phänomenologie des Leibes analysiert und mit Hilfe der interoperativen Robotik überprüft. Außerdem wird auf die Gewohnheit als philosophischer Terminus eingegangen und es werden zwei Pole genannt, zwischen denen sich die Phänomenologie des Leibes bewegt – Repräsentationalismus und Enaktivismus.

Um nicht vollends in Unsicherheiten aufzugehen, sollen hier zwei Arbeitsdefinitionen für die Begriffe gegeben werden, die durch die nachfolgenden Überlegungen im Rest dieser Arbeit verändert werden können.

Als repräsentationalistische Wahrnehmung verstehen wir zunächst jede Wahrnehmung, die mit Hilfe einer mentalen Repräsentation geschieht. Diese Repräsentation kann verschiedenste Formen annehmen, wie die eines mentalen Bildes, eines Gefühls oder reiner, sprachlicher Information.

Als enaktive beziehungsweise enaktivistische Wahrnehmung verstehen wir zunächst jede Wahrnehmung, die Wahrnehmung mit Handlung, dem Körper oder dem Leib in Verbindung bringt.

Die Grundthese der Phänomenologie des Leibes in Bezug auf die Motorik, die in diesem Abschnitt überprüft werden soll, lautet: **Der Leib greift als aktiver Teil in die Umwelt ein und ist ein Kernbestandteil der Wahrnehmung.**

### 3.1 Der Begriff der Perspektive

In der bisherigen Philosophiegeschichte wurde der Fokus bis ins 20. Jahrhundert hinein auf das Bewusstsein gelegt. Infolgedessen wurde der, dem Menschen eigene, Körper bis in die Moderne nur von wenigen Philosophen als Untersuchungsgegenstand gewählt.

Der menschliche Körper ist ansonsten, wenn überhaupt, als Sitz des Geistes in Erscheinung getreten, der den Geist möglich macht und ihm ein physisches Zuhause gibt. Somit wird er als Gegenstand unter anderen Gegenständen verstanden.

Das *cogito* war die Bewußtmachung dieser Innerlichkeit. Doch eben damit war jederlei Bedeutung als ein Denktakt aufgefaßt, als Leistung eines reinen Ich [...] Die Erfahrung des Leibes aber gibt uns Einblick in eine Form der Sinnstiftung, die nicht die eines universalen konstituierenden Bewußtseins ist, und in einen Sinn, der bestimmten Inhalten selber anhängt (Merleau-Ponty, 2010, S. 177)

Die Phänomenologie des Leibes legt ihren Fokus jedoch auf den Körper und den Leib. Sie hebt beide aus der Masse der Gegenstände und stellt sie als Besonderes heraus. Eine der Besonderheiten sieht die Phänomenologie des Leibes in der Perspektive.

So sehe ich etwa das Haus gegenüber unter einem bestimmten Gesichtswinkel, anders sähe man es vom rechten Ufer der Seine, anders wieder von innen, und noch anders wieder von einem Flugzeug aus; das Haus selbst ist nicht eine dieser Erscheinungen, es ist, wie Leibniz sagte, das Geometral dieser und aller möglichen Perspektiven, d.h. der nichtperspektive Term, von dem alle Perspektiven abzuleiten wären, es ist das Haus, von nirgendwoher gesehen (Merleau-Ponty, 2010, S. 91)

Mit Hilfe eines bestimmten Blicks, dieser bestimmten Perspektive, nehmen Systeme die Welt wahr, denn ein Wahrnehmen ist immer ein Wahrnehmen von einer Position aus, mit einer Perspektive beziehungsweise einem Blick auf die Welt. Der Blick ist "so unzweifelhaft wie mein eigenes Denken und mir ebenso unmittelbar bekannt. Dies gilt es zu verstehen: Immer sehen wir nur von irgendwoher, ohne daß aber das Sehen in seine Perspektive sich einschlösse" (Merleau-Ponty, 2010, S. 91).

Eine Phänomenologie die den Primat des Körpers, beziehungsweise des Leibes, anerkennt, findet das Ich-Gefühl eines Menschen nicht mehr im Geist, welcher von anderen philosophischen Ansätzen als im Körper situiert, verstanden wird. In der Phänomenologie des Leibes verschmilzt das Ich-Gefühl mit der Leib-Erfahrung. Das Bewusstsein wird geschieden vom Leib betrachtet, da es, anders als der Leib, nicht in der Welt situiert ist.

Gewiß glaube ich mich zunächst umgeben von meinem Leib, befangen in der Welt, hier und jetzt situiert. Doch all diese Worte erweisen sich in der Reflexion als sinnleer; sie stellen in Wahrheit keinerlei Problem: wie könnte ich mich als 'von meinem Leib umgeben' erfahren, wäre ich nicht ebensosehr [sic] wie in ihm in mir selbst seiend, dächte ich nicht diesen Raumbezug und entzöge mich also dieser Inwendigkeit [sic] in eins eben damit, daß ich sie vorstelle? Wüßte ich, daß ich in der Welt befangen und situiert bin, wäre ich wahrhaft in ihr befangen und situiert? Wäre ich dies, so würde ich lediglich *sein*, wo ich bin, wie ein Ding; da ich aber weiß, wo ich bin, und mich selbst in der Umgebung der Dinge sehe, bin ich eben Bewußtsein, ein einzigartiges Seiendes, das nirgendwo seinen Ort hat und intentional überall zu sein vermag (Merleau-Ponty, 2010, S. 60)

Die Perspektive macht meinen Leib somit zu etwas anderem als einem herkömmlichen Gegenstand: „Als die Welt sehender oder berührender ist so mein Leib niemals imstande, selber gesehen oder

berührt zu werden. Weil er das ist, wodurch es Gegenstände überhaupt erst gibt, vermag er selbst nie Gegenstand, niemals 'völlig konstruiert' zu sein“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 117).

Die menschliche Körperlichkeit wird ambivalent gesehen. Sie ist sowohl wahrnehmender Leib als auch wahrgenommener Gegenstand als Körper und da er ersteres ist, kann er zweiteres nie vollends sein. „Meinen Leib, der mein Gesichtspunkt für die Welt ist, betrachte ich als einen unter den Gegenständen dieser Welt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 95). So muss man den Leib als Zweifaches denken, „als Objekt *partes extra partes*“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 99) und als „meinen jetzt wirklich erfahrenen Leib“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 99).<sup>8</sup>

Ein wahrnehmendes Subjekt nimmt ein von ihm unterschiedliches Objekt wie das Haus im obigen Zitat wahr. Verschiedene Perspektiven ergeben zusammen ein ungefähres Bild, durch das man glaubt zu wissen, wie *das Haus* aussieht.

Der Eigenleib ist uns nicht in solcher Weise gegeben. Er bleibt immer gleichzeitig das Sehende und das Gesehene und ist nie nur letzteres. So kommt es, dass der Leib als Wahrnehmungsgegenstand sich selbst in einer einzigartigen Position gegeben ist. Diese Überlegungen macht Merleau-Ponty erneut am Beispiel des Kranken deutlich, der an Seelenblindheit leidet: „Nach der Lage seiner Glieder oder der Stelle eines Tastreizes gefragt, sucht der Kranke [...] durch vorbereitende Bewegungen seinen Leib zu einem Gegenstand aktueller Wahrnehmung zu machen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 133).

Dies führt dazu, dass der Leib als Quelle der Wahrnehmung an Relevanz gewinnt.

Doch Worte wie 'einschließen' und 'zwischen' können keinen anderen Sinn für uns haben als den, den sie unserer Erfahrung als inkarnierter Subjekte entleihen. Im Raume *selbst* und ohne die Gegenwart eines psycho-physischen Subjekts gibt es keine Richtung, kein Innen, kein Außen (Merleau-Ponty, 2010, S. 240)

Die Perspektive ist somit nicht nur *eine* Form, die Welt zu betrachten, es ist *die* Form. Und die Form des Betrachtens ist ebenso visuelle Wahrnehmung wie sie Motorik ist, da die Perspektive nur durch die Einbettung in einen Leib funktionieren kann.

Man könnte hier die These aufstellen, dass eine Raum-Wahrnehmung im Sinne der gesamten Wahrnehmungskategorie nur dann bestehen kann, wenn das wahrnehmende Subjekt ebenfalls eine räumliche Dimension besitzt. Wie sollte ein wahrnehmendes Subjekt räumliche Begriffe wie *zwischen* oder *hinter* verstehen, wenn nicht durch das körperliche und auch leibliche involviert-sein im Raum?

---

<sup>8</sup> Obwohl Merleau-Ponty in der Moderne kein so hohes Ansehen genießt wie andere Phänomenologen, beispielsweise Husserl oder Heidegger, ist die Rezeption seines Werkes breit gefächert. Es werden nicht nur die streng phänomenologischen Schriften rezipiert, sondern auch seine Ansichten über Zeit, Sprache, Ontologie und Kunst (s. Alloa et. al., 2019). So werden auch Konzepte von Merleau-Ponty, wie der Leib, genutzt, um sie auf Probleme anzuwenden, die kaum etwas mit der eigentlichen Intention zu tun haben dürften, wie beispielsweise der Leib in politischem Kontext: „I explore Merleau-Ponty’s model of the habitual body as a way to understand how institutions are brought into existence over time“ (Ahmed, 2019, S. 197).

Dies wäre eine affirmative Antwort auf den zweiten Teil der, am Anfang des Kapitels, genannten These, dass der Leib ein Kernbestandteil der Wahrnehmung ist. Zu dieser These kommen wir durch zwei Prämissen.

1. Gäbe es den Leib nicht, so wäre die Wahrnehmung nicht im Raum situiert.
2. Wäre die Wahrnehmung nicht im Raum situiert, wäre sie nicht räumlich.

Für die Phänomenologie des Leibes gibt es hierbei noch ein wichtiges Detail zu beachten: „Leib sein, so sahen wir, heißt an eine bestimmte Welt geheftet sein, und unser Leib ist nicht zunächst im Raum: er ist zum Raum“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 178).

Oben wurde bereits dargelegt, dass der Körper der Phänomenologie des Leibes auf zwei Weisen gegeben ist: als wahrnehmender Leib und als wahrgenommener Gegenstand. Zuerst jedoch ist der Leib ein Wahrnehmendes, das sich zur Welt verhält.

Zunächst muss man, philosophisch betrachtet, den Leib wahrnehmend zum Raum denken, bevor man ihn als Wahrgenommenes im Raum versteht. Obwohl der Leib beziehungsweise der Körper uns im alltäglichen Leben zunächst im Raum begegnet, bevor wir philosophisch reflektieren und ihn zum Raum denken, profitiert man davon dies umzukehren, möchte man Merleau-Pontys Theorie umfassend begreifen.

Dies ist jedoch noch nicht genug. Neben der metaphysischen Kategorie des Raumes benötigt der Leib die epistemische Kategorie der Umwelt, um wahrzunehmen.

Was wir das Körperschema nannten, ist eben dieses System von Äquivalenzen, diese unmittelbar gegebene Invariante, auf Grund deren die verschiedensten Bewegungsaufgaben augenblicklicher Transposition fähig sind. Es ist also nicht allein eine Erfahrung meines Leibes, sondern eine Erfahrung meines Leibes in der Welt. (Merleau-Ponty, 2010, S. 171)

Diese Ansicht teilt die interoperative Robotik. So stellt sie zum Beispiel die These auf, dass interoperative und lernfähige Robotersysteme aktiv auf die Umwelt einwirken können müssen (s. Haun, 2013, S. 46).

Neben der räumlichen Dimension beschäftigt sich die Phänomenologie des Leibes auch mit der zeitlichen Dimension in der Wahrnehmung. Auch bei der zeitlichen Dimension wird klar, dass das Subjekt eine Perspektive einnimmt. Ähnlich wie beim obigen Haus-Beispiel ist auch die Zeitwahrnehmung davon geprägt, dass das wahrnehmende Subjekt in der Zeit und zur Zeit hin existiert. So sind Begriffe wie *zuvor*, *später*, *jetzt* oder *danach* nur dadurch möglich, dass das Subjekt eine Verankerung innerhalb der Zeit und damit eine Perspektive auf die Zeit besitzt (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 466 – 468).

Die Phänomenologie des Leibes verschiebt den Fokus der Debatte, wie bereits im Abschnitt über die SMC-Theorie erwähnt, von den Qualia zu einem Begriff der Umwelt beziehungsweise der Umgebung:

Die motorischen Störungen bei Kleinhirnschäden oder bei Seelenblindheit sind nur zu koordinieren, wenn man den Untergrund der Bewegung und des Sehens nicht durch einen Bestand sinnlicher Qualitäten definiert, sondern durch eine bestimmte Weise der Formgebung oder Strukturierung der Umgebung (Merleau-Ponty, 2010, S. 141)

Die Phänomenologie des Leibes bezieht sich nicht primär auf „einen Bestand sinnlicher Qualitäten“, sondern auf „eine bestimmte Weise der Formgebung oder Strukturierung der Umgebung“. Anstatt ein Sinnesdatum in den Blick zu nehmen, analysiert Merleau-Ponty die Strukturierung der Umgebung eines Systems. Hierin kann man eine weitere Legitimation für die Modellierung durch die interoperative Robotik erkennen.

Zum einen fusioniert die interoperative Robotik in ihrem Systembegriff das wahrnehmende System und das *System der Umwelt* zu einem Gesamtsystem, um auch in diesem Gesamtsystem Interdependenzen feststellen zu können. Dies deckt sich mit der Abkehr von den Qualia, die Merleau-Ponty anstößt.

Bedeutsam ist für die Phänomenologie des Leibes nicht das Sinnesdatum, sondern die Strukturierung von Umgebung. Eine solche Position kann nur durch einen Ansatz modelliert werden, der die Umwelt in den Mittelpunkt stellt und Qualia nicht berücksichtigt. Interessanterweise spricht auch die interoperative Robotik den Begriff der Perspektive an.

Ähnlich, wie ein Bild zwei oder mehrere Perspektiven beinhalten kann, so kann auch die Wirklichkeit bei gleichbleibendem Bild allein durch eine Veränderung der Annahmen, beispielsweise durch neue Blickwinkel, anderes Erkenntnisinteresse und hier durch den Zugang mittels neuartiger Technologien, eine völlig andere Gestalt annehmen. Dieser Gestaltwandel ereignet sich nicht auf dem Bild, sondern in den Augen des Betrachters, denn er konstruiert aktiv den Bildausschnitt seiner Wahrnehmung, je nachdem, welche Perspektive er einnimmt. (Haun, 2013, S. 482)

Obwohl hier nicht derselbe Begriff von Perspektive angelegt wird wie bei Merleau-Ponty, sind trotzdem Ähnlichkeiten zu erkennen.

Zunächst findet die Veränderung in den „Augen des Betrachters“ statt und nicht „auf dem Bild“ oder um philosophisch zu sprechen im Subjekt und nicht in der Umwelt. Dies spricht dafür, dass die interoperative Robotik ein mindestens subjektives, wenn nicht gar phänomenologisches Verständnis anlegt. Im Weiteren „konstruiert [der Betrachter] aktiv den Bildausschnitt“. Auch diese Ausdrucksweise deckt sich mit phänomenologischen Überlegungen.

Und auch der eigentliche Perspektivbegriff der Phänomenologie des Leibes kann bei der interoperationalen Robotik wiedergefunden werden:

Bei der systemischen Interoperation spielt die *Perspektive des Agens* eine wesentliche Rolle. Man kann dies auch so ausdrücken, dass Interoperation system-*subjektiv* bestimmt ist. Insofern zeichnet sich die Interoperation durch eine system-subjektive Antizipation von Zielen aus. (Haun, 2013, S. 110)

Auch diese Antizipation findet sich bei Merleau-Ponty wieder. “Die Einheit eines Gegenstandes gründet sich auf ein Vorgefühl einer bevorstehenden Synthesis” (Merleau-Ponty, 2010, S. 37). Mit Hilfe dieser Antizipation als Schritt sind auch Täuschungen erklärbar, indem der Fall eintritt, dass sich ein solches Vorgefühl nicht mit den danach gewonnenen Wahrnehmungen deckt (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 40).

Da nun gezeigt wurde, dass sich die Phänomenologie des Leibes und die interoperative Robotik in vielen begrifflichen und konzeptuellen Vorstellungen, besonders in Bezug auf die Perspektive, einigen sind oder zumindest stark ähneln, stellt sich die Frage, wie der Begriff der Perspektive von der interoperativen Robotik im Aufbau von Robotern implementiert werden würde.

Hier gibt es zwei Anwendungen, die sich auf die Perspektive auswirken.

Zunächst besitzt der gefertigte Roboter die Fähigkeit zur Selbstlokalisierung. Das bedeutet, dass er sich in seiner Umwelt verortet, um sich daraufhin orientieren zu können. Bei der Selbstlokalisierung gibt es zwei unterschiedliche Herangehensweisen: die lokale und die globale Selbstlokalisierung (s. Haun, 2013, S. 135).

Bei der lokalen Selbstlokalisierung wird die ungefähre Position mit Hilfe von Sensordaten korrigiert. Bei der globalen Selbstlokalisierung gibt es keine ungefähre Position und die Selbstlokalisierung wird allein durch Sensordaten möglich gemacht. Um eine Selbstlokalisierung zu ermöglichen, werden zwei Schritte benötigt. Zunächst muss das Robotersystem Daten durch seine Sensoren gewinnen und dann müssen diese Daten eine Umgebungskarte generieren, in der sich das Robotersystem anschließend lokalisieren kann (s. Haun, 2013, S. 134 – 135). Diese Umgebungskarte muss nicht, wie im klassischen Sinne angedacht, eine zwei- oder dreidimensionale, repräsentationale Karte der Umwelt sein. Es „lassen sich beispielsweise Karte in Form von neuronalen oder semantischen Netzen oder Topic Maps realisieren“ (Haun, 2013, S. 112).

Der Vorgang der Selbstlokalisierung ermöglicht es ebenfalls, die zwei eben genannten Prämissen mit einem interoperativen Robotersystem zu testen. Beide Prämissen könnten als rein definitorisches Problem gesehen werden.

Es kann durch die interoperative Robotik doch zumindest plausibler gemacht werden, indem man Systeme entwirft, die Wahrnehmung in Robotersystemen mit dem, was bei Merleau-Ponty Leib genannt wird, was wir im Laufe der Arbeit noch genauer erörtern werden, kreiert und andere Systeme, die einen nicht-leiblichen Ansatz wählen. Die Hypothese lautet, da diese Arbeit diese die Durchführung eines solchen Experiments nicht leisten kann, dass ein solches Vorhaben zeigen würde, dass

Wahrnehmung, die mit einem Leib vonstattengeht, einfacher und stabiler abläuft als eine Wahrnehmung, die Räumlichkeit nicht durch Bewegung und die Beteiligung des Leibes erlangt.

Die zweite Anwendung, die sich auf die Perspektive auswirkt, ist die der Landmarken (s. Haun, 2013, S. 113 – 114). Ein Robotersystem kann Landmarken benutzen, um sich beispielsweise, wie oben bereits erwähnt, in seiner Umgebung zu lokalisieren. Sie können weiterhin benutzt werden, um bestimmte Aktionen präzise und an die Umwelt angepasst auszuführen.

Hierbei gibt es zwei Herangehensweisen. Zum einen können permanente Merkmale in der Umgebung als solche gespeichert und als Landmarke verwendet werden (Gebäude, Brücken, Berge, etc.). Hierbei muss dem Robotersystem ein fundiertes Hintergrundwissen mitgegeben werden. „Nur wenn man weiß, wie eine Brücke normalerweise aussieht, kann man auch eine spezielle Brücke in der Umgebung als Brücke identifizieren“ (Haun, 2013, S. 113).

Zum anderen können Landmarken durch reine Sensorwahrnehmung konstituiert sein (Geräusche, Gerüche, bestimmter Lichteinfall, etc.). Dies macht ein zusätzliches Hintergrundwissen obsolet. Die Ansätze können einzeln oder in Kombination miteinander verwendet werden, um Landmarken für Robotersysteme zu produzieren.

Die Landmarke muß

- von verschiedenen Standorten aus sichtbar sein,
- bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen, Perspektiven usw. erkennbar sein,
- entweder während des gesamten Navigationsvorgangs stationär sein,
- oder ihre Bewegung muss dem Navigationsmechanismus bekannt sein. (Haun, 2013, S. 114)

Sowohl die Selbstlokalisierung als auch die Landmarken zeigen einen starken enaktiven Einschlag der interoperativen Robotik. Obwohl gerade die Landmarken zunächst nach einer repräsentationalen Lösung klingen, werden auch sie durch enaktive Formen der Wahrnehmung erreicht.

Das Robotersystem repräsentiert keine zwei- oder dreidimensionale Karte, in der es sich selbst lokalisieren oder Landmarken identifizieren kann. Stattdessen werden Sensoreingaben, das heißt Wahrnehmungen des Robotersystems, genutzt, um die Selbstlokalisierung und die Landmarken subsymbolisch zu ermöglichen.

Im Zuge dessen werden enaktive Verhaltensweisen verwendet, wie zum Beispiel, dass das Robotersystem einen Gegenstand, der als Landmarke fungieren soll, von mehreren Seiten wahrnimmt, um die Landmarke von unterschiedlichen Perspektiven aus als solche wahrnehmen zu können. Anstatt Leibniz mit seiner Idee zu folgen, der Gegenstand sei in seiner Gesamtheit der von nirgendwoher-gesehene Gegenstand (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 91), versteht Merleau-Ponty die

Perspektive als enaktivistischen Begriff, denn “das Haus selbst ist nicht das von nirgendwoher gesehene, sondern das von-überallher-gesehene Haus” (Merleau-Ponty, 2010, S. 93).

Wollte man nun die am Anfang des Kapitels genannte These, dass der Leib als aktiver Teil in die Umwelt eingreift und ein Kernbestandteil der Wahrnehmung ist, mit Hilfe der interoperativen Robotik untersuchen, so könnte man Robotersysteme mit unterschiedlichen Körperformen und Sensorausstattung konstruieren. Hier kommt es besonders auf zwei Unterscheidungen an:

- Dieselbe Körperform mit unterschiedlichen Sensorausstattungen
- Unterschiedliche Körperformen mit derselben Sensorausstattung

Der Begriff der Körperform muss hier spezifiziert werden. Für das Robotersystem bedeutet Körperform zunächst einmal das semantisch-offensichtliche: Form des Körpers, das heißt, wie ist die Ausstattung der Hülle des Roboters; dessen, was wir auch beim Menschen den Körper nennen. Andererseits impliziert diese Körperform auch den Leib, denn Körper und Leib sind, wenn auch nicht dasselbe, so doch auf bestimmte Weise zusammenhängend.

Zwar stimmt es, dass sich Körper und Leib nicht zu 100% decken müssen (dies wird später im Kapitel bei Phantomgliedern ausgeführt), doch können sich Veränderungen des einen auf das andere auswirken. So können wir für die Idee von selbigen oder unterschiedlichen Körperformen zunächst davon ausgehen, dass eine Veränderung des Körpers ausreicht. Unterschiedliche Körperformen werden, so die vorläufige These, die ebenfalls später im Kapitel diskutiert wird, unterschiedliche Leibformen nach sich ziehen.

Wenn die Körperform gleichbleibt, während verschiedene Sensoren benutzt werden, können Experimente etwas über die Stärken und Schwächen verschiedener Sensorausstattungen in Erfahrung bringen. Hier wäre besonders interessant, ob bestimmte Sensorkonfigurationen anders und in Bezug auf ein vorher definiertes Ziel besser funktionieren als andere. Ist beispielsweise eine auditive Wahrnehmung als reine sensorische Wahrnehmung besser darin, Landmarken zu konstituieren als eine visuelle Wahrnehmung, die Landmarken mit Hilfe einer permanenten Umgebung festlegt?

Experimente dieser Art könnten Aufschluss darüber geben, wie sich die Körperform auf die Wahrnehmung auswirkt. Hier könnte man beispielsweise verschiedene Formen der Fortbewegung gegeneinanderstellen, und die Sensordaten mit der gleichen Ausstattung auswerten. Haben drei

verschiedene Roboter mit der gleichen Sensorausstattung die gleiche Wahrnehmung, wenn ein Roboter auf zwei Beinen läuft, ein zweiter auf 4 Rädern rollt und ein dritter sich mit Hilfe von Hydraulik schlangenähnlich über den Boden zieht? Oder konstituieren sich aufgrund der unterschiedlichen Körper- und Fortbewegungsformen unterschiedliche Wahrnehmungen? Wenn ja, dann wäre die These Merleau-Pontys, dass der Körper ein aktiver Teil und konstitutiv für die Wahrnehmung ist, gestärkt, wenn nicht gar belegt.

Der Leibbegriff könnte ebenfalls mit Hilfe solcher Experimente konkretisiert werden. Ähnlich wie bei der Körperform könnte auch ein unterschiedlicher Leib die Wahrnehmung und Handlung eines Systems verändern. Diese Idee wird in späteren Kapiteln erneut aufgegriffen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Perspektive sowohl bei Merleau-Ponty, als auch in der interoperationalen Robotik eine zentrale Rolle spielt. Sowohl der Mensch als auch das Robotersystem kann sich erst zielorientiert bewegen und Handlungen ausführen, wenn die Perspektive in die Welt hinein existiert. Während diese Perspektive bei Menschen häufig nicht mehr hinterfragt und als Teil des Wahrnehmungsprozesses vorausgesetzt wird, muss sie in der interoperationalen Robotik als Teil des Wahrnehmungsprozesses herausgestellt und gezielt verarbeitet werden. So wird dem Robotersystem die Lage des eigenen Körpers im Raum und Landmarken in der Umgebung eingegeben, woraus sich eine Art der Perspektive formt.

## 3.2 Körpereigenes Wissen

Eine zweite, untergeordnete These, die in diesem Kapitel untersucht werden soll, lautet wie folgt:  
**Der Körper ist dem Menschen in mehr als einer Art und Weise gegeben.**

Wie bereits im Kapitel der Seelenblindheit angeklungen ist, versteht Merleau-Ponty den Körper in zwei verschiedenen Weisen. Zum einen ist der menschliche Körper der räumliche Ausgangspunkt der menschlichen Wahrnehmung, also ein Wahrnehmendes in Form des Leibes. Zum anderen ist der menschliche Körper ein Gegenstand unter vielen in der Welt, der wahrgenommen werden kann, also ein Wahrgenommenes.

Wie steht es um die Eigenwahrnehmung bei der interoperativen Robotik? Wie bereits beschrieben besitzt das interoperative Robotersystem eine Selbstlokalisierungsfunktion, die entweder lokal (die Position des Roboters ist in etwa bekannt) oder global (die Position des Roboters ist gänzlich unbekannt) abläuft. Diese Selbstlokalisierung ist zunächst auf den Körper gemünzt, da mit Hilfe der Selbstlokalisierung der Körper, das heißt die Außenhülle des Robotersystems, als Gegenstand zwischen den anderen Gegenständen im Raum verortet werden soll.

Ziel dieser Selbstverortung ist es, Handlungen präzise und auf seine Umwelt abgestimmt ausführen zu können. Somit ist die Selbstlokalisierung zwar eine Verortung des Körpers, doch gleichzeitig für den Leib. Eine erneute Hypothese, die innerhalb dieser Arbeit nicht geklärt werden kann, ist, dass verschiedene Körperformen von Robotersystemen, wie eben angeklungen in den zwei Beinen, vier Rädern und schlangenähnlichen Bewegungen, dazu führen, dass die Selbstlokalisierung gegenüber der Umwelt ebenfalls zu drei verschiedenen Resultaten kommt. Dies könnte geschehen, da der Erwerbsprozess der Wahrnehmungen sich aufgrund der Körperformen stark unterscheidet.

Wenn in der oben genannten These davon gesprochen wird, dass der Körper dem Menschen (in mehr als einer Art und Weise) *gegeben* ist, bedeutet dies nichts anderes, als dass der Mensch ein bestimmtes Wissen über seinen Körper besitzt. Damit geht es in dieser These um die Frage der Beziehung zwischen dem, wie auch immer gegebenen, Körper und dem Bewusstsein des Menschen. Um dies genauer zu untersuchen, ist es zuträglich, den Wissens- sowie den Intelligenzbegriff aufzugreifen und zu spezifizieren.

Der Begriff des Wissens ist sowohl für die künstliche Intelligenz als auch für die Robotik ein zentraler Bestandteil. Zunächst einmal benötigt es eine Definition dreier Begriffe, die untrennbar zusammenhängen: Daten, Informationen und Wissen.

Daten sind zunächst einmal eine ziellose, gesammelte Menge von Werten wie beispielsweise die Messwerte, die man über einen Monat täglich am Thermometer abgelesen hat. „Daten werden zu *Informationen*, indem sie in einen Problemzusammenhang, den sogenannten Kontext gestellt und zum Erreichen eines konkreten Ziels verwendet werden“ (Haun, 2013, S. 97). So wäre 20 beziehungsweise 20° ein Datum, das in den Zusammenhang von täglichen Messungen zum Erforschen von Wettergegebenheiten gestellt wird, um eine Information zu ergeben.

Besitzt ein System eine Menge an Daten, können diese Daten in einen Bezug zu, im Vorhinein gefassten, Kontexten gestellt werden. Diese dadurch gewonnenen Informationen können wiederum miteinander vernetzt werden, um Wissen in Sätzen zu formulieren, das benutzt wird um „Handlungs- und Aktionsvermögen aufzubauen“ (Haun, 2013, S. 98).

Daten und Informationen sind in der Regel explizit, während Wissen durch seinen handlungsorientierten Charakter häufig zunächst nicht explizit vorliegt, sondern implizit genutzt wird, um eine Aktion in einer passenden Situation auszuführen (s. Haun, 2013, S. 95). Wissen ist in dieser Definition auf Handlungen und Aktionen und damit auf etwas inhärent Körperliches ausgerichtet. Der Verlauf sollte also folgender sein:

Daten → Informationen → Wissen → Handlung

„Die sicherlich wichtigste und einfachste Unterscheidung besteht in der Differenzierung von *propositionalem Sachwissen* (etwas zu wissen) und *nicht-propositionalem Gebrauchswissen* (zu wissen wie)“ (Haun, 2013, S. 98).

Während die künstliche Intelligenz nur propositionales Sachwissen (Faktenwissen) besitzt, benötigt die Robotik auch nicht-propositionales Gebrauchswissen (Operatorwissen), um mit der Welt zu interagieren. Diese beiden Wissensarten „werden zusammenfassend als *systemisch-epistemisches Wissen* bezeichnet, als Wissen über das, was ist und wie man es verändern kann“ (Haun, 2013, S. 120).

Ein solches systemisch-epistemisches Wissen ist ebenfalls ein zentraler Teil der Phänomenologie des Leibes. Für die Phänomenologie des Leibes benötigt der Mensch ein Wissen über sich selbst, seinen Körper, wie auch notwendigerweise ein Wissen der Welt, um sich in ihr bewegen und mit ihr interagieren zu können. „Wissen ist somit die Vernetzung von Information, die es dem Wissensträger ermöglicht, Handlungspotenzial aufzubauen und konkrete Aktionen in Gang zu bringen“ (Haun, 2013, S. 97).

Neben dem handlungsorientierten Wissen ist ein weiterer Begriff zur Klärung der Beziehung zwischen Bewusstsein und Körper der der Intelligenz. Es gibt viele Möglichkeiten Intelligenz zu definieren.

Ein [...] Versuch, menschliche Intelligenz defintorisch zu fassen, orientiert sich an den performativen Leistungen des Menschen. Dabei geht man der Frage nach, inwieweit kognitives Vermögen (Kompetenz) in menschlichen Handlungen (Performanz) als intelligentes Verhalten resultiert (Haun, 2013, S. 202)

Bei diesem defintorischen Versuch wird die Intelligenz eines Systems (hier eines Menschen) nicht nur mit dem Körper an sich, sondern genauer mit der Handlung verknüpft.

Die interoperative Robotik prägt den Ausdruck der systemischen Intelligenz. Unter systemtischer Intelligenz wird verstanden, „den kognitiven Prozess gemäß dem kognitiven Modell realisieren zu können“ (Haun, 2013, S. 202). Das heißt, dass die systemische Intelligenz die Leistungen der kognitiven Prozesse an den Fähigkeiten des Systems misst. Es gibt somit keinen einzelnen Sitz der Intelligenz, wie man es vielleicht beim Menschen im Gehirn vermuten könnte. Die Intelligenz ist stattdessen „auf das ganze System verteilt“ (Haun, 2013, S. 106).

Unter dem Begriff der Intelligenz werden verschiedene Fähigkeiten gesammelt. Neben der Intelligenz als Problemlösungsfähigkeit, als Lernfähigkeit oder als Fähigkeit zur Kommunikation, besitzt die systemische Intelligenz in der interoperationalen Robotik auch noch eine motorische Dimension (s. Haun, 2013, S. 202 - 203).

Hier zeigt sich erneut eine Schnittstelle zwischen Körper und Bewusstsein, beziehungsweise Körper des Roboters und seiner „senso-motorischen Koordination“ (Haun, 2013, S. 203). Systeme mit systemischer Intelligenz besitzen somit eine weitere Fähigkeit, die auf die Dependenz von Körper und Umwelt abzielt. Demnach ist der Wissensbegriff zusammengesetzt aus Zeichenverarbeitung, Daten-, sowie Informationsverarbeitung und auch der Interoperation von Körper und Umwelt.

Neben den Kategorien der Intelligenz, die im Vorhinein festgelegt werden, gibt es auch die Möglichkeit, das Ergebnis der verschiedenen Fähigkeiten gebündelt am Ergebnis einer Handlung zu erkennen. Zu diesem Zweck werden verschiedenen Systemen (Menschen verschiedenen Alters, Tieren, Robotern) die gleichen Aufgaben gestellt, die verschiedene Fähigkeiten abprüfen, die Teil der systemischen Intelligenz sind. Dadurch wird Intelligenz „ein Maßstab für die Qualität des Ergebnisses, gemessen am gegebenen Ziel“ (Haun, 2013, S. 201).

Die künstliche Intelligenz kann verschiedene Informationsverarbeitungsmethoden vereinen, um Wissen zu generieren. Symbolische Methoden funktionieren als Top-Down-Ansätze, indem das System Informationen sammelt, diese zu Wissen verarbeitet und ein Modell erstellt.

Werden symbolische Methoden angewendet, kann die künstliche Intelligenz logische Schlüsse ziehen oder komplexe Abläufe planen. Subsymbolische Methoden hingegen sind Bottom-Up-Ansätze, die aus Erfahrungen und Beispielen lernen. Dies wird häufig verwendet, um künstliche Intelligenz zu

trainieren, damit sie beispielsweise Bilder abgleichen, Texte analysieren oder Muster erkennen können (s. Haun, 2013, S. 199).

Bei Merleau-Ponty finden sich Hinweise darauf, dass das Wissen, wie es eben besprochen wurde, nur eine untergeordnete Rolle für die Phänomenologie spielen könnte.

Zum einen rückt Merleau-Ponty die umweltorientierte Motorik in den Mittelpunkt seiner Arbeit. Anstatt den Fokus auf Wissen und Reflexion, also die Fähigkeiten höherer Ordnung, zu legen, beschäftigt er sich in *Phänomenologie der Wahrnehmung* größtenteils mit den körperlichen und motorischen Fähigkeiten, die gemeinhin Fähigkeiten niedriger Ordnung genannt werden (s. Halák, 2023). „Merleau-Ponty’s point is that conceptual reflective knowledge does not constitute a necessary foundation of sensorimotor coping and perception, rather that the former is necessarily absent in the latter“ (Halák, 2023, S. 370). Wenn man Halák, 2023 hier folgt, benötigt die Phänomenologie des Leibes für ihre leibfokussierte Wahrnehmung keine Wissensbasis.

Es geht darum, einen Bezug zwischen dem sprachlichen, perzeptiven und motorischen Inhalt und der ihm gegebenen Form bzw. der ihn beseelenden Symbolfunktion zu Begriff zu bringen, der weder einer Reduktion der Form auf den Inhalt noch einer Subsumtion des Inhalts unter eine autonome Form gleichkommt (Merleau-Ponty, 2010, S. 154)

Zu sagen, dass die Phänomenologie des Leibes absolut keine Wissensbasis benötigt, ist jedoch irreführend. Merleau-Ponty versteht die Leiberfahrung und das aus ihr entstandene, in Ermangelung eines besseren Wortes, Wissen, als grundsätzlich verschieden zu dem rein kognitiven Wissen, welches oben besprochen wurde. Zudem versteht er diese Form von Wissen im Zusammenhang mit Motorik.

Wenn man beispielsweise mit Hilfe einer Tastatur eines Computers einen Text verfasst, so gibt es „Wissen, das in den Händen ist, dass allein der leiblichen Betätigung zur Verfügung steht, ohne sich in objektive Bezeichnung übertragen zu lassen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 174). Diese Unterscheidung ist schwierig zu fassen. Es ist kein kognitives Wissen und es ist kein Automatismus, sondern ein, nur der leiblichen Betätigung inhärentes, Wissen. Wie kann das sein?

Ein Erklärungsansatz ist, dass in dem Moment, in dem ein Leib in eine Beziehung zur Umwelt tritt, diese Umwelt, wie auch schon angeklungen ist, in ein interdependentes Verhältnis tritt. Die Art dieses Verhältnisses wird von dem Leib und der Umwelt gleichermaßen bestimmt.

Man nehme als Beispiel erneut die Computertastatur. Eine Person, die mehrere Jahre Erfahrung im Tippen von Texten besitzt, hat ein bestimmtes Verhältnis zwischen ihrem Leib und der Tastatur. Ohne nachzudenken, kann die Person schnell und sicher Texte produzieren. Ändert man nun eine Variable, verändert sich das Verhältnis drastisch.

Wenn eine Person ohne jegliche Erfahrung vor einer Computertastatur sitzt, kann sie vielleicht trotzdem Texte produzieren, doch es wird ihr an Geschwindigkeit und Sicherheit mangeln. Wenn man der erfahrenen Person eine Tastatur vorlegt, bei der die Reihenfolge der Tasten verändert wurde, so wird es auch dieser Person sehr schwerfallen, Texte schnell und sicher zu verfassen.

Hieran kann man erkennen, dass die Leiberfahrung ein, man könnte sagen, leibliches Wissen ist, das einerseits den eigenen Leib und andererseits die Struktur der Umwelt benötigt. Es ist somit drastisch verschieden zu einem Faktenwissen. Wäre es ähnlich, so müsste das kognitive Begreifen der Veränderung der Reihenfolge von Tasten auf einer Tastatur ausreichen, um einen geübten Menschen weiterhin schnell Texte produzieren zu lassen.

Diese Leiberfahrung ist das, was im Seelenblindheit-Beispiel als Bekanntheit verstanden wurde. Wenn ich jahrelang an Computern Texte produziert habe, ist die Beziehung zwischen meinem Leib und einer Computertastatur eine mir bekannte, eine Leiberfahrung oder genauer: Leibwissen.

Dieser Begriff der Leiberfahrung oder des Leibwissens muss im Gegensatz zum kognitiven Wissen als nicht-symbolisch verstanden werden. Wie Merleau-Ponty schreibt, lässt sich diese Form von Wissen nicht in „objektive Bezeichnung übertragen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 174). Das heißt, das Wissen lässt sich nicht explizit in ein Symbol wandeln, das kommuniziert werden kann.

Ich kann meine Form des Leibwissens gegenüber einer Computertastatur lediglich beschreiben, ich kann sie jedoch nicht in der Form kommunizieren, dass ein Gegenüber mein Leibwissen erhält und es bei ihm als solches fungieren kann.

Philosophen, die sich auf Merleau-Ponty berufen, verstehen dieses Phänomen als Vermengung von Denken und Bewegung. Karoblis, 2023 nennt das Phänomen kinästhetisches Selbst und schreibt prägnant: „The kinesthetic self keeps two dimensions of my life together. I think the way I move, and I move the way I think“ (Karoblis, 2023, S. 98).

Ein Satz wie „Die Summe der Innenwinkel eines Dreiecks beträgt  $180^\circ$ “ bezeichnet symbolisches Wissen. Jemandem dies zu kommunizieren heißt, symbolisches Wissen zu teilen, und zwar vollends. Würde ich jemandem stattdessen die Beziehung zwischen meinem Leib und der Tastatur beschreiben wäre es ihm nicht möglich, dieses Wissen anzuwenden und auf seinen Leib zu übertragen.

Ist es möglich, diese nicht-symbolische beziehungsweise sub-symbolische Leibwahrnehmung zu modellieren? Die interoperative Robotik spricht davon, symbolische Systeme mit Hilfe von Top-Down und sub-symbolische Systeme mit Bottom-Up Ansätzen zu modellieren (s. Haun, 2013, S. 93).

Diese Idee findet man bereits in der Unterscheidung zwischen materiellen Modellen, unter die man die symbolischen Modelle subsumieren kann, und formalen Modellen, die in mathematische und logische Modelle untergliedert werden (s. Haun, 2013, S. 86). So konstruiert man symbolische Systeme mittels allgemeiner Grundsätze und Regeln, während sub-symbolische Systeme durch Beispiele trainiert werden.

Aus Sicht der Entwicklung werden im Falle des „Top-Down“-Ansatzes Lösungsmodelle erstellt, die aus einer bereits bestehenden Theorie hervorgehen, also eine andere Formulierung der Theorie darstellen. Im Gegensatz dazu werden beim Bottom-Up-Ansatz Lösungen entwickelt, um mit ihnen Ausgabedaten zu produzieren, die dem Verhalten des modellierten und simulierten Realitätsausschnitts entsprechen (Haun, 2013, S. 166)

Wenn man dieses Zitat mit den Erkenntnissen Merleau-Pontys zusammenbringt und *Haun, 2013* in seiner Annahme richtig liegt, dass sub-symbolische Systeme durch Bottom-Up Ansätze modelliert werden sollten (s. Haun, 2013, S. 105), dann könnte man dafür argumentieren, dass auch die Phänomenologie des Leibes einen Bottom-Up Ansatz verfolgt, beziehungsweise verfolgen sollte.

Merleau-Pontys Herangehensweise ist keine, die mit der eines Top-Down Ansatzes korreliert. Es gibt keine vorher gefasste, theoretische Grundlage, aufgrund derer das menschliche Verhalten erklärt werden soll. Stattdessen legt Merleau-Ponty den Fokus auf die Beziehung zwischen Leib und Umwelt, beziehungsweise Leib und Welt, die sich im Moment der Erfahrung entfaltet und mit ihr entsteht.

So muss auch der Mensch, ähnlich einem sub-symbolischen Ansatz in der Robotik, trainieren beziehungsweise trainiert werden. So wie ein Computer zunächst eine Sammlung von Bildern von Gesichtern analysieren muss, um in weiteren Bildern Gesichter erkennen zu können, muss ich über eine lange Zeit hinweg mit Tastaturen schreiben, bevor sich hieraus ein Leibwissen generieren kann.

Wählt man nun einen Bottom-Up Ansatz zur Modellierung der Phänomenologie des Leibes, so gelangt man zu einer Sichtweise, die in der interoperativen Robotik bereits eingearbeitet wurde. Eine Möglichkeit eines Bottom-Up Ansatzes mit Hilfe von künstlicher Intelligenz sind künstliche neuronale Netze (KNN).

Hierbei handelt es sich um Zusammensetzungen vieler einzelner, künstlicher Neuronen, die nach dem Vorbild der Funktionsweise menschlicher Neuronen konstruiert wurden. Die philosophische Position des Konnektionismus besagt, dass mit Hilfe solcher KNN das menschliche Bewusstsein sowie kognitive Fähigkeiten abgebildet und modelliert werden können (s. SEP, Connectionism, 2019). Der Konnektionismus stellt eine Alternative zur bisherigen Auffassung dar, nach der die kognitiven Vorgänge des Menschen algorithmische, symbolische Prozesse sind, die den Prozessen eines Computers ähneln.

An die Stelle der Symbole, in Form von bedeutungshaltigen Einheiten, treten subsymbolische Repräsentationen. Eine solche subsymbolische Verarbeitung bedeutet, dass das, was gemeinhin als ein Symbol dargestellt wird,

zunehmend durch einen Vektor von Werten repräsentiert wird, die erst in ihrer Gesamtheit die Repräsentation ergeben (Haun, 2013, S. 150)

Bei subsymbolischen Systemen ist das Wissen nicht offen zugänglich und leicht extrahierbar, wie es bei symbolischen Systemen der Fall ist. Wollte man dem Begriff des Wissens ein Korrelat bei subsymbolischen Systemen zuweisen, wären dies beim KNN die Verbindungen zwischen den künstlichen Synapsen, die Gewichtungen, etc. Also kurz: All das, was es dem KNN möglich macht zu lernen und assoziative Speicherung von Informationen zulässt (s. Haun, 2013, S. 372). Da KNN auch in der interoperativen Robotik verwendet werden, benutzt auch sie subsymbolische Prozesse, um menschliche Kognition abzubilden.

Der entwickelte subsymbolische Ansatz verhält sich in dieser Frage eher neutral, indem er lediglich die Position zulässt, dass die kognitiven Strukturen des Denkens als emergente Phänomene durch die Konnektivität neuronaler Netze und ihrer Aktivitätsmuster und Schwellenwerte entstehen. Mit anderen Worten, wird demnach ein subsymbolisch arbeitendes System „trainiert“, während dessen [sic] ein symbolisch arbeitendes System eher ‚programmiert‘ wird. Damit lässt der symbolische und subsymbolische Anteil aber die Annahme zu, dass ‚Mensch‘ und ‚Maschine‘ in strukturell analoger Form, d. h. in ähnlich gelagerter Art und Weise, emergente Phänomene hervorzubringen in der Lage sind. (Haun, 2013, S. 466)

Hier wird die Grundlage von wiederholbaren Experimenten verlassen und man bewegt sich im Feld reiner Theorienbildung, die möglicherweise nicht mit Hilfe von epistemischen Erkenntnissen verifiziert werden kann. Es sollte jedoch erwähnt werden, dass ein KNN einen Output durchaus symbolisch repräsentieren kann, jedoch ist die Verarbeitung eines KNN niemals symbolisch möglich und passiert aufgrund der Gewichtungen immer subsymbolisch.

Ein prinzipielles Problem der Phänomenologie liegt darin, dass das, worauf die Phänomenologen großen Wert legen – nämlich die Phänomene – die protosubjektiven Erfahrungen sind, die sich, zumindest bisher, intersubjektiv nicht anders kommunizieren lassen als durch nicht nachprüfbar Äußerungen.

Wenn ein Mensch sagt, er habe eine rot-Erfahrung oder er fühle Schmerz, dann kann dies nur durch sprachliche Kommunikation oder vorher vereinbarte Zeichen kommuniziert werden, da es sein kann, dass alle Vorbedingungen erfüllt sind, die rot- oder Schmerzerfahrung bei anderen Menschen möglich machen würden, doch aufgrund von Anomalitäten diese Erfahrungen ausbleiben.

Aufgrund dessen ist es schwer möglich oder gar unmöglich, einen solchen phänomenalen Gehalt bei Systemen nachzuweisen, die nicht die nötige kommunikative Fähigkeit besitzen, um dies auszudrücken. Allerdings wäre den Wissenschaftlern auch nicht damit gedient, einen Roboter zu programmieren, der, beinahe auf Knopfdruck, ‚Ich habe eine rot-Wahrnehmung‘ sagen kann, ohne ein solches Phänomen auch wirklich zu erfahren.

Hier stellt sich die Frage, ob Roboter jemals phänomenalen Inhalt besitzen können, von dem Menschen aus zweiter Hand erfahren. Man könnte die Theorie aufstellen, dass die Tatsache, dass Menschen diesen Roboter gebaut haben, es unmöglich macht, dass ein solcher phänomenaler Inhalt wahrheitsgemäß kommuniziert wird. Eine solche Sichtweise könnte bereits beim chinese-room Gedankenexperiment von Searle, 1980 interpretiert werden.

Wenn der Aufbau eines Robotersystems vollständig erfasst und verstanden wird, fehlt das unbekannte Element, das den phänomenalen Inhalt erst möglich macht. Besitzt jedes Areal des Roboters eine klar definierte Aufgabe und keine dieser Aufgaben ist ‚emergente phänomenale Inhalte erfahren‘, dann kann dies schlicht nicht passieren.

Es scheint eine intrinsische Eigenschaft der phänomenalen Inhalte zu sein, dass Wesen, die sie nicht aus erster Hand erleben, sie nur durch intersubjektive Äußerungen erfahren können. An dieser Stelle soll nicht viel weiter auf diese Frage eingegangen werden, da schon die ontologische Einordnung phänomenaler Erfahrung umstritten und komplex ist.<sup>9</sup>

Auf die Frage, ob interoperationale Roboter in ihrer Herangehensweise, Kognition zu modellieren, symbolisch oder subsymbolisch agieren, gibt es daher eine klare Antwort: Sie „besitzen kein internes symbolisches Modell ihrer Umwelt“ (Haun, 2013, S. 193) – selbst ihre Umgebungskarten sind subsymbolisch generiert und abgespeichert. Nun besitzt der Mensch trotzdem die Fähigkeit der Symbolverarbeitung. Diese Fähigkeit wird auch von der interoperationalen Robotik berücksichtigt (s. Haun, 2013, S. 284), sie ist jedoch kein zentraler Teil eines kognitiven Modells, das sich auf die Beziehung zwischen Leib und Umwelt spezialisiert. Dies hat, neben den bereits genannten Ursachen, den Grund, dass rein symbolische Verarbeitung eine längere Zeit in Anspruch nimmt, die sich nicht mit der Reaktionsfähigkeit von Menschen deckt (s. Haun, 2013, S. 186).

Die Synthese [...] des Raumes ist immer aufs neue [sic] zu beginnen. Die Bewegungserfahrung unseres Leibes ist kein Sonderfall einer Erkenntnis; sie eröffnet uns eine Weise des Zugangs zur Welt und zu Gegenständen, eine 'Praktognosie', die es als eigenständig, ja vielleicht als ursprünglich anzuerkennen gilt. Mein Leib hat seine Welt oder begreift seine Welt, ohne erst den Durchgang durch 'Vorstellungen' nehmen oder sich einer 'objektivierenden' oder 'Symbol-Funktion' unterordnen zu müssen (Merleau-Ponty, 2010, S. 170)

---

<sup>9</sup> An dieser Stelle sollen noch einige Werke genannt werden, die in diesem Zusammenhang hohe Relevanz besitzen. Neben Searle, 1980 hatte Nagel, 1974 mit seiner Frage „What is it like to be a bat?“ einen großen Einfluss auf diese Diskussion. Nagel steht gemeinsam mit Chalmers, 1995 auf der Seite derer, die einem Reduktionismus der Phänomene auf die materielle Ebene entgegenstehen und somit den phänomenalen Qualitäten eine besondere Stellung zugestehen. Auf der anderen Seite, wenn auch in Abstufungen unterschiedlicher Intensität, stehen Tye und Wright, 2011, sowie Dennett, 1979, die von kritischen Stimmen bis zu vollkommener Ablehnung distinkter, phänomenologischer Wahrnehmungsinhalte reichen. Dazwischen entstanden neue Positionen wie beispielsweise in Vosgerau, Schlicht und Newen, 2008, die eine dynamische Sicht auf Bewusstsein wählen und weitere Unterscheidungen treffen, wie die zwischen Phänomenalität selbst und ihrem Gehalt.

Dieses Zitat ist eine gute Überleitung zu der nächsten Frage, die im Rahmen der Motorik gestellt werden soll: In welchem Verhältnis stehen Handlung und Raumwahrnehmung?

Wenn man sich dieser Frage annähert, findet man, dass Merleau-Ponty dem Leib eine aktive Rolle in der Wahrnehmung zugesteht, denn „der Leib, dem wir die Synthesis der wahrgenommenen Welt zuschreiben, ist kein pures gegebenes und kein passiv hingenommenes Ding“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 279). Der Leib ist laut der Phänomenologie des Leibes also keine passiv gegebene Wahrnehmungsapparatur, die sich entgegen und gegenüber der Welt ansiedelt.

In der visuellen Wahrnehmung ist das Auge kein Auge von außen, das auf die Welt blickt, sondern ein Auge *in* der Welt, das seine Umwelt betrachtet. Meine Hände sind keine Verlängerungen, die von außen in die Welt reichen, sondern bereits in der Welt verortet. Der Leib und die Umwelt sind somit auch begrifflich nicht mehr zu trennen. Der Systembegriff hilft dabei, diese Verschmelzung besser zu verstehen.

Das Konzept von offenen Systemen ermöglicht es, Systeme nicht mehr als abgeschlossene, alleinstehende Entitäten zu betrachten, sondern als Ansammlung von Systemelementen, die „Beziehungen zu ihrem Systemumfeld unterhalten“ (Haun, 2013, S. 43). Systeme dieser Art sind außerdem probabilistisch, selbstorganisiert, strukturdeterminiert und adaptiv (s. Haun, 2013, S. 44 – 45).

Bisher wurden die Fähigkeiten des Menschen oft als Mittel verstanden, um die Kognition zu unterfüttern. Wenn man diesen Ursache-Wirkungs-Komplex umkehrt, bemerkt man, dass es auch so verstanden werden kann, dass kognitive Vorgänge dazu dienen, Ziele in der Welt zu erreichen und dies mit Hilfe von Handlungen zu tun (s. Pezzulo, 2015, S. 20).

Wie bereits bei der systemischen Intelligenz angeklungen ist, ist Zielorientierung ein großer Teil dessen, was unsere Intelligenz ausmacht. Anders gesagt: Ob ein System intelligent ist hängt zu großen Teilen davon ab, ob Ziele geformt, verstanden, angestrebt und erreicht werden.

Ob Ziele geformt, verstanden, angestrebt und erreicht werden, involviert Handlung in verschiedenen Abstufungen. Dies bedeutet, dass Handlung sowohl ein Teil dessen ist, was sich auf die systemische Intelligenz auswirkt, als auch eine Konstituente der Kognition. Die systemische Intelligenz benötigt eine Beziehung und die Interaktion mit der Umwelt. Beides ist nur durch Handlung möglich.

Diese Überlegungen, in Bezug auf offene Systeme, lassen die Hypothese zu, dass Handlung ein Teil von Wahrnehmung ist und vielleicht sogar sein muss. „Broadly speaking, learning sensorimotor skills means learning to exploit systematic relations between actions and (changes in) the world“ (Pezzulo, 2015, S. 21). Wenn eine Wahrnehmung immer nur in Interoperation mit der Umwelt erscheinen kann

und das Subjekt mit Hilfe von Handlung eine Beziehung zur Umwelt aufbaut, dann ist Handlung ein notwendiger Teil des Wahrnehmungsprozesses (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 256).

Schließlich kann man sagen, dass der Körper dem Menschen auf verschiedene Weisen gegeben ist. Der Körper ist sowohl das räumlich ausgedehnte Ding, das man aus sich selbst heraus erfährt, als auch der räumlich ausgedehnte Gegenstand als Objekt und anderen Objekten. Der Leib kommt noch dazu als eine Form des lebendigen Körpers, der jedoch vom Objekt verschieden sein kann. In der interoperativen Robotik kann diese Form eines lebendigen Körpers nachgestellt werden. Die systemische Intelligenz, die eine Interoperation erst möglich macht, scheint somit parallel zum Leib bei Merleau-Ponty zu verlaufen.

### 3.3 Phantomglieder

Ein weiteres Beispiel von Merleau-Ponty, das bereits von vielen weiteren Philosophen besprochen wurde, ist das des Phantomgliedes (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 100 – 111).

Von einem Phantomglied spricht man bei Menschen, die das Vorhandensein eines Körperteils spüren, obwohl dieses Körperteil nicht vorhanden ist (z.B. aufgrund von Amputation). Bei einem solchen Phänomen existiert eine Diskrepanz zwischen dem objektiven Körper und dem wahrgenommenen Leib der Person. In der Leibkonzeption überlebt das verlorene Körperteil seine Entsprechung im objektiven Körper und bleibt der Person in seiner Wahrnehmung gegeben.

Das Gefühl des Phantomgliedes kann verhindert beziehungsweise später aufgelöst werden, indem man bereits früh mit Substituten wie Prothesen arbeitet oder später, wenn das Phänomen des Phantomgliedes bereits existiert, die Nervenbahnen, die zu nicht mehr vorhandenen Gliedmaßen laufen, entfernt. Merleau-Ponty erklärt dieses Phänomen folgendermaßen:

Warum endlich bringt die Entfernung der entsprechenden Nervenleiter das Phantomglied zum Verschwinden? Unter dem Gesichtspunkt des Zur-Welt-seins betrachtet, bedeutet dies, daß es die vom Stumpf ausgehenden Erregungen sind, die das amputierte Glied im Kreislauf der Existenz erhalten. Sie bezeichnen und bewahren seinen Platz, lassen es nicht gänzlich zunichte werden, vielmehr im Organismus noch mitzählen, halten gleichsam eine Leerstelle auf, die in der Geschichte des Subjekts sich ausfüllen kann, und gestatten es diesem, das Phantom zu realisieren, so wie strukturelle Störungen es dem Psychoseinhalt gestatten, Delirien zu realisieren. So ist der sensorisch-motorische Kreislauf innerhalb des Zur-Welt-seins eine relativ autonome Strömung der Existenz (Merleau-Ponty, 2010, S. 111)

Merleau-Ponty begreift das Phänomen des Phantomgliedes nicht nur physiologisch oder nur psychologisch, sondern sieht die Erklärung in einem Zusammenspiel beider. Die Entstehung sowie das Verschwinden des Phantomgliedes sind für ihn sowohl durch körperliche als auch durch geistige Zusammenhänge verursacht (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 101). Eine ähnliche Dichotomie, die beim Verständnis der Phantomglieder aus der phänomenologischen Sichtweise hilft, beschreibt er in einer Weise, die hier *Zwei-Welten-Theorie* genannt werden soll, obwohl Merleau-Ponty diese Terminologie selbst nicht verwendet.

Diese Zwei-Welten-Theorie ist die Idee, dass es eine objektive und eine wahrgenommene Welt gibt (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 56 – 58). Diese zwei Welten existieren gleichzeitig und unterstehen verschiedenen Eigenheiten. Eine solche Eigenheit, die für Merleau-Ponty sehr wichtig ist und im Laufe dieser Arbeit noch einmal aufgenommen wird, beschäftigt sich mit den unterschiedlichen Eigenschaften des Wahrheitsbegriffs zwischen der objektiven und der wahrgenommenen Welt.

Während die Wahrheit der objektiven Welt mit instrumenteller Hilfe bestätigt werden kann, ist eine solche Überprüfung in der wahrgenommenen Welt nicht möglich. Dies hat zur Folge, dass die

wahrgenommene Welt Zustände beinhaltet, die sich von den Zuständen in der objektiven Welt unterscheiden und trotzdem bestehen bleiben (beispielsweise durch optische Täuschungen ausgelöst).

Beim Phantomglied hilft diese Unterscheidung in zwei Welten damit zu begreifen, wie das Fehlen des Körpergliedes mit der Wahrnehmung des Bestehens desselben übereinkommen kann. In der wahrgenommenen Welt ist das Glied vorhanden und dem Subjekt gegeben, in der objektiven Welt gibt es jedoch kein materielles Gegenstück zum Wahrnehmungsinhalt. So kann ein Patient die ärztliche Erklärung verstehen und annehmen, ohne, dass sich die Wahrnehmung des Phantomgliedes ändert.

Das Phänomen des Phantomgliedes ist zudem nicht nur das Zusammenspiel von Körper und Bewusstsein. Merleau-Ponty beschreibt außerdem eine Ambivalenz im Bewusstsein selbst.

So bleibt also auch das Bewusstsein des Phantomgliedes zweideutig. Der Amputierte fühlt sein Bein, so wie ich aufs lebhafteste die Existenz eines Freundes empfinden kann, auch wenn ich ihn nicht vor Augen habe [...] Der Phantomarm ist nicht Vorstellung eines Armes, sondern die ambivalente Gegenwart des Armes selbst (Merleau-Ponty, 2010, S. 105 – 106)

Hiermit gibt es zwei phänomenologische Interpretationsansätze der Phantomglieder. Betrachtet man die Zweideutigkeit des Bewusstseins könnte man zu dem Schluss kommen, dass der Stellenwert des Körpers für eine Modellierung dieses Beispiels nicht so hoch ist wie im vorherigen Seelenblindheit-Beispiel. Folgt man diesem Ansatz, könnte man möglicherweise eine repräsentationale Erklärung für Phantomglieder entwickeln, die dem Leib keine zentrale Rolle zuweist.

Den zweiten Interpretationsansatz findet man im vorletzten Zitat, das sich mit dem Zur-Welt-sein beschäftigt (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 111). Wenn die Entfernung des Nervenstrangs das Phänomen des Phantomgliedes auslöscht, könnte man die Hypothese aufstellen, dass der Leib stärker in die Interpretation derartiger Phänomene einbezogen werden muss. Bei diesem Ansatz müsste man, wie schon bei dem Beispiel der Seelenblindheit, enaktiv modellieren.

Würde man das Phänomen der Phantomglieder mit einem repräsentationalen System modellieren wollen, würde dies einen Unterschied zwischen der Realisierung vom Seelenblindheit-Beispiel und dem Phantomglied-Beispiel konstituieren. Während das Robotersystem beim ersten Beispiel ein autonomes, enaktives Modell sein muss und kaum durch ein repräsentationales Modell erklärt werden kann, da der Kranke mit der Umwelt interagieren muss, könnte man das Phantomglied möglicherweise ohne die Zuhilfenahme eines enaktiven Modells erklären. Dies nimmt dem Modell die Möglichkeit zur Handlung und vereinfacht es somit stark. Im Fall des Phantomgliedes könnten wir zunächst, entsprechend Metzinger, 1993, eine repräsentationale Lösung versuchen.

Die Frage nach dem Phantomglied ist laut Metzinger, 1993 die Frage danach, wie „ein informationsverarbeitendes System wie das menschliche Gehirn unter bestimmten Bedingungen ein

phänomenales Selbst *halluzinieren* kann“ (Metzinger, 1993, S. 26). Auch er schreibt von einem Weltmodell (s. Metzinger, 1993, S. 24), doch hierbei handelt es sich lediglich um die Möglichkeit für den Kranken, sein Phantomglied zu erkennen und nicht um ein Modell der Umwelt, das für die Erklärung dieses Falles relevant wäre.

Eine problematische Integration des eigenen Körpers in ein Weltmodell kann demnach zum Phänomen des Phantomgliedes führen. Das heißt jedoch nicht, dass die Interaktion mit der Umwelt benötigt wird, um das Phänomen zu erklären, da auch die Propriozeption des eigenen Körpers Teil des Weltmodells ist. Diese Sichtweise wird durch die Tatsache gestützt, dass das Phänomen des Phantomgliedes eben nur das ist: ein Phänomen, das sich, wenn auch ambivalent, doch nur im Bewusstsein der Person befindet.

Denn es ist ein wichtiges Charakteristikum menschlichen phänomenalen Bewußtseins, dass mentale Repräsentate oft auch dann aktiviert und miteinander verknüpft werden, wenn [...] die ihren Gehalt bildenden Zustände der Welt, keine *aktuellen* Zustände sind (Metzinger, 1993, S. 20)

Merleau-Ponty beschreibt im Hinblick auf das Phantomglied eine ähnliche Sichtweise. „Verständlich wird dieses Phänomen [...] aus der Perspektive des Zur-Welt-seins [...] [und d]er Leib ist das Vehikel des Zur-Welt-seins“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 106). Auch hier wird das Verhältnis zu einem Weltmodell oder einem phänomenologischen Zur-Welt-Sein betont, das jedoch den Leib und die Umwelt stärker einbezieht.

Des Weiteren ist das Phantomglied für Merleau-Ponty „weder einfach die Folge objektiver Kausalität, noch auch nur eine cogitatio. Ein Gemisch aus beidem könnte es nur sein, wenn es möglich wäre, eines zum anderen in Bezug zu setzen: 'Psychisches' und 'Physiologisches', 'Für-sich' und 'An-sich'“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 101).

So scheint es möglicherweise zunächst paradox, dass ein Krankheitsverlauf mit einem klaren Bezug zu Gliedmaßen (Phantomglieder) keine Herangehensweise benötigt, die besonderen Wert auf den Leib legt und die visuelle Wahrnehmung, bei der man nicht sofort eine Korrelation oder Interdependenz mit dem gesamten Körper annehmen würde, diese benötigt. Eine Erklärung für diesen Umstand kann man in der interoperativen Robotik unter den Begriffen der exogenen und endogenen Variablen finden (s. Haun, 2013, S. 136).

Exogene Variablen sind Variablen, die außerhalb des Systems liegen, dort vom System erkannt, analysiert und in den (Handlungs-)Plan eingefügt werden müssen. Endogene Variablen hingegen sind Variablen, die sich innerhalb des Systems befinden. Diese Unterscheidung zeigt sich bei den verschiedenen, oben besprochenen, Beispielen.

Der Patient mit Seelenblindheit verändert sein Verhalten, sobald er Zugang zu exogenen Variablen bekommt. Dies deutet darauf hin, dass exogene Variablen und damit Umwelteinflüsse ein wichtiger

Bestandteil dessen sind, was die Seelenblindheit auslöst, beziehungsweise was die Probleme der Seelenblindheit auflöst. Beim Phantomglied-Beispiel ist dies nicht der Fall. Hier gibt es nichts im Erleben des Kranken, das die Umstände durch exogene Variablen verändern würde.

Auch die Phänomenologie des Leibes macht eine solche Unterscheidung. „Genau wie der Akt des Nennens erfordert auch der Akt des Zeigens, daß der Gegenstand nicht mit dem Leibe angegangen, von ihm erfaßt und aufgesogen wird, sondern auf Abstand gehalten bleibt und so vor dem Subjekt sich ins Bild zu setzen vermag“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 147). Hier wird klargestellt, dass die Akte des Nennens und Zeigens einen Bruch zwischen dem Bereich des Leibes und dem der Umwelt benötigen.

Bei der Beschreibung des Glaubens an das Phantomglied und des Nicht-anerkennenwollens der Verstümmelung sprechen die Verfasser diesbezüglicher Arbeiten von 'organischer Verdrängung' oder 'Unterdrückung'. Diese wenig cartesianischen Ausdrücke legen die Idee eines organischen Denkens nahe, auf Grund deren ein Bezug zwischen 'Psychischem' und 'Physiologischem' denkbar würde (Merleau-Ponty, 2010, S. 102)

Auch in diesem Zitat zeigt sich, dass ein solches organisches Denken zwischen Psychischem und Physiologischem, also zwischen Körper und Bewusstsein, erscheint. Es erscheint nicht zwischen Umwelt und System (beziehungsweise dem Menschen), sondern im System selbst, ohne, dass ein solches System die Umwelt umfassen müsste.

Man könnte im Sinne dieser Überlegungen die These aufstellen, dass bereits eine Phänomenologie die ohne den Leib-Begriff arbeitet, das Phänomen des Phantomgliedes zur Gänze erklären könnte. Um dies zu tun könnte das Phantomglied als intentionales Objekt (oder um phänomenologisch zu sprechen: ein Noema) ohne materielles Gegenstück verstanden werden.

Wollte man den Leib in eine Erklärung des Phantomgliedes aufnehmen, könnte man dies mit Hilfe von etwas tun, das hier als ‚habituellem Leib‘ benannt werden soll. Merleau-Ponty schreibt:

[F]ordert man mich auf, mein Ohr oder mein Knie zu berühren, so führe ich auf dem kürzesten Wege meine Hand ans Ohr oder ans Knie, ohne mir erst die Ausgangsstellung meiner Hand, die Lage meines Ohres und den Weg von jener zu dieser vorstellen zu müssen. Der Leib ist es, so sagten wir, der im Erwerb einer Gewohnheit 'versteht' (Merleau-Ponty, 2010, S. 174)

Hier wird eine Form des Leibes angesprochen, die von dem materiellen Körper unterschieden werden kann. Merleau-Ponty nach ist der Leib dem Menschen, so wie das Bewusstsein auch, auf zwei verschiedene Weisen gegeben. Zum einen besitzt der Mensch den Leib als materielle Ausdehnung, synonym zum Körper, den räumlichen oder ausgedehnten Leib. Zum anderen besitzt der Mensch seinen Leib so, dass er ihm durch Gewohnheiten und das Zur-Welt-Sein gegeben ist, den habituellen Leib.

Er besitzt also einen räumlichen Leib im Sinne eines Schemas, das den Körper umfassen kann, dies häufig tut, jedoch nicht tun muss und sich vom materiellen Körper unterscheiden kann. Zudem besitzt er seinen Leib in einer Art, die sich von der reinen Räumlichkeit unterscheidet, in der Form, dass er

mit diesem räumlichen Leib in seine Umwelt eingreift und in Zusammenarbeit mit seinem Körper Handlungen ausführen und sie zur Gewohnheit machen kann – den habituellen Leib.

Dieser wird durch das Zur-Welt-Sein, also die Lebenswirklichkeit des Menschen gebildet. Die Wahrnehmungsstrukturen, die der Mensch trotz der Veränderungen am räumlichen Leib besitzen kann, können sich vom habituellen Leib unterscheiden. So könnte man das Phantomglied-Beispiel auch mit Zuhilfenahme des Leibes erklären.

Das Phantomglied könnte einen Unterschied zwischen dem räumlichen Leib als gefühlter Ausdehnung im Raum und dem habituellen Leib als Ort der Gewohnheit konstituieren. Obwohl der räumliche Leib im Phantomgliedbeispiel den verlorenen Arm noch immer als Teil des Körpers versteht, nimmt die Gewohnheit, die mit dem Arm verbunden war, mit der Zeit ab. Das heißt, der habituelle Leib erfährt eine Veränderung, nämlich das Verlieren, beziehungsweise umformen einer Gewohnheit, während der räumliche Leib – das Gefühl das Phantomglied noch zu besitzen – unverändert bleibt.

Um einen solchen habituellen Leib zu konstruieren muss der Mensch, wie schon im Seelenblindheits-Beispiel, mit der Umwelt interagieren und interoperieren. Dies bezieht die Umwelt erneut mit ein und würde den Leib in diesem Erklärungsansatz auch für das Phantomglied-Phänomen notwendig machen.

Diese Interpretation soll hier nur als enaktive Option verstanden werden, die mit Hilfe der Phänomenologie des Leibes als Alternative zur repräsentationalen Lösung gelten kann, die das Phantomglied-Phänomen ohne den Leib-Begriff erklärt. Das bedeutet, dass beide Beispiele (Seelenblindheit und Phantomglied) von einer enaktiven Herangehensweise erklärt werden können und ersteres sogar auf diese Weise erklärt werden muss, während das zweite auch mit Hilfe eines repräsentationalen Ansatz interpretiert werden kann.

Zusammenfassend kann man sagen, dass das Beispiel der Phantomglieder aufzeigt, dass eine repräsentative Erklärung ausreicht, so lange der Mensch in den Beispielen nicht mit der Umwelt interagieren muss. Allerdings ist auch eine enaktivistische Erklärung der Phantomglieder möglich, nur nicht zwingend notwendig.

### 3.4 Gewohnheit und situative Systeme

#### Stromausfall-Beispiel

Man stelle sich folgende Situation vor: Eine Person, nennen wir sie Elias, lädt seine Freundin, nennen wir sie Mia, zum ersten Mal zu sich nach Hause ein. Sie sitzen auf dem Sofa im Wohnzimmer, als plötzlich der Strom ausfällt. Nehmen wir an, die Wohnung ist schön dekoriert und Mia hat sich den ganzen Raum ausführlich angeschaut, bevor der Strom ausfiel. Wer von den beiden wäre besser geeignet, im Dunkeln zum Stromkasten zu gehen und die Sicherungen wieder einzuschalten?

Ginge es um die visuelle Wahrnehmung des Raumes könnte man argumentieren, dass Mia den Raum noch vor Kurzem sehr eingängig betrachtet hat und ihn klarer im Gedächtnis hat als Elias, der dort schon länger wohnt und dessen Aufmerksamkeit nicht tagtäglich auf der Einrichtung ruhen wird. Würde man beide Personen auffordern die Gegenstände im Raum aufzuzählen könnte es sogar sein, dass Elias einiges von dem vergisst, was Mia aufgefallen ist.

Wenn es jedoch anstatt um die visuelle Wahrnehmung um die habituelle Leibwahrnehmung geht, hat Elias einen klaren Vorteil. „Meine Wohnung ist für mich nicht eine Reihe stark miteinander assoziierter Bilder, sie bleibt mir nur eine vertraute Umgebung, solange ich ihre wesentlichen Richtungen und Abstände noch 'in Händen' oder 'in den Beinen' habe“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 158).

Elias ist seine Wohnung auf eine andere Art und Weise bekannt als Mia. Das tägliche Leben in dieser Umgebung hat Elias einen anderen Zugang zu seiner Umwelt gewährt, als Mia ihn durch die rein visuelle Wahrnehmung besitzt.

Mia weiß symbolisch, vielleicht in dem Moment des Stromausfalls besser als Elias, wie weit ein Regal vom Sofa entfernt ist und könnte eine präzisere Schätzung abgeben. Elias hingegen besitzt ein nicht-symbolisches Wissen darüber, in welchem Winkel und wie weit er seinen Arm ausstrecken muss, um das Regal zu berühren. Um ein solches Wissen zu erlangen, müsste Mia über lange Zeit in dieser Wohnung leben.

Dieses Beispiel soll im Folgenden interpretiert werden, um die Unterschiede zwischen symbolischem und subsymbolischem Wissen darzustellen. Es illustriert zwei Begriffe, die sowohl in *Phänomenologie der Wahrnehmung* als auch in der interoperativen Robotik eine Rolle spielen: Gewohnheit und Situation.

Merleau-Ponty definiert Gewohnheit folgendermaßen:

Das Phänomen der Erwerbung einer Gewohnheit, als Verwandlung und Erneuerung des Körperschemas, bereitet den klassischen Philosophien die größten Schwierigkeiten, da sie stets dazu neigen, jede Synthese als eine intellektuelle aufzufassen [...] Was aber ist die Gewohnheit dann, wenn sie weder eine Kenntnis noch ein Automatismus ist? Ein Wissen, das in den Händen ist, das allein der leiblichen Betätigung zur Verfügung steht, ohne sich in objektive Bezeichnung übertragen zu lassen (Merleau-Ponty, 2010, S. 172 - 174).

In diesem Zitat steckt bereits die Grundidee des Stromausfall-Beispiels, die besagt, dass der Leib eine eigene, nicht-symbolische Form der Wahrnehmung besitzt, die verschieden ist von der symbolischen Form der Wahrnehmung der klassischen Sinne, Sehen, Hören, Schmecken, Riechen und Fühlen.

Wie bereits besprochen muss der Leib als Mehrfaches gedacht werden. Er ist eine räumlich ausgedehnte Entität in der Welt und gleichzeitig der Wirt für die Gewohnheit. Außerdem fungiert er als Vermittler zwischen der Umwelt und meinem Bewusstsein. Aufgrund dessen ist es so, „daß Gewohnheit weder im Denken, noch im objektiven Leib, sondern im Leib als weltvermittelndem sich gründet“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 175).

Hier zeigt sich die phänomenologische Methode und besonders das Zur-Welt-Sein, das bereits besprochen wurde. Gerade dieses Zur-Welt-Sein ermöglicht die Beschreibung eines investiert-seins des Leibes in eine Umwelt, das sowohl in der Phänomenologie des Leibes als auch in der interoperativen Robotik ein wichtiger Bestandteil ist.

Nun stellt sich die Frage: Wie erreicht der Mensch diese Gewohnheit? Vielleicht kann ein Blick auf die interoperative Robotik einen Denkanstoß liefern.

Benutzt man kein *supervised learning* (s. Haun, 2013, S. 134), um einem Robotersystem die Ausmaße des Raumes, in dem er sich befindet, vorweg mitzuteilen, muss der Roboter seine Umwelt mit Hilfe seiner Aktoren und Sensoren erfahren, um diese Daten zu bekommen. Ähnlich sieht es Merleau-Ponty beim Menschen. Für ihn hat der Mensch seine Umwelt „in Händen' oder 'in den Beinen““ (Merleau-Ponty, 2010, S. 158).

Merleau-Ponty postuliert eine Art kinästhetisches Gedächtnis, das nicht nur über die sinnlichen Sensoren gespeist wird, sondern auch durch die Aktoren. Um mich an die genauen Ausmaße eines Zimmers zu erinnern, muss ich es abgelaufen haben; um mich an die genaue Form eines Gegenstandes zu erinnern, muss ich ihn abgetastet haben.

Haben meine Aktoren sich nicht mit meiner Umwelt vertraut gemacht, kann ich mich noch immer rein kognitiv erinnern (ich sehe den Raum oder den Gegenstand als Bild vor meinem geistigen Auge als symbolisches Wissen), doch das kinästhetische Gedächtnis scheint Informationen in einer nicht-symbolischen Art und Weise zu speichern, die das rein kognitive Gedächtnis so nicht erfassen kann.

Diese Argumentation schließt an eine der grundlegenden Thesen der Phänomenologie an, die einen Mehrwert, beziehungsweise einen Wissenszuwachs, durch die Erfahrung der Phänomene postuliert. Der sensorischen Wahrnehmung ist es nicht möglich, die Wahrnehmungen, die durch die Aktoren erfasst wurden, zu substituieren. Ein Grundpfeiler der Phänomenologie ist die Überzeugung, dass ein Mensch, der ein Phänomen kognitiv studiert, ohne es selbst zu erfahren, etwas Neues erfährt, sobald er es phänomenal wahrnimmt.

Im Beispiel von Marys Zimmer<sup>10</sup> (s. Jackson, 1982) lernt Mary alles, was es zu lernen gibt über Farben in einem vollkommen grauen Zimmer. Die Frage, die das Gedankenexperiment aufwirft, ist: Wenn etwas bisher nur kognitiv erfahren wurde und es daraufhin als Phänomen erfahren wird, erfährt man etwas Neues beziehungsweise: erfährt man dasselbe in einer neuen Form oder Art und Weise? Parallel dazu könnte man es für diese beiden Formen der Wahrnehmung postulieren: Wenn etwas bisher nur durch sensorische Wahrnehmung erfahren wurde und es daraufhin mit den Aktoren erfahren wird, erfährt man etwas Neues?

Trotz der scheinbaren Ähnlichkeit der Wahrnehmungsformen in Bezug auf haptische Erfahrungen, werden Sensoren und Aktoren hierbei starr getrennt, um die Relevanz des Leibes herauszustellen. „Bewegung ist nicht das Denken einer Bewegung, und der Körperraum ist kein gedachter oder vorgestellter Raum“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 166).

Andererseits muss man das Zugeständnis zulassen, dass die Wahrnehmung eines Menschen, der einen Raum sieht, also sensorisch wahrnimmt, und abläuft, also aktorisch wahrnimmt, in gewissem Maße vollkommener ist, als die Wahrnehmung eines Menschen, der einen Raum abläuft, ohne ihn vorher betrachtet zu haben.

So könnte eine vorläufige Konklusion lauten, dass Sensoren und Aktoren die Umwelt verschieden wahrnehmen<sup>11</sup>. Diese unterschiedlichen Wahrnehmungen können sich ergänzen, müssen dies jedoch nicht. Merleau-Ponty geht noch einen Schritt weiter, indem er die Erfahrung, die ein Mensch mit Hilfe von Aktoren bekommen kann als grundlegender betitelt als die, die sensorische Erfahrung darstellt:

---

10 Das Gedankenbeispiel von Marys Zimmer versucht im Original von Jackson, 1982 weitaus stärkere Schlüsse zu ziehen, als es hier geschehen soll. Im Original ging es darum, ob Mary von dem Erlernen von etwas Neuem auf das Existieren einer weiteren Tatsache schließen kann. Hier soll mit Hilfe des Beispiels lediglich die Frage aufgeworfen werden, ob Mary dasselbe, was sie vorher erfahren hat auf eine neue Art und Weise erfährt, wenn es, anstatt rein kognitiv, als Phänomen erfahren wird.

11 Das Wort ‚wahrnehmen‘ wird hier für die Aktoren nur verwendet, um eine gewisse Parallelität zwischen Sensoren und Aktoren aufzuzeigen. Während Sensoren wahrnehmen, müsste es für Aktoren nach dieser Theorie ein anderes Verb geben, was die Informationsaufnahme mit Hilfe von Aktoren besser beschreibt.

Die Bewegungserfahrung unseres Leibes ist kein Sonderfall einer Erkenntnis; sie eröffnet uns eine Weise des Zugangs zur Welt und zu Gegenständen, eine 'Praktognosie', die es als eigenständig, ja vielleicht als ursprünglich anzuerkennen gilt. Mein Leib hat seine Welt oder begreift seine Welt, ohne erst den Durchgang durch 'Vorstellungen' nehmen oder sich einer 'objektivierenden' oder 'Symbol-Funktion' unterordnen zu müssen (Merleau-Ponty, 2010, S. 170)

Ohne symbolisches Wissen zu benötigen, kann der Körper einen Zugang zur Welt, wie Merleau-Ponty es hier nennt, besitzen. Während das symbolische Wissen der Sensoren im Gedächtnis verortet wird, findet sich das nicht-symbolische Wissen der Aktoren letztendlich in der Gewohnheit.

Wichtig ist in diesem Zitat zudem, dass Merleau-Ponty diese Bewegungserfahrung als vollendet betrachtet. Es ist nicht notwendig, eine Erfahrung, die mir durch Aktoren gegeben ist durch Sensoren überprüfen oder gar korrigieren zu lassen.

So können sich sensorische und aktorische Erfahrungen ergänzen, müssen sich jedoch nicht überschreiben und wenn sie dies doch tun sollten und wir Merleau-Ponty ernst nehmen, wenn er sagt, die Bewegungserfahrung sei als ursprünglich anzuerkennen, dann besitzt die aktorische Erfahrung den Primat über der sensorischen Erfahrung, obwohl enaktive Theorien kaum zwischen beiden Erfahrungen unterscheiden, beziehungsweise die sensorische in diesen Theorien nicht ohne die aktorische denkbar ist.

Lassen Sie uns noch einmal zu der Zwei-Welten-Theorie kommen, die bereits im letzten Kapitel angeklungen ist, um Sensoren und Aktoren in dieser Theorie zu verorten. Der Mensch besitzt also zwei Welten, die wiederum aus einer von bereits zwei Welten entstehen. Zunächst unterscheidet Merleau-Ponty in *Phänomenologie der Wahrnehmung* eine objektive Welt und eine wahrgenommene (oder auch subjektive) Welt. Auf den ersten Seiten nimmt er das Beispiel der Müller-Lyer-Linien, auf die später noch einmal eingegangen wird, um die Existenz der zwei Welten aufzuzeigen (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 24).

Diese Linien besitzen in der objektiven Welt eine bestimmte Länge, die mit Hilfe von Instrumenten (in diesem Fall einem Lineal) messbar ist. So sagt uns die objektive Welt unter Hinzunahme von Instrumenten, dass die zwei Linien gleichlang sind. In der wahrgenommenen Welt sind diese zwei Linien nicht gleich lang, denn das ist die Natur der visuellen Täuschung, der der Mensch hier unterliegt. Für Merleau-Ponty sind diese beiden Welten gleichwertig. Sie können nebeneinander existieren und müssen es sogar.

Zeigt man die Müller-Lyer-Linien einem Menschen, der sie als unterschiedlich lang wahrnimmt und sagt daraufhin, dass sie, objektiv betrachtet, gleichlang sind, ändert diese Erkenntnis nichts an der Wahrnehmung der Person. Der wahrgenommenen Welt sind Unbestimmtheiten eigen und dies ist „als positives Phänomen anzuerkennen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 25).

In der wahrgenommenen Welt, so könnte man theoretisieren, gibt es nun eine erneute Zweiteilung zwischen der sensorischen Wahrnehmung, die mit Hilfe von Sensoren symbolisches Wissen produziert, und der aktorischen Aufnahme von Informationen über die Umwelt, die mit Hilfe von Aktoren nicht-symbolisches Wissen produziert.

Eine Beziehung zwischen den Aktoren und der Gewohnheit lässt sich sprachlich herstellen, da eine Gewohnheit größtenteils durch die Wiederholung einer Handlung, im weiteren Sinne, gebildet wird. Eine Beziehung zwischen Sensoren und Gewohnheit lässt sich dadurch herstellen, dass das wiederholte Wahrnehmen von Dingen die Wiedererkennung, die als visuelle Gewohnheit verstanden werden kann, wahrscheinlicher macht.

Sieht man eine unbekannte Person am Montag im Büro und sieht sie zwei Wochen später noch einmal, so kann man sich möglicherweise nicht an sie erinnern – die visuelle Gewohnheit hat sich nicht ausbilden können. Sieht man diese Person am Montag, Mittwoch und Freitag in beiden Wochen, so kann man sie nach zwei Wochen sicherlich als eben diese Person wiedererkennen.

Setzt man den Handlungsbegriff von Frankfurt, 1978 an, so würde Gewohnheit gerade nicht als Handlung definiert werden. Für Frankfurt, 1978 ist eine Handlung nur dann gegeben, wenn eine Bewegung willentlich vonstattengeht. Die Gewohnheit kann somit nur begrenzt als Handlung bezeichnet werden, da sie eine automatisierte Bewegung darstellt, die aufgrund eines gewissen Bekanntheitsgrades als Antwort auf bestimmte Situationen abgespielt wird.

Dieser Bekanntheitsgrad wird durch wiederkehrende willentliche Bewegungen gefestigt und die daraus resultierende Gewohnheit könnte als Residuum der häufigen Ausführung einer willentlichen Bewegung verstanden werden. In diesem Fall könnte man auch die Gewohnheit als Handlung verstehen, als Abglanz vieler Handlungen, der dem Subjekt so bekannt wurde, dass er als Antwort auf bestimmte Situationen in Form einer Gewohnheit genutzt wird.

Wie steht es nun um die Gewohnheit und die Situation in der interoperativen Robotik?

In derselben Weise wie das nicht-symbolische Wissen der Aktoren in der Gewohnheit zu finden ist, speichern interoperative Roboter Informationen in den künstlichen neuronalen Netzen. Bei der interoperativen Robotik wird die Idee der Gewohnheit lösungsorientiert verstanden, „um situativ diejenigen Aktionen im Zustandsraum auszuführen, die anscheinend am ehesten zu einer Lösung führen“ (Haun, 2013, S. 314). Um dies in einem situativen System zu bewerkstelligen, benötigt ein interoperativer Roboter vor allem zwei Dinge: Ein Umweltmodell und eine Brainware.

Das Umweltmodell ist notwendig, damit sich der Roboter, nachdem er sich selbst, das heißt seine Ausdehnung im Raum und seine Lage, verortet hat, „ein ‚Bild‘ seiner Situation machen und die darin vorkommenden Objekte in einem *situativen Umweltmodell* speichern“ (Haun, 2013, S. 429) kann. Durch ein solches Bild seiner Situation kann der Roboter sich in und zu seiner Umwelt situieren.

Die Brainware ist der Teil des Roboters in dem, wie der Name andeutet, die nachgeahmten Funktionen eines menschlichen Gehirns verortet sind. Die Funktionen sind, je nach Bedarf, von Roboter zu Roboter unterschiedlich.

Diese Brainware bedient sich dabei eines situativen Umweltmodells, das sowohl durch die von der Simulationsumgebung an den Roboter als Agenten gelieferte Wahrnehmung als auch durch das eigene Verhalten ausgeprägt wird. Dabei ermöglicht dies auch *Reflexe*, die unter Umgehung der Brainware als nicht unterdrückbare Interoperationen direkt das Verhalten beeinflussen und dadurch auf die Umgebung einwirken können. (Haun, 2013, S. 428)

Führt man nun das Umweltmodell mit der Brainware zusammen, ermöglicht dies dem Roboter ein situatives System zu bilden, das den Roboter in seine Umwelt einbettet und ihm einen Zugang zu diesem besonderen Weltausschnitt gibt, der als Situation festgelegt wurde. Das obige Zitat hat bereits den Begriff des Reflexes genannt. Auch hier findet man eine Entsprechung in der *Phänomenologie der Wahrnehmung*.

In der interoperativen Robotik werden Reflexe als Vorstufe zur gezielten Planung gesehen, die eingreifen, bevor ein vorher gefertigter Plan umgesetzt wird. Wenn die Reflexe die gewollte Wirkung nach sich ziehen, ist es nicht mehr notwendig, den Plan in die Tat umzusetzen. Sollte der Reflex nicht die gewollte Wirkung erzielt haben, übernimmt der Plan diese Aufgabe (s. Haun, 2013, S. 429). In der Phänomenologie des Leibes sind Reflexe automatisierte Handlungsmuster, die sich nicht zu einem singulären Reiz, sondern zu einer Situation verhalten.

In Wahrheit sind freilich selbst Reflexe niemals bloße blinde Prozesse: sie entsprechen dem ‚Sinn‘ einer Situation [...] Reflexe resultieren nicht erst aus objektiven Reizen, sie wenden sich selbst diesen zu und erteilen ihnen einen Sinn, den sie nicht als einzelne physische Agenten, vielmehr erst als Situation haben (Merleau-Ponty, 2010, S. 104)

Hier sollte man die Phänomenologie des Leibes sehr wörtlich nehmen. Ein Reflex wird hier nicht als automatisierte, körperliche Reaktion auf einen Reiz verstanden, wie er vielleicht in der Medizin definiert wird. Stattdessen sind Reflexe Verhaltensweisen, die sich zu Situationen anstatt zu Reizen verhalten.

Das Aufschreien nach einem Erschrecken ist somit nicht als direkte Reaktion auf den Reiz zu verstehen, der zum Erschrecken geführt hat, sondern als Antwort auf die gesamte Situation, in der sich der Mensch befindet. So könnte man sich vorstellen, dass man, wenn man schreckhaft ist, bei einem unbekanntem Geräusch, das man kurz vor dem Schlafengehen vernimmt, erschrickt und sich fürchtet. Hört man das gleiche Geräusch jedoch über Tag, so fällt es einem vielleicht noch nicht einmal auf

oder man ist geneigter, sich die Ursache dieses Geräusches ansehen zu wollen. Was erschrickt ist also nicht das Geräusch als einzelner Reiz, sondern die gesamte Situation in der man sich befindet, in der das Geräusch vielleicht noch aus Auslöser zu benennen ist.

Merleau-Ponty sieht den Menschen zu jeder Zeit in der Welt befindlich und zur-Welt-seiend. Es kann demnach keine Konstellation geben, in der sich eine gemachte Erfahrung oder ein ausgeführtes Verhalten nur auf einen Teilaspekt der Situation bezieht, in der ein Mensch sich befindet – sie beziehen sich immer auf die gesamte Situation. Solche Situationen können von bestimmten Elementen dominiert werden, die sie prägen, doch niemals reagiert der Mensch nur auf einen einzelnen Reiz mit einem Reflex oder einer Gewohnheit.

Genauso funktionieren die Reflexe auch bei der interoperativen Robotik. Nachdem eine Situation so eingestuft wurde, dass ein Reflex, der nichts weiter ist als eine bestimmte Handlungsabfolge, für diese Situation als geeignet bzw. adäquat angesehen wird, um einen Zielzustand zu erreichen, umgeht der Reflex die Brainware als nicht-unterdrückbare Interoperation, die das Verhalten des Roboters direkt beeinflusst.

Im Hinblick auf die Robotik sind Reflexe eine sinnvolle Möglichkeit, den Rechenaufwand zu verringern, indem man versucht, einen Zielzustand mit Hilfe von im Vorhinein festgelegten Handlungsabläufen zu erreichen. Erst wenn dies fehlschlägt, muss das Robotersystem den Rechenaufwand betreiben und die Situation neu evaluieren, um den gewollten Zielzustand zu erreichen.

Reflexe und Gewohnheiten sind demnach beide Antworten auf bestimmte Situationen. Sie unterscheiden sich darin, dass Gewohnheiten sich beim Menschen nach wiederholten Handlungen einstellen, während Reflexe diese Wiederholungen nicht benötigen und sich nicht auf vorher bekannte und durchgeführte Handlungen stützen.

Ein Beispiel für eine Gewohnheit kann jede alltägliche Situation sein, die den Menschen nicht dazu nötigt, seinen bewussten Fokus auf die Situation zu richten in der er sich befindet. Dies geht vom Greifen nach Türklinken bis hin zu morgendlichen Ritualen (Duschen, das Zubereiten des immer gleichen Frühstücks). Ein Beispiel für einen Reflex kann jede Situation sein, in der keine angelesene Gewohnheit existiert, um einer Situation zu begegnen und keine Zeit, um einen neuen Handlungsplan zu kreieren und ihn auszuführen.

Die Beziehungen zwischen Reflexen und Gewohnheiten beim Menschen und beim Robotersystem können auf verschiedene Weise interpretiert werden. Wenn man Gewohnheiten als angelesene Handlungsmuster versteht und Reflexe als nicht-angelernte Verhaltensweisen, dann könnte man

argumentieren, dass ein Robotersystem keine Reflexe besitzen kann, da jede Form von Handlung, die ein Robotersystem ausführt auf die ein oder andere Weise angelernt ist.

Die einzige Möglichkeit, den Reflex-Begriff in der interoperativen Robotik zu schützen ist, algorithmische Eingaben, die einem handlungsvorgebenden KNN vorgeschaltet sind, als nicht-angelernt zu beschreiben. Hier stellt sich die Frage – die hier unbeantwortet bleiben soll, um den Fokus der Ausführungen nicht zu verlieren – ob Algorithmen, die einem Roboter- oder auch Computersystem eingegeben werden, einen Lernprozess konstituieren oder nicht.

Um die Überlegungen bezüglich der Gewohnheit in der Phänomenologie des Leibes sowie des situativen Systems in der interoperativen Robotik abzuschließen, soll hier noch einmal auf das, bereits besprochene, Phantomglied eingegangen werden. Wie können Gewohnheit und das situative System mit dem Phänomen des Phantomgliedes in Einklang gebracht werden?

Bezüglich der Gewohnheit kann das Phantomglied als die Fortführung einer Gewohnheit betrachtet werden, bei gleichzeitiger Veränderung des Körpers und möglicherweise auch des Leibes. Der Arm ist in die automatisierten Handlungen eingebunden, die im Alltag stattfinden sollen. Sollte dieser Arm fehlen, ohne, dass die Gewohnheiten dementsprechend aktualisiert werden, wird der fehlende Arm weiterhin als Teil dieser Handlungsabfolge gesehen. Mit Hilfe der interoperativen Robotik kann dies nun überprüft werden.

Wenn ein Robotersystem sich in einer Situation befindet, das heißt in einem Zustand, indem das situative System aktiv sein kann (s. Haun, 2013, S. 211), kann es bestimmte Gewohnheiten erlernen. Diese Gewohnheiten würden, im Normalfall, als eine Form von Handlung, bevor die geplanten Handlungen einsetzen, vorgeschaltet (s. Haun, 2013, S. 426 – 429).

Nimmt man dem Robotersystem in einem solchen Fall die Aktoren, die mit dem Reflex verbunden sind, ab (beispielsweise einen Arm, mit dem der Roboter etwas greifen soll), so könnte man daraufhin beobachten, wie das Robotersystem darauf reagiert.

Zwei Möglichkeiten wie das System darauf reagiert, können im Vorhinein erwartet werden. Entweder – ähnlich wie beim Menschen – wird versucht, den Reflex auszuführen, selbst wenn die dafür vorgesehenen Aktoren nicht mehr vorhanden sind. Dies würde dem Phantomglied im Beispiel eines neuen Falles nahekommen, da das Robotersystem versucht, einen Aktor zu nutzen und mit ihm in seiner Umwelt zu interagieren und interoperieren, obwohl dieser Aktor fehlt. Bei Menschen, die bereits längere Zeit ein Phantomglied besitzen, bilden sich die Gewohnheiten und selbst die Reflexe zurück,

wenn die bisherigen Gewohnheiten aufgrund des fehlenden Gliedes nicht mehr die gewünschten Ergebnisse hervorrufen.

Die zweite Möglichkeit wäre, dass dem Robotersystem eine Überprüfung eingebaut wurde, die die Notwendigkeiten durchgeht, die bestimmte Reflexe benötigen. Wenn dies geschehen ist, sollte sich während dieser Überprüfung ergeben, dass die benötigten Aktoren nicht mehr vorhanden sind, denn das „Robotersystem überprüft dabei nach der Verarbeitung der Wahrnehmung, ob eventuell die aktuelle Situation durch einen *Reflex*<sup>12</sup> gemeistert werden kann“ (Haun, 2013, S. 428). Das heißt, dass eine Instanz zwischen Verarbeitung der Wahrnehmung und Ausführung der Gewohnheit gesetzt werden kann. Wenn dies geschieht, kann die Gewohnheit übersprungen und bei Bedarf sogar als nicht mehr funktional eingestuft werden. Fraglich ist jedoch, ob ein Reflex, vor den noch eine Überprüfung der Aktoren geschaltet ist, noch immer als solcher bezeichnet werden kann.

Somit kann geschlossen werden, dass Gewohnheit beim Menschen und situative Systeme beim Robotersystem parallel verlaufen. Reflexe und Gewohnheiten geschehen, laut Merleau-Ponty, gegenüber einer gesamten Situation und nicht etwas nur gegenüber einzelnen Reizen. Wie genau Gewohnheit und Reflex beim Robotersystem funktionieren ist den Architekten der Systeme überlassen. Nur wäre, an anderer Stelle, zu klären, ob die Übernahme der reinen Funktionalität von Gewohnheit und Reflex in das Robotersystem dieselbe Bezeichnung nach sich ziehen muss oder ob bei diesen, beim Menschen unbewusst auftretenden Vorgängen für ein Robotersystem neue Begriffe gefunden werden sollten, da sie, wenn auch nur als Ausnahmen, in einen festen Aktionsplan eingegliedert werden und somit den gleichen Stellenwert haben wie andere Vorgänge, Akte oder Handlungen des Robotersystems.

---

<sup>12</sup> Haun meint mit Reflex in diesem Kontext eine Handlung, die jeglicher Handlungsplanung vorgeschaltet ist. Aufgrund vorheriger Diskussion kann dies mit dem Begriff der Gewohnheit substituiert werden, da menschenähnliche Reflexe bei interoperativen Robotersystemen nicht ohne Weiteres existieren können.

### 3.5 Die Phänomenologie des Leibes zwischen Repräsentationalismus und Enaktivismus

Wie stehen die beiden bisher besprochenen Beispiele nun zueinander?

Zum einen haben wir das Beispiel der Seelenblindheit, zum anderen das des Phantomgliedes. Während die Seelenblindheit eine Störung der visuellen Wahrnehmung betrifft, die Auswirkung auf die Handlungen der Person haben kann, geht es bei dem Phantomglied um eine Störung der Motorik, sowie der Propriozeption und möglicherweise der haptischen Wahrnehmung.

In der Kognitionswissenschaft gibt es zwei Interpretationsansätze, die die Vorgänge in diesen Beispielen zu erklären versuchen: Repräsentationalismus und Enaktivismus.

[C]ognitive science is witnessing a pragmatic turn away from the traditional representation-centered framework of cognition toward one that focuses on understanding cognition as being ‘enactive’. The enactive view holds that cognition does not produce models of the world but rather subserves action, as it is grounded in sensorimotor skills. (Engel et al., 2016, S. 1)

Laut dem Repräsentationalismus wird die Umgebung kognitiv nachgebildet. Sie wird *repräsentiert*, also in einer bestimmten Form abgebildet, beispielsweise durch mentale Bilder, Symbole oder Karten der Umgebung. Laut dem Enaktivismus entsteht Kognition erst durch die Interaktion mit der Umgebung. “there are no identifiable ‘raw feels’ lying around, perception is not based on ready-mades, it needs to be enacted” (Alloa, 2019, S. 68).

Für dieses Forschungsvorhaben sollten die Phänomenologie des Leibes und die interoperative Robotik zwischen diesen beiden Begriffen verordnet werden. Beide Theorien haben Komponenten, die entweder dem Repräsentationalismus oder der Enaktivität zugesprochen werden können, jedoch kann, so die These für dieses Unterkapitel, ein stärkerer Fokus ausgemacht werden.

Wie bereits besprochen, ist der Begriff der Situation für die Phänomenologie des Leibes von zentraler Bedeutung. Der Mensch reagiert laut dieser Theorie nicht auf eine Singularität, sondern begibt sich in Situationen, die als Gesamtgeschehen erfahren werden (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 131 – 134). Diese Situationen bestehen wiederum aus Gegenständen, der Distanz zwischen Gegenständen, Gerüchen, Geräuschen, visuellen Eigenheiten (beispielsweise ein bestimmter Lichteinfall) und vielem weiterem, das eine jedwede Wahrnehmung einzigartig macht.

Um sich einer solchen Situation gegenübersehen zu können, benötigt man einen phänomenalen Leib. Dieser phänomenale Leib und der objektive Körper sind in den meisten Fällen identisch, bleiben jedoch zwei Instanzen, die nicht identisch sein müssen. Das Phantomglied zeigt einen offenkundigen Fall, in dem der phänomenale Leib von dem Gegenstand, den der objektive Körper darstellt, abweicht. Dieser phänomenale Leib sieht sich nun einer bestimmten Situation gegenüber und kann

mit und in ihr interagieren und Handlungen ausführen, um in sie einzugreifen. All diese Punkte sind Indizien dafür, dass für die Phänomenologie des Leibes lediglich der Enaktivismus in Frage kommt.

Selbst wenn der Repräsentationalismus in einzelnen Fällen mit der Phänomenologie des Leibes kongruent sein könnte, besteht kein Zweifel daran, dass der Leib eine so zentrale Rolle in dieser Theorie einnimmt, dass der Enaktivismus sich besser dazu eignet, diese Theorie abzubilden. Diese Sichtweise wird auch dadurch gestärkt, dass die Phänomenologie des Leibes die Interaktion des Leibes mit der Umwelt stark macht und der Enaktivismus auch deswegen so benannt wurde, weil der Körper aktiv in ein Geschehen eingreifen muss.

Man könnte sich zudem fragen, ob eine rein repräsentationalistische Lesart der Phänomenologie des Leibes überhaupt möglich ist. Anders gesagt: Ist eine Lesart der Phänomenologie des Leibes möglich, die nicht, zumindest in Teilen, enaktivistisch ist? Diese Frage muss nach den bisherigen Erkenntnissen dieser Arbeit verneint werden.

Im *Handbuch der Robotik*, dem grundlegenden Werk für die interoperative Robotik, werden enaktive Modelle genannt und differenziert:

„Es lassen sich dabei vier Typen unterscheiden:

- simulierende,
- registrierende,
- regelnde und
- autonome Modelle“ (Haun, 2013, S. 61).

Wie bereits in einem früheren Kapitel erwähnt, sind all diese Typen enaktiv in dem Sinne, dass sie einer Handlung bedürfen, die Daten aus der Umwelt extrahiert. Lediglich die autonomen Modelle greifen in die Umwelt ein und sind somit die einzige Wahl für die interoperative Robotik.

Trotz dieser frühen Nennung des Enaktivismus arbeitet die interoperative Robotik mit Repräsentationen: „Diese Einheit besteht aus einem äußeren, systemischen und damit manifesten Anteil und einem inneren, kognitiven Anteil. Man kann auch von einem extern wahrnehmbaren Aktivitätsanteil und kognitiven Repräsentationen sprechen“ (Haun, 2013, S. 110).

Steht dieses Zitat entgegen der enaktiven Sichtweise auf die interoperative Robotik? Ist Repräsentation gleich Repräsentation? Oder anders gefragt: Ist jede Repräsentation ein Indiz dafür, dass eine Theorie sich in den Repräsentationalismus einreicht oder gibt es einen Unterschied zwischen enaktiven, handlungsorientierten Repräsentationen und nicht-enaktiven, nicht-handlungsorientierten Repräsentationen (s. Hutto und Myin, 2017, S. 63)?

Die Idee lautet wie folgt: Jede Repräsentation, die zunächst repräsentationalistisch anmutet, wird in einer enaktiven Sichtweise (à la Merleau-Ponty) selbst zu einem enaktiven Vorgang. Dies geschieht bei Merleau-Ponty mithilfe des phänomenalen Leibes. Hier zwei kurze Versuche, dies beispielhaft etwas klarer zu machen.

### **Zwei Beispiele zur Perspektive**

Man stelle sich vor, man stehe vor einem Tisch, auf dem ein großer Würfel liegt. Man wurde mit geschlossenen Augen zu dem Tisch geführt und darf den Würfel auch nur von diesem Standpunkt aus betrachten.

Nun wird die Aufgabe gestellt, dass man sich ein Gesamtbild dieses Würfels machen soll, ohne sich jedoch zu bewegen. Die bisherige Sichtweise der Kognitionswissenschaft würde diese Aufgabe vermutlich mit Hilfe einer Repräsentation des Würfels lösen. Man stellt sich den Würfel als dreidimensionales Gebilde vor, kann ihn rotieren und so weiter.

Merleau-Ponty nimmt diese Grundidee und erweitert sie um eine enaktive Komponente. Nach der Phänomenologie des Leibes besitzen wir nicht nur eine Repräsentation des Würfels in unserem Kopf. Vielmehr

scheint die Erfahrung der Eigenbewegung Bedingung der Position des Objekts zu sein [...] [Es scheint, dass] nur die Vorstellung meines Leibes selbst als beweglichen Gegenstandes mir gestattet, meine Wahrnehmungerscheinungen zu entziffern und den wahren Würfel zu konstruieren (Merleau-Ponty, 2010, S. 239).

Nicht der eigene physikalische Körper geht um den Tisch herum und sieht den Würfel von vielen verschiedenen Standpunkten um sich ein Gesamtbild von ihm als Gegenstand zu machen – der phänomenale Leib tut dies.

Hier spaltet sich der phänomenale Leib vom physikalischen Körper ab<sup>13</sup>. Der Körper bleibt an Ort und Stelle, während der phänomenale Leib in der Vorstellung – hier also klar repräsentational – genutzt wird, um sich ein Gesamtbild des Würfels zu machen. Auch wenn man es sich nicht Schritt für Schritt vorstellt, wird doch der phänomenale Leib als Blickpunkt oder Perspektive in der Vorstellung benötigt, um den Würfel von allen Seiten zu *sehen* und ihn im Zuge dessen als dreidimensionalen Gegenstand zu begreifen.

---

13 Der physikalische Körper und der phänomenale Leib überlagern sich im Normalfall, wenn die Person ein funktionierendes Körperschema besitzt. Fälle wie das Phantomglied zeigen, dass Körper und phänomenaler Leib nicht gleich sein müssen.

Obwohl dieses Beispiel mit Repräsentation arbeitet und diese zentral für die Lösung der gestellten Aufgabe ist, funktioniert diese Repräsentation doch nur mit enaktiven Hilfsmitteln, die den Körper und die Interaktion mit der Umwelt (wenn auch nur in der Vorstellung) benötigen. Man könnte also davon sprechen, dass diese repräsentationale Erklärung gleichzeitig eine enaktive ist, die mit Repräsentationen als Hilfsmittel arbeitet beziehungsweise eine repräsentationale, die enaktive Hilfsmittel benötigt.

Es gibt ein zweites, kurzes Beispiel, das die Idee des phänomenalen Leibes und die Relevanz des Körpers, selbst bei repräsentationalen Erklärungen, verdeutlichen soll.

Man kann sich vorstellen, dass eine Person *zwischen* zwei Säulen des Brandesburger Tores steht oder dass ein Schmuckstück *in* einer Schatulle eingeschlossen ist. Wieso und wodurch können wir solche Aussagen treffen?

Merleau-Ponty sieht hierin eine a posteriori Beschreibung, die nur mit Hilfe eines phänomenalen Leibes getroffen werden kann. Dies ist bei jeglicher räumlichen Präposition der Fall, denn jede Beschreibung eines Dings im räumlichen Verhältnis zu einem anderen Ding kann nur mit Hilfe einer räumlichen Perspektive gemacht werden, die durch den Leib ermöglicht wird.

„Worte wie ‚einschließen‘ und ‚zwischen‘ können keinen anderen Sinn für uns haben als den, den sie unserer Erfahrung als inkarnierter Subjekte entleihen. Im Raume *selbst* und ohne die Gegenwart eines psycho-physischen Subjekts gibt es keine Richtung, kein Innen, kein Außen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 240). Der phänomenale Leib ist die Wahrnehmungsquelle des psycho-physischen Subjekts und so kann, nach Merleau-Ponty, jedwede Wahrnehmung nur mit Hilfe von Leibbegriffen erklärt werden.

Dies gilt nicht nur für die sensorische Wahrnehmung einer Person vom Standpunkt des Körpers in den Raum hinein, sondern, wie man beim Würfel-Beispiel gesehen hat, auch für geistige Wahrnehmung wie das Erfahren eines Würfels als dreidimensionales Objekt, ohne ihn mit seinem Körper von verschiedenen Stellen bzw. Perspektiven im Raum erfahren zu haben. Somit wird jede Wahrnehmung zu einem Komplex, einer Zusammenarbeit von wahrnehmendem Subjekt und wahrgenommenem Objekt, bei dem der phänomenale Leib der Vermittler ist (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 240).

Die Wahrnehmung eines psycho-physischen Subjekts, wie Merleau-Ponty es nennt, ist immer gleich leibliche Wahrnehmung, denn jede Wahrnehmung wird einerseits erst durch den Körper ermöglicht und andererseits entsteht eine sensorische Wahrnehmung immer durch den *Apparat* oder das *Instrument*, das der Körper darstellt.

Dies bedeutet, dass jedwede repräsentationale Erklärung von Kognition im systematischen Gerüst von Merleau-Ponty immer auch eine enaktive sein muss. Somit wird jede Theorie über Kognition, wenn man die Phänomenologie des Leibes involvieren möchte, zumindest teilweise zu einer enaktiven Theorie.<sup>14</sup>

Es gibt folglich drei Möglichkeiten, wie Kognition beschrieben werden kann.

1. Rein repräsentationalistisch
2. Rein enaktivistisch
3. Als eine Mischform aus repräsentationalistischen und enaktivistischen Ideen. Hier müsste entschieden werden, wie groß die Anteile sind und wie sie sich zueinander verhalten.

Im Folgenden wird versucht, die Phänomenologie des Leibes bei den ersten beiden Punkten zu verorten, da diese Merleau-Pontys Theorie nicht adäquat beschreiben können. Danach wird versucht, die Theorie als eine Mischform von beiden Theorien zu verorten.

Repräsentationalismus bedeutet, dass es einen gedanklichen Gehalt gibt, der etwas (einen Gegenstand, einen Prozess, eine Situation) repräsentiert. Dies kann er – so die propositionale Sichtweise – korrekt oder inkorrekt tun.

- Wenn mein gedanklicher Gehalt mit der Proposition p, die wahr ist, übereinstimmt, ist mein gedanklicher Inhalt korrekt. Wenn ich denke, dass vor mir ein Tisch steht und vor mir steht tatsächlich ein Tisch, dann ist mein gedanklicher Inhalt korrekt.

---

<sup>14</sup> Repräsentationalismus und Enaktivismus sind zwei Positionen innerhalb der Kognitionswissenschaft, die bisher größtenteils als miteinander unvereinbar galten. Der Fokus dieser Arbeit ermöglicht es nicht, stärker auf diese beiden Positionen einzugehen, dennoch sollen sie hier kurz verordnet werden. Repräsentationalistische Sichtweisen können unter anderem von Fodor, 1975 über Byrne, 2001 und Thau, 2002 bis zu Pautz, 2016 gefunden werden. Dies zeigt, dass der Repräsentationalismus eine reiche Historie hat, die in ihrer Reinform ein bis zwei Jahrzehnte vor dem Enaktivismus in seiner Reinform entstand.

Der Enaktivismus ist eine neuere Strömung und kann in ersten Zügen bereits bei Phänomenologen – insbesondere Husserl, Heidegger und Merleau-Ponty – gefunden werden. Erste Veröffentlichungen, die Enaktivismus oder embodied cognition als solche betiteln, finden sich ab der Jahrtausendwende, beispielsweise in O'Regan und Noë, 2001 oder Di Paolo, 2005. Seitdem hat sich auch der Enaktivismus weiterentwickelt und verschiedene Verästelungen ausgebildet, wie beispielsweise radikale Enaktivisten in Hutto und Myin, 2012 sowie gemäßigte Enaktivisten, die auch repräsentationalistische Ansichten vertreten, in Newen, et. al., 2018.

- Wenn mein gedanklicher Inhalt nicht mit der Proposition p, die wahr ist, übereinstimmt, dann ist er inkorrekt. Wenn ich denke, dass vor mir ein Tisch steht und dort steht keiner, dann ist mein gedanklicher Inhalt inkorrekt.

Merleau-Ponty scheint diesem propositionalen Repräsentationalismus nicht zuzustimmen. Im ersten Kapitel von *Phänomenologie der Wahrnehmung* schreibt er:

Die beiden Strecken der Müller-Lyerschen Täuschung [...] sind weder gleich noch ungleich lang; denn zwingend ist diese Alternative nur in der Welt der Objektivität [...] Er ist eine bloße hypothetische Hilfskonstruktion, erfunden, das Vorurteil der objektiven Welt zu retten. Wir müssen uns entschließen, die Unbestimmtheit als positives Phänomen anzuerkennen (Merleau-Ponty, 2010, S. 24 – 25)

Hier werden, wie schon besprochen, zwei Welten konstatiert. Die objektive Welt, in der die Müller-Lyerschen Linien messbar und die optische Täuschung somit widerlegbar ist und die wahrgenommene Welt, in der wir „Unbestimmtheit als positives Phänomen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 25) anerkennen sollen.

Wenn wir dies tun und die zwei Welten nicht mehr gegeneinanderstellen, um sie zu vergleichen, gibt es keine Proposition p mit der wir meinen gedanklichen Inhalt vergleichen können. Wenn p nicht gegeben ist, kann mein gedanklicher Inhalt weder korrekt noch inkorrekt sein und dann wird es unklar, was eine Repräsentation in diesem Zusammenhang sein soll.

Wenn wir weder eine korrekte noch eine inkorrekte Repräsentation haben, müssen wir uns mit unfertigen Formulierungen abfinden wie: mein gedanklicher Inhalt repräsentiert; oder auch: mein gedanklicher Inhalt repräsentiert etwas. Obwohl diese geschwächte Version des Repräsentationalismus möglich wäre, trifft sie doch nicht Merleau-Pontys Intention, die gerade darin besteht, Wahrnehmung zu belassen, wie sie ist; sie als solche zu verstehen und nicht in das Korsett einer objektiven Wahrheit zu pressen.<sup>15</sup>

Was also ist Wahrnehmung, wenn nicht ein Abgleichen der Wahrnehmungsinhalte mit einer Proposition p, die einer objektiven Welt entspringt? Noë schreibt: „to perceive something is not to consume it, just as it isn't a matter of constructing, within our brains or minds, a model or picture or representation of the world without. There is no need. The world is right there and it suffices“ (Noë, 2009, S. 99).

---

15 Selbst der radikale Enaktivismus der REC-Theorie, die in Kürze genauer erklärt wird, geht nicht so weit. „REC assumes that some cognitive attitudes are contentful in the restrictive sense of possessing correctness conditions. REC holds, for example, that we sometimes think thoughts that refer to things beyond themselves—thoughts that can be true or false“ (Hutto und Myin, 2017, S. 12).

Eine rein repräsentationalistische Herangehensweise ist im Hinblick auf die Phänomenologie des Leibes, wie gerade gezeigt, nicht möglich. Die Frage scheint also zu sein: Bringen die Phänomenologie des Leibes und die interoperationale Robotik die beiden Ansätze des Enaktivismus und des Repräsentationalismus zusammen (in einer Form, die nur noch über den Anteil der repräsentationalistischen Ideen entscheiden muss) oder gibt es einen klaren Bruch mit dem Repräsentationalismus und wird infolgedessen ein radikaler Enaktivismus vertreten? Wenden wir uns zunächst einer rein enaktivistischen Theorie zu.

Hutto und Myin haben in ihrem Buch *Evolving enactivism: basic minds meet content* einen solchen radikalen Enaktivismus vorgestellt. Die zentrale Idee in den Kognitionswissenschaften war bisher, dass das Bewusstsein repräsentiert und Daten ähnlich einem Computer verarbeitet, „making representationalism and computationalism the two main pillars of cognitivism“ (Hutto und Myin, 2017, S. 3). Der radikale Enaktivismus von Hutto und Myin, 2017 wird kurz REC genannt. REC steht für „Radically Enactive, Embodied account of Cognition“ (Hutto und Myin, 2017, S. 9).

REC besitzt zwei neue grundlegende Überzeugungen, die zu Säulen der Theorie werden und auf jeden Fall angenommen werden müssen, um ihr zu folgen: „(1) cognition is a kind of situated enactive, embodied activity, and that (2) enactive, embodied activity does not always and everywhere involve thinking about the world in contentful ways“ (Hutto und Myin, 2017, S. 9 – 10). Eine wichtige Unterscheidung zu bisherigen Theorien ist, dass angenommen wird, dass es grundlegende Formen der Kognition gibt, die keinen Gehalt besitzen. Wenn Kognition als etwas definiert würde, das Gehalt besitzt, dann könnte REC niemals eine Theorie der Kognition sein, sondern müsste eine reine Theorie des Verhaltens werden (s. Hutto und Myin, 2017, S. 15).

Auch bezüglich der interoperationalen Robotik kann uns die REC-Theorie helfen, denn sie gibt ein starkes Argument für die Nutzung von Modellen in der Robotik, um Kognition besser zu verstehen. „Cognition is a kind of embodied activity that is out in the open, not a behind-the-scenes driver of what would otherwise be mere movement“ (Hutto und Myin, 2017, S. 9). Dies würde bedeuten, dass wir anhand von Aktivitäten, die *im Freien* sind, neue Erkenntnisse über Kognition gewinnen können, indem man das Tun eines Robotersystems begutachtet und dass sich solche Erkenntnisse über rein behaviorales Wissen hinwegsetzen.

Eine weitere wichtige Unterscheidung die Hutto und Myin, 2017 treffen, ist die zwischen wesentlichem und nicht-wesentlichem Bewusstsein (s. Hutto und Myin, 2017, S. 13). Wesentliches Bewusstsein benötigt keine gedanklichen Inhalte und ist grundlegend, während nicht-wesentliches Bewusstsein gedankliche Inhalte besitzt und auf wesentlichem Bewusstsein aufbaut. „REC holds that there

are interesting varieties of basic perceiving, imagining, and remembering—which can come in the form of embodied activity or reenactments—that involve no content” (Hutto und Myin, 2017, S. 13).

Während Befürworter einer erweiterten-Geist-Theorie Kognition noch immer als repräsentationalen Prozess begreifen, der sich allerdings nicht nur auf das Gehirn und den menschlichen Körper beschränkt, bricht die SMC-Theorie, die bereits angesprochen wurde, zumindest mit der These der multiplen Realisierbarkeit, obwohl auch sie weiterhin repräsentational bleibt (s. Hutto und Myin, 2017, S. 7 – 8).

Zu diesem Zeitpunkt lässt sich sagen, dass Merleau-Pontys Überlegungen nur entweder durch eine rein enaktivistische Lösung, wie REC, oder durch eine Mischform von Enaktivismus und Repräsentationalismus adäquat beschrieben werden kann. Dies würde folgende Konsequenzen für die Modellierung nach sich ziehen: Wenn verschiedene Modelle in Form von Robotersystemen verschiedene körperliche Eigenschaften besitzen, müssten die Wahrnehmungsdaten dieser Modelle ebenfalls klare Unterschiede aufweisen. Präzise gesagt: Eine Veränderung des Körpers des Modells zieht eine Veränderung der Wahrnehmung des Modells nach sich. Die Veränderung der Wahrnehmung bezieht sich hierbei nicht lediglich auf die offensichtlichen Veränderungen wie den Umstand, dass ein Roboter mit einem Greifarm etwas greifen kann, ein Roboter ohne Greifarm jedoch nicht. Die Veränderungen sind tiefgehend. Wie könnten solche Veränderungen aussehen?

Wenn man grundlegende kognitive Begriffe im Hinblick auf Handlung betrachtet, sieht man, dass sich solche Begrifflichkeiten, sobald sie nicht mehr losgelöst von der menschlichen Lebenswelt sind, verändern. Sie werden kontextualisiert. Um phänomenologisch zu sprechen: sie werden zu einem für-Etwas. Das Wesen von Heideggers Hammer ist nicht nur Eisen und Holz, sondern ein Ding zu sein, das zum Hämmern benutzt wird. Es wird durch seine Funktion und Rolle bezüglich des Gebrauches charakterisiert (s. Heidegger, 2001, S. 66 – 70).

Genau so sollten kognitive Begriffe nicht abseits von der Realität psycho-physischer Subjekte definiert werden. Dies sieht auch die interoperationale Robotik, indem sie „Daten-, Informations- und Wissensverarbeitung als ‚Problemlösen‘ sowie Lernen als ‚Adaption an die Umwelt‘“ (Haun, 2013, S. 466) versteht. Diese Begriffe werden in die Lebenswelt von psycho-physischen Subjekten eingegliedert und in einem Kontext, im Sinne eines für-Etwas, definiert.

Im Hinblick auf die oben gestellte Frage lässt sich sagen, dass jegliche Veränderungen des Körpers Veränderungen der Wahrnehmung nach sich ziehen müssen, da der Körper das Vehikel ist, mit dem wir, um die eben genannten Worte der interoperativen Robotik zu nutzen, Probleme lösen oder uns an die Umwelt anpassen. Jegliche Veränderung des Instruments zieht Veränderungen in den

Ergebnissen nach sich, die das Instrument erreicht. Wenn wir dies annehmen, kann es keine Überraschung sein, dass die Wahrnehmungen, die ein Mensch vor und nach einer Veränderung seines Leibes macht, unterschiedlich sind und man dies ebenso bei der interoperationalen Robotik beobachten können sollte.

Um diese These zu überprüfen, könnten die Wahrnehmungsinhalte eines Robotersystems vor und nach einer Veränderung seines Körpers verglichen werden. Zudem sollte man sich im Geiste Merleau-Pontys Gedanken darüber machen, wie die Unterscheidung von Leib und Körper bei einem Robotersystem von statten geht.

Eine Möglichkeit der Implementierung wäre, dem Robotersystem einen Leib zu geben im Sinne eines Schemas, das seinen Körper zum Zeitpunkt  $t_0$  einschließt. Zu einem späteren Zeitpunkt  $t_1$ , wenn sich der Körper verändert hat (man hat ihm beispielsweise einen Sensor oder Aktor genommen), könnte das System eine solche Änderung feststellen. Dies könnte zum Beispiel geschehen, indem das System fehlende oder zusätzliche Rückmeldungen gegenüber dem Zustand  $t_0$  registriert und in das Leibscheina einbindet. Dies würde ein Phantomglied – gesetzt den Fall, es gibt keine Ausfälle oder Systemkomplikationen – unmöglich machen.

### **Repräsentationalismus enaktiv verstehen**

Bereits im Kapitel über die Perspektive wurde von Umgebungskarten (s. Haun, 2013, S. 134 – 135) und Landmarken (s. Haun, 2013, S. 114) gesprochen. Umgebungskarten sind eine Möglichkeit, Robotersystemen ihre Umwelt begrifflich zu machen und Landmarken können bei Umgebungskarten eingesetzt werden um bestimmte, distinkte Merkmale der Umgebung als Fixpunkte festzulegen, nach denen der Roboter seine Handlungen (und jegliche Aktionen wie zum Beispiel Bewegungen) ausrichten kann.

Diese Umgebungskarten werden dem Robotersystem zwar mit Hilfe eines Programmcodes gegeben, sind allerdings, im Grunde genommen, eine repräsentationale Herangehensweise, da sie, wenn auch im Programmcode, die Umwelt des Robotersystems repräsentieren.

Doch selbst wenn man der interoperationalen Robotik an dieser Stelle zugesteht, dass sie mit Mitteln arbeitet, die als repräsentational verstanden werden können, muss dies nicht gleichzeitig bedeuten, dass die Auswirkungen, die daraus entstehen, nicht auch enaktiv sein können. Es wird lediglich – so die These – repräsentational gearbeitet, doch auch diese repräsentationale Arbeitsweise kann enaktive Auswirkungen haben.

Wonach könnte man enaktive Auswirkungen definieren, die auch durch repräsentationale Mittel herbeigeführt werden können? Die bisherigen Untersuchungen haben zwei Auswirkungen kognitiver Vorgänge gezeigt, die als enaktiv verstanden werden sollten:

### 1. Handlungen

Hiermit ist gemeint, dass jedwede Handlung, egal ob ausgeführt oder geplant, die kognitiv verursacht wurde, enaktiv zu bewerten ist. Dies schließt neue Planung, bereits bestehende Planung, die durch kognitive Verursachung verändert wird sowie ausgeführte Handlungen ein.

### 2. Interaktion mit der Umwelt

Hiermit ist gemeint, dass das psycho-physische Subjekt seine Umwelt aktiv für andere oder auch nur für sich verändert.

Dies bedeutet, dass jede kognitive Verursachung, die dazu führt, dass ein psycho-physisches Subjekt mit Hilfe seiner Aktoren Veränderungen in seiner Umwelt herbeiführt, als enaktiv betrachtet werden sollte. Ein Großteil dieser aktiven Eingriffe können auch als Handlung begriffen werden, je nachdem, welche Handlungsdefinition man zu Grunde legt. Eingriff in die Umwelt wird hier als zusätzlicher Punkt aufgeführt, da es auch den Fall abdecken soll, in dem das psycho-physische Subjekt Urteile über die Umwelt verändert oder neu fasst als auch die Möglichkeit, die Umwelt zu verändern, ohne eine Handlung im Sinne des gewählten Handlungsbegriffs auszuführen.

Da die Veränderung von Urteilen über die Umwelt nicht direkt einen Eingriff in die Umwelt darstellt, soll hier kurz erklärt werden, wieso es hier dennoch aufgeführt wird. Obwohl die Veränderungen von Urteilen nicht direkt in die Umwelt eingreifen, wandeln sie jedoch die, grob gesprochen, Herangehensweise an die Umwelt.

Man stelle sich vor, man steht an einer Fußgängerampel und sieht eine rote Figur oder vielleicht nur einen roten Kreis. Diese Wahrnehmung, dieses Urteil über die Umwelt, informiert bestimmte Handlungsmuster, -pläne und Gewohnheiten. Mit der Signalfarbe sind bestimmte Gewohnheiten und Handlungsmuster verbunden, da rot in den meisten Fällen, in denen es als Signal verwendet wird, eine Averse Wirkung hat und ‚nein‘, ‚Stopp‘ oder ähnliches bedeutet. Wechselt die Farbe nun von rot auf grün, ändert sich die Herangehensweise des Subjekts gegenüber seiner Umwelt, ohne, dass das Subjekt selbst, im herkömmlichen Sinne, in die

Umwelt eingegriffen hätte. Allerdings interagiert das Subjekt, eher passiv, mit der Umwelt und nimmt eine Veränderung wahr, die das eigene Handeln verändert.

Es kommt nicht darauf an, wie die Enaktivität erreicht wird, sondern *ob* sie erreicht wird. Sobald eine der beiden Auswirkungen, Interaktion mit der Umwelt oder Handlungen in einem größeren Kontext, gegeben sind, sollten nicht nur die Auswirkungen, sondern auch die kognitiven Vorgänge, die zu ihnen führten als enaktiv oder zumindest enaktiv-bildend angesehen werden.

Das Einbeziehen einer Umwelt ist sowohl bei der Handlung als auch bei der Interaktion mit eben dieser der zentrale Faktor. Man könnte somit die Hypothese aufstellen, dass das Integrieren der Umwelt in den kognitiven Vorgang diesen und seine Auswirkungen enaktiv macht. Verfechter des Enaktivismus könnten probieren, jegliche Form von Repräsentationalismus im Modell der interoperativen Robotik ausfindig zu machen und mit einer enaktiven Alternative zu ersetzen. Dieses Forschungsvorhaben möchte einem solchen Vorgehen jedoch nicht nachgeben.

Es ist wichtig, Methode und Ergebnis auseinanderzuhalten. Ein kognitiver Vorgang der repräsentationalistisch abläuft, würde von Fürsprechern des Repräsentationalismus nicht als Problem angesehen werden, nur weil das zu erwartende Ergebnis dieses Vorgangs eine Handlung oder ein Eingriff in die Umwelt ist, das heißt klar enaktivistisch. Repräsentationalisten könnten also sagen, dass ein kognitiver Vorgang repräsentationalistisch sein kann, selbst, wenn enaktive Methoden verwendet wurden, um die Repräsentation zu erhalten.

Im Gegensatz dazu könnte man nun Merleau-Ponty weiterdenken und dafür plädieren, dass eine Repräsentation auch enaktivistisch sein kann. Nämlich genau dann, wenn der Inhalt der Repräsentation im Kern durch den Leib, im groben durch Handlungen, erreicht wurde.

Diese Argumentation fußt auf der holistischen Annahme, dass der gesamte Ablauf, das heißt die kognitiven Vorgänge, die vorher oder nachher stattfindende Wahrnehmung sowie mögliche Auswirkungen, als ein zusammenhängender, kognitiver Vorgang angesehen wird. Wenn wir dieser Annahme folgen, gibt es nur eine geringe Auswahl an Beispielen, die mit Hilfe einer rein repräsentationalistischen Erklärung funktionieren. Oder anders gesagt:

Jedes Beispiel, in dem kognitive und/oder Wahrnehmungsprozesse zu Handlungen oder aktiven Veränderungen der Umwelt führen, können, in einer schwachen Interpretation, als, zumindest teilweise, enaktiv angesehen werden. In einer starken Interpretation dieses Arguments wäre jeder kognitive Vorgang, der im Ergebnis zu Handlungen oder aktiver Veränderung der Umwelt führt, enaktiv. Der

Unterschied zwischen schwacher und starker Lesart ist in diesem Fall, ob Wahrnehmungsprozesse bereits für eine enaktive Erklärung ausreichen oder ob kognitive Prozesse involviert sein müssen.

Selbst mit dieser rigiden Definition des Arguments könnte es sein, dass das Phantomglied-Beispiel noch immer rein repräsentational zu erklären ist, beziehungsweise, dass dieses besondere Beispiel sich gerade gegen die Enaktivität sträubt, da sich das Phantomglied dadurch auszeichnet, dass es die Handlungsweise des Menschen eben nicht verändert, obwohl man dies erwartet.

Enaktiv wäre es, wenn eine solch tiefgreifende Veränderung wie ein Phantomglied Auswirkungen auf die Handlung des Individuums hätte. Da dies eben nicht der Fall ist, kann es repräsentational erklärt werden, weil es nicht dazu kommt, dass das psycho-physische Subjekt aufgrund des Phantomgliedes seine Handlungen verändert oder aktiv in die Umwelt eingreift.

Für sehr viele andere Beispiele ist dies jedoch der Fall, da nicht nur offensichtliche Handlungen von dieser Definition betroffen sind, sondern auch Veränderungen im Urteil des Subjekts.

Nehmen wir an, Person A und Person B gehen in ein Restaurant und bestellen sich das gleiche Gericht. Person B isst zuerst und Person A sieht, wie Person B das Gesicht verzieht und, für die Eindeutigkeit dieses Beispiels, das Essen in eine Serviette spuckt. Dies wird das Urteil von Person A ändern. Person A wird dem Essen kritisch gegenüberstehen, im besten Fall ist es nur versalzen, im schlimmsten Fall vielleicht vergiftet.

Diese Annahmen verändern nicht nur den geistigen Zustand von Person A bezüglich der Speise, sie verändern auch die Handlungsweise von Person A, denn sie wird das Essen nicht anrühren, bis sich geklärt hat, warum Person B sich so verhalten hat. Eine solche Veränderung im geistigen Zustand wie bei Person A sollte, nach der oben genannten, schwachen Definition als enaktiv gelten, denn sie verändert die Handlung, die Handlungsweise oder das Handlungsvorhaben aufgrund eines Wahrnehmungsprozesses. Dieser Wahrnehmungsprozess kann, wie in dem Beispiel, repräsentational geschehen. Die Überzeugung, dass das Essen ungefährlich und schmackhaft ist, wird durch eine repräsentationale Wahrnehmung verändert. Der kognitive Vorgang jedoch, der das Ganze ummantelt, bleibt ein enaktiver, da die Wahrnehmung, wie auch immer sie vonstattengeht, in einen enaktiven, kognitiven Prozess eingebunden ist, der sich dadurch auszeichnet, zukünftige Handlung und derzeitige Handlungsplanung zu verändern.

Wenn ein starker Enaktivismus nach Hutto und Myin, 2017 durch die Analyse der Phänomenologie des Leibes an Substanz und Relevanz gewinnt, könnte dies ein Hinweis darauf sein, dass zumindest

Teile der menschlichen Kognition nicht repräsentativ in einem Vakuum, sondern enaktiv, also körper-, leib- und handlungsbezogen, in einer Umwelt geschehen.

Auch hier könnte man dafür plädieren, keine starren Grenzen zwischen repräsentationaler Kognition und enaktiver Kognition zu ziehen, sondern sich eher die Konsequenz als die Prämissen anzuschauen. Hier gilt: Wenn ein repräsentationaler Kognitionsvorgang dazu führt, dass sich eine bestehende Handlung oder ein zukünftiges Handlungsvorhaben verändert, könnte auch dieser als enaktiv verstanden werden.

Die interoperationale Robotik sieht zwar „eine strukturelle Identität zwischen Gehirn und Geist beim Menschen und Computer und Brainware nicht gegeben“ (Haun, 2013, S. 466), versteht den Roboter in seiner Gesamtheit jedoch parallel zum Menschen. Folgt man diesem Gedanken ist es nicht möglich, starke Korrelationen zwischen einzelnen Elementen von Menschen und Robotersystemen zu konstatieren. Was man jedoch tun kann und was sich aufgrund der anthropomorphen Bauweise einiger Roboter anbietet, ist, den Menschen und das Robotersystem in seiner Gesamtheit zu vergleichen.

Die Philosophen, die einen *pragmatic turn* postulieren, verstehen Kognition und Handlung als stark verknüpft.

The basic idea behind an action-oriented paradigm holds that cognition should not be understood as a capacity for deriving world models, which in turn would provide a database to support thinking, planning, and problem solving. Instead, cognitive processes are closely intertwined with action. Cognition is thus best understood as ‘enactive’; that is, as a form of practice itself (Engel et al., 2016, S. 2)

Infolgedessen könnte man parallel eine starke Verknüpfung von Brainware und Körper eines Robotersystems vermuten.

Abschließend für dieses Kapitel soll versucht werden, die interoperative Robotik mit dem Seelenblindheit-Beispiel und dem Phantomglied-Beispiel in Verbindung zu bringen. Außerdem soll versucht werden einen groben Versuchsaufbau zu skizzieren, wie die interoperationale Robotik bestimmte Annahmen der Phänomenologie des Leibes überprüfen könnte.

Wollte man die zwei Beispiele unter Bezugnahme der interoperativen Robotik untersuchen, so könnte man ein Robotersystem für jedes der Beispiele in zwei Versionen entwerfen. Die eine Version als offenes und die andere als geschlossenes System (s. Haun, 2013, S. 51 – 52), was bedeutet, dass das offene System äußere, also umweltbezogene, Einflüsse aufnimmt und in diese eingreift, während das geschlossene System dies nicht tut.

Ein solcher Vergleich könnte zeigen, ob die beiden Beispiele einen Bezug zur Umwelt benötigen oder nicht. Die These lautet, dass es dem offenen System möglich ist, beide Beispiele adäquat darzustellen,

obwohl das Phantomglied-Beispiel die Offenheit des Systems nicht notwendigerweise nutzen muss. Bei einem geschlossenen System funktioniert die Darstellung des Phantomglied-Beispiels aus diesem Grund ebenfalls, nur das Seelenblindheit-Beispiel dürfte nicht von einem geschlossenen System abgebildet werden können, da hierfür Informationen benötigt werden, die außerhalb des Systems liegen.

Dieses Kapitel begann mit der These, dass der Körper konstitutiv für das Bewusstsein ist. Wie kann diese These mit Hilfe der bisher geleisteten Analyse der Phänomenologie des Leibes und ihrer Verortung in den Kategorien Enaktivismus und Repräsentationalismus nun bewertet werden?

Dass ein Körper, das heißt irgendeine physische Form, notwendig für die sich-ereignende Entwicklung des menschlichen Bewusstseins ist und evolutionsbiologisch war ist kaum von der Hand zu weisen. Merleau-Ponty zeigt nun auf, dass der Leib als habituellem Körper konstitutiv für das Bewusstsein ist und zwar nicht nur deshalb, weil er Kognition ermöglicht, sondern weil der Körper, der Leib und die Interaktion mit der Umwelt eine aktive Rolle in der Entwicklung von Kognition spielen. Eine neue Erkenntnis erwächst aus der Rolle, die die Phänomenologie des Geistes der körperlich vermittelten Interaktion mit der Umwelt zuspricht und wie diese in die bisher gedachte Dichotomie von Körper und Bewusstsein hineinspielt.

Da der Mensch ein offenes System ist, gibt es keine abgeschotteten Bereiche, die für sich sind und keinen Veränderungen von anderen Quellen unterworfen wären. Auch zwischen Körper und Bewusstsein gibt es, folgt man der Phänomenologie des Leibes, kaum Interaktionen, die nicht von Effekten der Umwelt betroffen sind.

Wenn man den bisherigen Überlegungen folgt, kommt man zu dem Schluss, dass jede Veränderung von Handlung oder Handlungsplanung die Umwelt als Faktor einbezieht. Im alltäglichen Leben eines Menschen sind ein Großteil der Entscheidungen, die getroffen werden auf zurzeit ausgeführte oder in der Zukunft auszuführende Handlungen bezogen.

Diese relationale und auch kausale Beziehung von Umwelt und Handlungsweise ist zentral für das menschliche Leben. Es wäre beinahe undenkbar, wie die menschliche Existenz möglich wäre, ohne, dass sich Handlungspläne durch neue Informationen aus der Umwelt verändern. Genau an diesem Punkt setzt die Phänomenologie des Leibes an.

Der Körper ist aus zwei Gründen ein essenzieller und zentraler Teil der menschlichen Erfahrung: Zum einen wirkt der Körper als dauerhafter Vermittler zwischen Handlung und Umwelt. Jede Information, die aus der Umwelt aufgenommen wird und zu Veränderungen der Handlung führt, wird mit Hilfe von Sensoren und Aktoren vom Körper aufgenommen. Jede Handlung, die die Umwelt verändert, muss durch den Körper ausgeführt werden. Dies macht den Körper zu einer notwendigen

Komponente im Zusammenspiel zwischen Bewusstsein und Umwelt und eine offensichtliche Notwendigkeit, um Handlungen auszuführen.

Zum anderen ist diese Rolle des Vermittlers – und hier ist es von großer Bedeutung, dass diese Theorie eine phänomenologische Theorie ist – je nach Körper, Leib, Bewusstsein, Mensch und damit Lebenserfahrung unterschiedlich. Die Übersetzung der Informationen, die aus der Umwelt gewonnen werden, ist nicht quantifizierbar in dem Sinne, dass dieselben Informationen des Außen nicht auch die gleichen Veränderungen im Inneren von verschiedenen Menschen bewirken muss. Die Beschaffenheit des Körpers, des Leibes und des Bewusstseins ist kausal verantwortlich für die Überführung von Daten aus der Umwelt zu Informationen und letztendlich zu Wissen.

Einerseits ist hier gemeint, dass verschiedene Informationen, die aus der Umwelt extrahiert werden, zu unterschiedlichen Handlungen und Handlungsplanungen führen können. Für den einen bringt der Besuch eines Ortes Erinnerungen und Gefühle zurück, bei anderen bleibt dieser Effekt aus. Die Übersetzung von Informationen in Handlung ist also keine Eins-zu-Eins Übersetzung, sondern orientiert sich an der Lebenswelt der jeweiligen Person.

Zum anderen sind Körper unterschiedlich und diese Unterschiede diktieren verschiedenes Herantreten an die jeweilige Umwelt und verschiedene Veränderungen in der Handlung. Die Beispiele hierzu sind in drei Stufen aufgeteilt:

Die erste Stufe enthält offensichtliche Beispiele, die Körper beinhalten, die in ihrer Form sehr stark voneinander abweichen. Jeglicher visuelle Stimulus, der einen Menschen dazu bringen würde, sein Handeln zu verändern, wird dies nicht bei einem blinden Menschen tun.

Die zweite Stufe der Beispiele zeigt erneut offensichtliche Beispiele, die jedoch schon den Kern dessen erfassen, was die dritte Stufe zeigen wird.

Wenn ein Fußball oder Baseball in hoher Geschwindigkeit auf einen Menschen zufliegt, wird dieser ihn vermutlich mit seinen Händen abwehren oder fangen. Wenn man sich nun vorstellt, dass dem Menschen die Hände hinter seinem Rücken zusammengebunden wurden, dann wird seine Reaktion nicht wie die in der ersten Stufe aussehen.

Es ist nicht so, dass die Information aus der Umwelt (ein Ball fliegt auf mich zu) zu keiner Handlungsveränderung führt – die Handlungsveränderung wird stattdessen den körperlichen

Möglichkeiten angepasst. Wären die Hände hinter dem Rücken zusammengebunden, würde man sich nicht einfach vom Ball treffen lassen, man würde versuchen, seinen Körper zu schützen, indem man zur Seite springt oder sich umdreht, um lebenswichtige Organe zu schützen.

Stufe drei der Beispiele soll die Veränderung der Handlungsweise auch bei den geringsten körperlichen Unterschieden exemplifizieren. Man stelle sich vor, man ginge auf seine Haustür zu, greift die Klinke und öffnet die Tür. Dieser Vorgang kann nur dann funktionieren, wenn der Leib mit dem Körper kongruent ist. Das bedeutet, dass das Gefühl eines Menschen dafür, wo sich beispielsweise der rechte Arm seines Körpers zum Zeitpunkt  $t$  befindet, mit dem übereinstimmen muss, wo sich der rechte Arm – oder genauer: das Gefühl des rechten Armes – in seinem Leib zum selben Zeitpunkt befindet. Diese Kongruenz benötigt keine Repräsentation im Sinne des Repräsentationalismus. Eher ist sie dem Menschen jeweils schon gegeben und so wie die Perspektive ebenfalls dauerhaft gegeben ist und im Alltag nie bewusst wahrgenommen wird, wird auch die Kongruenz des Leibes mit dem Körper nie bewusst wahrgenommen, ist jedoch immer schon vorhanden. Was passierte nun, wenn dies nicht so wäre?

Um blutigen Beispielen aus dem Weg zu gehen, denken wir uns, dass ich von einer Fee verwünscht wurde, so dass meine Finger um zwei Zentimeter kürzer sind. Wenn ich das nächste Mal mit zwei Zentimeter kürzeren Fingern an die Tür trete, werde ich, wenn ich mich nicht angestrengt darauf konzentriere, die gleiche Handlung ausführen wie beim letzten Mal – ich werde einer Gewohnheit nachgehen. Ich werde folglich die Türklinke nicht ergreifen, da ich sie um zwei Zentimeter verfehle und mich anschließend ärgern. Bei den darauffolgenden Situationen, in denen ich die Tür öffnen möchte, werde ich mich nach und nach an die neuen Umstände gewöhnen, im eigentlichen Sinne des Wortes, und irgendwann meine Herangehensweise so verändert haben, dass ich trotz der zwei Zentimeter kürzeren Finger die Türklinke ergreife. Dies zeigt, dass die Länge der Finger nicht im Sinne des Repräsentationalismus repräsentiert werden. Wäre es so, könnte man die Veränderung der Finger wahrnehmen, eine neue Repräsentation würde erschaffen und ich könnte bereits beim ersten Herantreten an eine Tür die Türklinke ergreifen, da meine Repräsentation stimmig ist.

Im gleichen Atemzug muss man jedoch sagen, dass es ebenfalls Beispiele gibt, die klar in Richtung einer repräsentationalen Lösung deuten. Wenn ich beispielsweise an ein Land denke, in dem ich mich noch nie aufgehalten habe, dann wird jede Überlegung eine Form der Repräsentation sein; Eine Landkarte, Bilder von Wahrzeichen oder ähnliches. Ich habe in diesem Beispiel schlicht keinen enaktiven Bezug zu dem gedanklichen Inhalt und so kann meine Wahrnehmung dessen auch nicht enaktiv sein.

Die Gewohnheit beinhaltet die Informationen zur Länge meiner Finger, doch tut sie dies nicht repräsentational, sondern, wie bereits angesprochen, subsymbolisch. Wenn wir uns eines der mannigfaltigen Gedankenbeispiele eines Körpertauses ins Gedächtnis rufen – obwohl der Name irreführt, da es Geistausch heißen müsste – und Merleau-Pontys Leibbegriff zu Grunde legen merken wir, dass im Leib keine Repräsentationen vorliegen. Es wäre nicht möglich, die Parameter des neuen Körpers in unseren Leib zu programmieren, genauso wenig wie es uns möglich ist, die Parameter unseres Leibes für die Länge unserer Finger zu überschreiben oder, um ein realistischeres Beispiel zu nutzen: Tauscht man eine Taste einer Tastatur mit einer anderen Taste auf derselben Tastatur aus und lässt es eine Person, die an dieser Tastatur schreiben wird wissen, hilft es ihr nicht dabei, fehlerfreie Texte zu schreiben, denn die Position der Tasten ist dem Menschen, frei nach Merleau-Ponty, in den Fingern gegeben, nicht im Bewusstsein.

Diese Beispiele funktionieren in beide Richtungen. Sowohl eine Veränderung der Leib-Körper-Dichotomie<sup>16</sup> als auch eine Veränderung in der Mensch-Umwelt-Beziehung kann dazu führen, dass Handlungen nicht mehr wie gewollt funktionieren. Hätte die Fee nicht meine Finger zwei Zentimeter kürzer gemacht, sondern alle Türklinken zwei Zentimeter weiter oben oder unten platziert, hätte ich ebenfalls danebengegriffen und ähnlich lange Zeit für eine Anpassung gebraucht. Dies würde bedeuten, dass uns auch unsere Umwelt nicht im Sinne des Repräsentationalismus repräsentiert wird, denn sonst könnte ich auch hier die neuen Parameter der Türklinken in meine Handlung einbauen und es gäbe keinen Zeitraum, in dem ich die neuen Umstände in der Welt erlernen muss.

Hiermit soll erneut die Relevanz des Gewohnheitsbegriffs bei Merleau-Ponty herausgestellt werden. In unserem vorherigen Beispiel der Türklinke gab es einen wichtigen Halbsatz, dem jetzt mehr Aufmerksamkeit geschenkt werden soll: „wenn ich mich nicht angestrengt darauf konzentriere“.

Der Umstand, dass der Leib sich nicht zeitgleich dem Körper und seinen neuen Maßen anpasst, spiegelt sich in der Gewohnheit wider. Der Mensch spielt ein bereits vorhandenes Programm ab, das sich in einer sehr ähnlichen Situation bereits als zielführend erwiesen hat. Die Parallele zur interoperationalen Robotik drängt sich durch die Wortwahl beinahe auf.

Obwohl es dem Menschen häufig gelingt, mit Hilfe der Gewohnheit den Alltag zu meistern, benötigt er dennoch die Möglichkeit, neue Situationen und veränderte Umgebungen neu einzuschätzen, um

---

16 Auch in der modernen Literatur zur Phänomenologie wird Merleau-Ponty so verstanden, dass er für eine Trennung von Körper und Leib einsteht. „The spatial representation of the body has to be distinguished from the objective physical body“ (de Vignemont, 2007, S. 436).

sowohl neue Gewohnheiten zu schaffen als auch alte zu verändern und an die gegebenen Umstände anzupassen.

Dies kann sehr leicht bei Robotern beobachtet werden. Ein Roboter, der nach einem bestimmten Programm handelt, funktioniert so lange wie gewünscht, wie sich keine der Variablen seiner Umwelt, die aktiv oder passiv in dem Programm enthalten sind, verändern. Tritt eine solche Veränderung ein, misslingt es dem Roboter völlig, seine Funktion zu erfüllen. In diesem Fall würde es dem Robotersystem helfen – so wie es die interoperative Robotik vorschlägt – die Umwelt als mögliche Variable und nicht als Konstante zu betrachten und seine Handlungen mit möglichen Veränderungen in der Umwelt abzustimmen, anstatt strikt ein vorher gefasstes Programm ablaufen zu lassen.

Routinetätigkeiten des Menschen wurden bereits in KNN modelliert (s. Rey und Wender, 2018, S. 112 – 119). Sie wurden mit Hilfe eines hierarchischen Modells in einzelne, aufeinander aufbauende Schritte unterteilt. Anstatt sie so in die Form von KNN zu überführen, wurden jedoch rekurrente Netze benutzt, um bekannte Fehler des hierarchischen Modells zu umgehen (s. Rey und Wender, 2018, S. 114).

Auch der Autismus beziehungsweise das Savant-Syndrom wurde als KNN modelliert (s. Rey und Wender, 2018, S. 119 – 127). Obwohl dieses KNN für die Modellierung eines durchschnittlichen Menschen nicht von Belang sein wird, zeigt es doch, dass, um jede Facette des Menschen zu modellieren, der Durchschnittsmensch nicht ausreicht und mit einer Modellierung eines durchschnittlichen Menschen sehr viele Grenzfälle der menschlichen Erfahrung außen vorgelassen werden.

Wie im Autismus-Beispiel angedeutet, gibt es Probleme bei einer solchen Modellierung, die sich nicht nur auf die Konstruktion der KNN beschränken. Selbst wenn eine Modellierung eines durchschnittlichen Menschen gelingen würde, hätte diese genau einen Anwendungsfall: Den, des durchschnittlichen Menschen. Für jeden Menschen, der nicht dieser Durchschnitt ist, müsste eine Änderung am Modell vorgenommen werden.

Um verschiedene Facetten menschlichen Verhaltens in Gänze abbilden und modellieren zu können, scheint es nicht auszureichen, eine Art von KNN zu nutzen. Da es verschiedene Verhaltensweisen gibt, die auf verschiedene Art und Weise abgebildet werden müssen, kämen nur mehrere vernetzte KNN, die jeweils eine Verhaltensweise des Menschen abbilden, als Gesamtmodell in Frage. „Gerade die Entwicklung von kognitiven Systemen wird bedingen, dass sich beim Modellieren die Übergänge zwischen einzelnen Modelltypen eher fließend gestalten“ (Haun, 2013, S. 60).

Mentale Modelle sind „als Adaptionen innerer Modelle an unterschiedliche kognitive Anforderungen zu verstehen“ (Haun, 2013, S. 78). Um unterschiedlichen kognitiven Anforderungen gerecht zu werden, müssen entweder unterschiedlich konstruierte KNN benutzt werden oder KNN müssen mit anderen Formen der künstlichen Intelligenz zusammengebracht werden. Die interoperative Robotik schlägt hier Fuzzy-Systeme vor:

Es ist daher wünschenswert, einen automatischen Adaptionsprozess zur Verfügung zu haben, der dem Lernverfahren neuronaler Netze gleicht und die Optimierung von Fuzzy-Systemen unterstützt [...] Nach der vergleichenden Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile neuronaler Netze und Fuzzy-Systeme wird deutlich, dass es durch eine geeignete Kombination beider Ansätze möglich ist, Vorteile zu vereinen und Nachteile auszuschließen (Haun, 2013, S. 348)

Im Hinblick auf eine Modellierung des Menschen lässt dies zunächst zwei mögliche Verfahrensweisen zu: Entweder kombiniert man KNN, die unterschiedliche Lebenserfahrungen verschiedener Menschen abbilden, miteinander parallel, um je nach Situation ein anderes KNN bemühen zu können oder man muss sich damit zufriedengeben, dass die Modellierung eines Teils eines Menschen eben nur das ist – die Modellierung *eines Teils eines Menschen*.

Letzterer Schluss wäre aus einer streng phänomenologischen Sicht vorzuziehen. Die Phänomenologie versteht die Relevanz der individuellen Erfahrung von verschiedenen Menschen und somit ist eine Modellierung, die diesen individuellen Charakter in Betracht zieht, einer anderen vorzuziehen, die individuelle Erfahrungen statistisch aufarbeiten und standardisieren will.

All diese, in diesem Kapitel angestellten, Untersuchungen, führen uns zurück zur Überschrift: Der Körper ist konstitutiv für das Bewusstsein. Es wurde gezeigt, dass, wenn man Merleau-Ponty folgt, der Körper nicht nur als cartesianisches Gefäß durch das Ermöglichen von Umweltinteraktionen einen konstitutiven Anteil am Bewusstsein hat, sondern der Leib als habituellem Körper eine unterschiedliche Form der Kognition ermöglicht, als das Bewusstsein alleine es könnte.

Jede Sichtweise, die Körper und Leib in eine passive Rolle zwingt, übersieht einen zentralen Punkt. Die Art und Weise der Interaktion mit der Umwelt wird durch den individuellen Körper und den Leib geformt. Voneinander verschiedene Körper A und B haben eine unterschiedliche Ausdehnung im Raum, unterschiedliche körperliche Eigenheiten und somit Zugang zu unterschiedlichen Informationen aus der Umwelt, die sie mit Hilfe des Leibes unterschiedlich analysieren, aggregieren und interpretieren.

Dieser besondere Fokus auf den individuellen Körper und Leib lässt folgenden Schluss zu: Jeder Mensch besitzt eine eigene Umwelt. Die körperlichen Eigenheiten, die jeden Körper von jedem anderen unterscheiden, führen dazu, dass jeder Mensch einen individuellen Zugang zur Umwelt hat, der diese Umwelt einzigartig macht. Damit ist der Körper aus der Sicht der Phänomenologie des Leibes zweifelsfrei konstitutiv für das Bewusstsein, da er in Kombination mit dem Leib die Informationen

aus der Umwelt zu Wissen aggregiert und dieses Wissen je nach Körper und Leib variiert. Dadurch ist eine jede Lebenserfahrung einzigartig, was die Einzigartigkeit jedes Bewusstseins erklärt.

Um der impliziten Frage dieses Unterkapitels eine Antwort zu geben, kann gesagt werden, dass die Phänomenologie des Leibes selbst eine klar enaktive Theorie ist, die ihren Fokus auf Umstände und Beispiele legt, wie das der Computertastatur, die keine anderen Schlüsse zulassen, als dass Kognition, zumindest in Teilen, wenn nicht sogar in großen Teilen, enaktiv abläuft und Repräsentationen im Sinne des Repräsentationalismus nicht ausreichen, um menschliche Kognition ausreichend zu erklären.

Außerdem kann die These, die am Anfang des übergeordneten Kapitels aufgestellt wurde, bejaht werden. **Der Leib greift als aktiver Teil in die Umwelt ein und ist ein Kernbestandteil der Wahrnehmung.** Außerdem ist er nicht nur Kernbestandteil der Wahrnehmung, sondern der Kognition insgesamt.

## 4. Die Beziehung zwischen Leib und Bewusstsein

Das vorherige Kapitel beschäftigte sich größtenteils mit der Beziehung zwischen Körper und Bewusstsein, also dem räumlich ausgedehnten, materiellen Ding und dem Bewusstsein, das durch diesen Körper bestimmt wird. Dieses Kapitel soll sich mit der Beziehung zwischen Leib und Bewusstsein beschäftigen, also der inneren Eigenwahrnehmung der aktiven, lebendigen Schnittstelle zwischen Umwelt und Bewusstsein.

Man muß entweder auf alle physiologischen Erklärungen verzichten oder sie für die totale Erklärung nehmen – und man muß das Bewußtsein entweder leugnen oder es als totales Bewußtsein nehmen; man kann nicht gewisse Bewegungen der Körpermechanik und andere dem Bewußtsein zuschreiben, Leib und Bewußtsein begrenzen nicht einander, sondern können nur einander parallel sein (Merleau-Ponty, 2010, S. 151)

Merleau-Ponty plädiert hier für eine Sichtweise, die Leib und Bewusstsein einerseits parallel stellt, das heißt, dass weder Leib noch Bewusstsein vom Gegenüber eingenommen werden oder die Ursache für das jeweils andere sind und die beide gleichzeitig in eine kooperative Beziehung stellt.

Dies verstärkt noch einmal die Unterscheidung von Körper und Leib, da, wie im vorigen Kapitel betrachtet, Körper und Bewusstsein in einem kausalen Zusammenhang zueinanderstehen. Wenn der Körper die Möglichkeit der Wahrnehmung der Umwelt darstellt, dann ist er in bestimmtem Sinne maßgeblich für die Entwicklung des Bewusstseins.

Laut Merleau-Ponty gibt es außerdem nicht nur die statischen Größen Körper, Leib, Bewusstsein und Umwelt:

Jede physiologische Erklärung verallgemeinert sich zur mechanistischen Physiologie und jedes Bewußtwerden zur intellektualistischen Psychologie, mechanistische Physiologie und intellektualistische Psychologie aber nivellieren gleichermaßen das Verhalten und beseitigen den Unterschied zwischen abstrakter und konkreter Bewegung, zwischen Zeigen und Greifen. Diese Unterscheidung ist nur festzuhalten, wenn es unterschiedliche Weisen des Leibes, Leib zu sein, unterschiedliche Weisen des Bewußtseins, Bewußtsein zu sein, gibt (Merleau-Ponty, 2010, S. 151)

Aus diesem Vierklang nimmt er den Leib und das Bewusstsein heraus und postuliert, dass es verschiedene Weisen gibt, Leib und Bewusstsein zu sein. Wie kann man dies verstehen?

Die Überschrift des Kapitels, aus dem die zwei oben genannten Zitate stammen, lautet „Die Räumlichkeit des eigenen Leibes und die Motorik“. Bei den verschiedenen Weisen des Bewusstseins und des Leibes geht es um abstrakte und konkrete Bewegungen (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 149 – 151).

Diese Unterscheidung ist bereits in einem vorherigen Kapitel besprochen worden. Ein Patient mit Seelenblindheit kann mit geschlossenen Augen nur konkrete, jedoch keine abstrakten Bewegungen ausführen. Dies zeigt auf, dass abstrakte und konkrete Bewegungen nicht nur semantisch

unterschieden werden können, sondern auch in der Erfahrung der Menschen unterschiedlich gehandhabt werden und somit intellektuell unterschieden werden müssen.

Demnach scheinen Leib und Bewusstsein sich auf unterschiedliche Weisen bezüglich abstrakter Bewegungen, wie beispielsweise Zeigen und konkreten Bewegungen, wie beispielsweise Greifen zu verhalten. Diese Unterscheidung findet sich auch bei der interoperativen Robotik:

So wird in der Psychologie ein menschliches Verhalten als Handlung bezeichnet, wenn es aus Sicht des Handelnden zielgerichtet, intentional und damit sinnbehaftet ist. Ein Beobachter wird ein Verhalten dann als Handlung bezeichnen, wenn er diesen Sinn erkennen, nachvollziehen oder verstehen kann. Als Verhalten werden im behavioristischen Sinn alle beobachtbaren Reaktionen eines Organismus auf einen Reiz bezeichnet. (Haun, 2013, S. 103)

Verhalten ist demnach dann Handeln, wenn es erstens zielgerichtet und zweitens intentional, also absichtlich, ist. Diese Spezifizierung kann sowohl von innen als auch von außen gemacht werden.

Es kann vorkommen, dass ein Mensch eine Handlung ausführt, die von anderen Menschen nicht als solche verstanden wird, weil die Zielgerichtetheit und die Absicht für Außenstehende nicht erkennbar waren. Es kann außerdem vorkommen, dass das reine Verhalten eines Menschen als Handlung gedeutet wird, da ein Außenstehender eine Zielgerichtetheit und Absicht in eine Reizreaktion hineinliest.

Merleau-Ponty spricht in *Phänomenologie der Wahrnehmung* einige Beispiele an, die aufzeigen, dass der Leib nicht nur an der Entwicklung des Bewusstseins beteiligt ist, sondern auch an seinem Umgang mit der Welt.

Im Beispiel vom Raumniveau ist der Leib essenziell, um eben dieses zu kreieren (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 290 – 291). Merleau-Ponty benutzt den Begriff des Raumniveaus in Anlehnung an Wertheimer, um die Sicht in den Raum zu beschreiben.

Läßt man eine Versuchsperson das Zimmer, in dem sie sich befindet, nur durch einen Spiegel sehen, der es in einer Neigung von 45° zur Vertikalen reflektiert, so sieht sie das Zimmer zunächst 'schief'. [...] Nach einigen Minuten aber tritt ein brusker Wechsel ein: die Wände des Zimmers, der darin sich bewegende Mensch und die Fallbewegung werden wieder vertikal (Merleau-Ponty, 2010, S. 290)

Damit ein Mensch seine Umgebung als schief erkennt, muss der Mensch ein Raumniveau haben, das einen Grundwert, also im Fall des Raumniveaus ein *Gerade* definiert. Aufgrund von empirischen Versuchen kann man festhalten, dass die Lage des eigenen Körpers allein diesen Grundwert nicht bestimmt und der Leib ein solches Raumniveau aus der Erfahrung extrahiert:

[B]ei gebeugter Kopfhaltung legt man einen frei beweglichen Faden, aufgefordert, ihn in senkrechte Lage zu bringen, schief [...] Als Masse labyrinthischer kinästhetischer Taktilgegebenheiten hat mein Leib ebensowenig eine bestimmte Orientierung wie andere Inhalte, und auch er empfängt seine Orientierung erst aus dem allgemeinen Niveau der Erfahrung (Merleau-Ponty, 2010, S. 291)

Der Körper ist, wie bereits festgestellt, besonders, da er nicht nur ein Gegenstand unter vielen ist, sondern mit Hilfe von Aktoren aktiv seine Umgebung gestalten kann. Dieser aktive Eingriff wird

allerdings nicht mehr vom Körper, dem räumlichen ausgedehnten, materiellen Ding, geleistet, sondern vom Leib, der die Möglichkeit zur aktiven Interaktion mit der Umwelt darstellt. Der Körper wird bei einer solchen Interaktion lediglich als Vehikel des Leibes verwendet. Um eine bestimmte Orientierung im Raum zu bekommen, muss der Leib „als Tätiger eine wesentliche Rolle bei der Etablierung eines Niveaus“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 291) einnehmen.

## 4.1 Das Stufenmodell der Wahrnehmung

Um die Beziehung von Körper, Leib und Bewusstsein noch stärker zu beleuchten und mit Begriffen wie der Perspektive in Zusammenhang zu bringen, soll erneut ein Beispiel helfen.

Man nehme an, man wollte den Zustand der Welt beschreiben bevor es Lebewesen gab, einen Ort zu einem Zeitpunkt ohne Lebewesen oder eine Zukunft beschreiben, in der keine Lebewesen mehr existieren. Wie würde man dies anstellen? Aus einer naiven Sicht könnte man sagen, man beschreibt schlicht die Gegebenheiten der Situation, die man darstellen möchte. Doch wie tut man dies?

Ein Satz einer solchen Beschreibung könnte beispielsweise lauten: ‚Sobald es keine Lebewesen mehr gibt, werden die von ihnen errichteten Bauten nach und nach zerfallen‘. Wie kann ein solcher Satz verstanden werden? Wenn es keine Lebewesen mehr gibt und wir annehmen, dass Lebewesen die einzigen Entitäten sind, die wahrnehmen können, wer nimmt dann den Zerfall der Gebäude wahr?

In diesem Beispiel wird es besonders klar, doch man kann diesen Umstand bei jeder Erzählung erkennen. Die Beschreibung benötigt, egal ob in erster oder dritter Person, einen Blick auf die Situation, die sie beschreibt; eine Perspektive. Wahrnehmung braucht Perspektive.

Schon die Begriffe erste-Person-Perspektive und dritte-Person-Perspektive implizieren dies. Ein Gedankenbeispiel, das die Person herausnimmt zeigt ganz besonders, dass die Erzählung nur eines braucht: Perspektive. Im Jargon Merleau-Pontys heißt dies, dass die sprachliche Beschreibung einer Szene eine Perspektive voraussetzt. Jede Art von Beschreibung besitzt diese Voraussetzung und die Basis einer jeden Beschreibung ist die Wahrnehmung, die ihr zuvorkommt.

Perspektive → Wahrnehmung → Beschreibung

Doch wie spielt der Leib in diesen Ablauf hinein? Die Hypothese hierzu lautet, dass eine Perspektive immer auch einen Leib notwendig macht. Ein Gedankenexperiment wie das obige zeigt, dass man für die Beschreibung zwar eine Perspektive braucht, jedoch keinen Körper, solange der Körper vom Leib verschieden begriffen wird.

Wenn man den Leib als aktive Entität zwischen subjektiver Perspektive und der Umwelt versteht, benötigt jede Form von Perspektive und auch jede Form von Wahrnehmung einen Leib. Jede Wahrnehmung benötigt eine Entität, die wahrnimmt und das ist laut Merleau-Ponty der Leib.

Mit Hilfe dieser Überlegungen kann nun eine Dreiteilung festgestellt werden, die Wahrnehmung unterteilt und die verschiedenen Begriffe zueinander in Beziehung setzt. Diese Dreiteilung soll die Wahrnehmung in drei Stufen einteilen. Jede nachfolgende Stufe benötigt die vorherige Stufe beziehungsweise Stufen als Fundament, auf dem sie aufbaut.

1. Stufe der Wahrnehmung: Genereller Modus (Körper)
2. Stufe der Wahrnehmung: Aufmerksamkeit (Leib)
3. Stufe der Wahrnehmung: Handlung (Interaktion/Interoperation)

Die erste Stufe der Wahrnehmung ist die des generellen Modus der Wahrnehmung. Dies bedeutet, dass die notwendige Grundlage vorhanden ist, um wahrzunehmen. Wenn man von Wahrnehmung auf dieser Stufe spricht, ist eine dauerhaft gegebene Möglichkeit gemeint, die zweite Stufe der Wahrnehmung zu erreichen. Im generellen Modus der Wahrnehmung sollte Wahrnehmen nicht im Sinne des alltäglichen Begriffes verwendet werden. Wenn man auf der ersten Stufe wahrnimmt, besitzt man die Möglichkeit zur Wahrnehmung auf anderen Stufen, ohne diese zum jetzigen Zeitpunkt auszuschöpfen.

Die Wahrnehmung erster Stufe ist näher an der Erfahrung eines Tagtraumes oder eines sich-in-Gedanken-Verlierens, da die Möglichkeiten zur sinnlichen Wahrnehmung (Augen, Ohren, Finger) gegeben sind, man jedoch nicht aktiv wahrnimmt. Diese grundlegende Möglichkeit des Wahrnehmens ergibt sich aus dem Vorhandensein eines Körpers, der die, zur Wahrnehmung notwendigen, Sinnesorgane oder ihr Äquivalent besitzt. Man kann den Körper somit als Notwendigkeit erster Stufe betiteln.

Die zweite Stufe der Wahrnehmung ist die der Aufmerksamkeit. Aufmerksamkeit wird hier als technischer Term im Sinne der Phänomenologie verwendet. Die zweite Stufe der Wahrnehmung wird dadurch erreicht, dass Perspektive und Aufmerksamkeit mit dem Leib als Vehikel zur ersten Stufe hinzukommen. Nun ist es nicht mehr nur ein genereller Modus, der den Wahrnehmungsbereich als solchen belässt, indem er ihn nicht unterteilt, sondern eine Fokussierung auf bestimmte Gegenstände, Formen, Farben und Beziehungen zwischen den jeweiligen Elementen. Dies benötigt den Einsatz der sinnlichen Wahrnehmung, die in Stufe 1 zwar vorhanden, jedoch noch nicht fokussiert ist.

Die dritte Stufe der Wahrnehmung ist die Handlung, die sich als Interaktion mit der Umwelt beim Menschen und als Interoperation beim Robotersystem äußert. Hiermit wird Handlung als Teil von Wahrnehmung kategorisiert. Diese Einteilung deckt sich mit den Herangehensweisen der Phänomenologie des Leibes und der interoperationalen Robotik und führt zu einer Zirkularität von Stufe 2 und 3 der Wahrnehmung. Ein psychophysisches Subjekt nimmt sinnlich wahr (Stufe 2), handelt aufgrund dieser Wahrnehmung (Stufe 3) und diese Handlung verursacht Veränderungen in der Wahrnehmung der Stufe 2, die zu neuen Handlungen in der Stufe 3 führen und so weiter. Handlung und sinnliche Wahrnehmung speisen sich gegenseitig.

Dies ist der Punkt, an dem der Leib seine volle Funktionalität entfaltet. Er wird benötigt, um in Stufe 2 sinnliche Wahrnehmung aus der Umwelt zu extrahieren und ebenfalls in Stufe 3, wenn es darum

geht, diese sinnliche Wahrnehmung in Handlungspläne und vollzogene Handlungen zu überführen. So kann der Leib als unerlässlicher Teil der menschlichen Wahrnehmung betrachtet werden.

Man könnte dieses Stufenmodell kritisieren, indem man Überschneidungen zwischen Stufe 2 und 3 feststellt. Jede Überschneidung, die dazu führt, dass man Beispiele der Stufe 2 zur Stufe 3 rechnet, stärkt die enaktivistische Sichtweise von Kognition, da der Handlungsbezug von Wahrnehmung wichtiger wird. Umgekehrt führt jedes Beispiel, dass von Stufe 3 auf Stufe 2 verschoben wird, dazu, dass eine repräsentationalistische Sichtweise von Kognition stärker wird.

### **Klassenraum-Beispiel**

Man stelle sich vor, man sitzt als Zuhörer in einem Klassenraum, der Unterricht wird beendet und man möchte aus dem Raum gehen. Da das Seminar gut besucht ist, steht zwischen dem Sitzplatz und dem Ausgang ein Stuhl, da es nicht genügend Sitzplätze an den Tischen gab. Jetzt gibt es die zwei Möglichkeiten, dass man den Stuhl entweder bemerkt und ihn beiseitestellt oder ihn umgeht (Fall 1) oder man bemerkt ihn nicht und läuft dagegen (Fall 2).

Wenn man in Richtung des Ausgangs blickt, existiert der Stuhl in beiden Fällen im eigenen Sichtfeld. Das heißt, dass in beiden Fällen Stufe 1 der Wahrnehmung abgedeckt ist. Die Möglichkeit zur sinnlichen Wahrnehmung ist gegeben; ein Sichtfeld oder, breiter gesprochen, ein Sinnfeld ist etabliert und funktional.

Wenn Fall 2 eintritt und man sich keinen Willen andichtet, demnach man gegen den Stuhl laufen wollte, sind sowohl Stufe 2 als auch Stufe 3 nicht gegeben. Es ist offensichtlich, dass Stufe 3 nicht eintritt, denn es wird keine Handlung ausgeführt, um das Hindernis zu umgehen. Dass Stufe 2 nicht eintritt, sieht man daran, dass keine Handlung ausgeführt wird, die sich auf Informationen stützt, die durch die sinnliche Wahrnehmung gewonnen wurden.

Stufe 2 könnte hier nur dann ohne Stufe 3 gegeben sein, wenn man sich aufgrund der sinnlich gegebenen Information dazu entscheidet, gegen den Stuhl zu laufen. Dieser unwahrscheinliche Fall steht dem Stufenmodell jedoch nicht entgegen, denn auch hier speist sich die Handlungsplanung daraus, was sinnlich wahrgenommen wurde.

Wenn Fall 1 eintritt, kann dies nur mit Hilfe von Stufe 2 und 3 der Wahrnehmung erklärt werden. Der Stuhl wurde als Hindernis sinnlich wahrgenommen und daraufhin wurde die Handlung so angepasst, dass sie das Hindernis negiert, indem man den Stuhl umgeht oder wegräumt.

Es könnte diskutiert werden, ob eine strikte Trennung von Stufen 2 und 3 möglich beziehungsweise nötig ist. Dafür müsste man den Fall in Betracht ziehen, dass man den Stuhl in seinem Blickfeld hat

(Stufe 1), seine Aufmerksamkeit darauf richtet (Stufe 2) aber dann trotzdem gegen ihn läuft. Wollte man Stufe 2 und Stufe 3 strikt trennen, könnte man sagen, dass die Stufe 3 nicht erreicht wurde, da man nicht ausgewichen ist. Denkt man, dass Stufe 2 und Stufe 3 nicht klar trennbar sind könnte man argumentieren, dass der Zusammenstoß mit dem Stuhl auch als eine Handlung gewertet wird und somit Stufe 3 immer erreicht wird, wenn Stufe 2 erreicht wurde. Demnach wäre jede Form der Bewegung, nach dem Erreichen von Stufe 2, als Handlung zu beurteilen.

### **Die interoperative Robotik und das Stufenmodell der Wahrnehmung**

Wie steht die interoperative Robotik zu einem solchen Stufenmodell? Wird ein solches Modell von den Erkenntnissen der interoperativen Robotik gestützt oder nicht?

Eine starke Unterscheidung zwischen Leib und Körper kann auf den ersten Blick nicht in der Robotik festgestellt werden. Dies hat allerdings, möglicherweise, einen einfachen Grund.

Der Leib ist eine subjektive Empfindung der eigenen Körperlichkeit, gepaart mit einem aktiven Eingreifen in die Umwelt und, damit es sich anfühlt wie der eigene Leib, einem Gefühl von Teilnahme gegenüber diesem Eingreifen.

Die Körperlichkeit lässt sich bei einem Roboter leicht bezeugen. Man sieht den Körper, kann ihn berühren. Das aktive Eingreifen in die Umwelt kann man ebenfalls wahrnehmen, doch nur von außen, nicht-subjektiv und deshalb empfindet man es so, dass nur der Körper in die Umwelt eingreift, da man die inneren Vorgänge und einen möglichen Leib nicht vor einem sieht.

Genau hier könnte die Robotik helfen, die phänomenologischen Begrifflichkeiten einzuordnen. Den Körper sieht man vor sich, die Handlung sieht man in Form eines Eingreifens in die Umwelt ebenfalls. Doch was ist der Leib bei einem Robotersystem?

Da die Konstrukteure von Robotern den gesamten Prozess überblicken können, gibt es keinen Grund, dem Roboter Funktionen für beispielsweise Gliedmaßen zu geben, die er nicht besitzt. Ein Phänomen wie das des Phantomgliedes müsste man dementsprechend willentlich einprogrammieren, indem man dem System Vorgänge und Funktionen eingibt, die entweder keine Entsprechung in der Anatomie des Roboters besitzen oder auf eine andere Art gewollt ins Leere laufen und keinen Endzustand besitzen, der erreicht werden kann.

Somit gibt es keine natürliche, willentlich programmierte Spaltung von Leib und Körper bei einem Robotersystem, wie es so anschaulich beim Phantomglied geschieht. Eine solche Trennung könnte lediglich dann einsetzen, wenn der Körper des Robotersystems beim Ausführen seiner Handlung beschädigt wird.

Die Wahrnehmungs-Handlungs-Zirkularität, die sich darin äußert, dass sich Stufe 2 und Stufe 3 der Wahrnehmung gegenseitig speisen, kann auch bei der Robotik festgestellt werden. Die interoperative Robotik setzt an diese Stelle das Prinzip der systemischen Intelligenz.

Diese systemische Intelligenz „bezieht alles verfügbare Wissen mit ein und gibt dem System die Möglichkeit, ihr Umfeld aktiv mitzugestalten [...] Bei der Interoperation trägt das neue Wissen direkt zur Entwicklung eines Verhaltens bei“ (Haun, 2013, S. 291).

Auch die interoperative Robotik setzt die Handlung, beziehungsweise das Verhalten, in enge Beziehung zur vorhergegangenen Wahrnehmung und besonders der aktiven Gestaltung der Umwelt. „Damit befähigt die systemische Intelligenz das System, sein Umfeld zu erkennen, zu antizipieren, sich diesem anzupassen, es mitzugestalten und es gegebenenfalls, bei Gefährdung der Existenz, zu wechseln“ (Haun, 2013, S. 292).

Wollte man eine Parallele vom Leib beim Menschen zu einer einzigen Komponente in der interoperativen Robotik ziehen, wäre die systemische Intelligenz eine vielversprechende Option. Diese Analogie funktioniert besonders dahingehend, dass sowohl der Leib als auch die systemische Intelligenz nicht an bestimmten Stellen im psycho-physischen System zu verorten sind, sondern vielmehr als das Produkt von unterschiedlichen, zusammenhängenden und miteinander verknüpften Prozessen verschiedener Elemente verstanden werden können.

Wie allerdings bereits erwähnt, gibt es im Selbstverständnis der interoperationalen Robotik keine direkte Übersetzung von Komponenten des menschlichen Körpers zu Komponenten des Robotersystems (s. Haun, 2013, S. 106), denn „der Sitz der Intelligenz [...] ist vielmehr auf das ganze System verteilt“ (Haun, 2013, S. 106). Diese Ansicht kann man indes auch für die menschliche Intelligenz vertreten (s. Legg und Hutter, 2007, S. 401) wie im späteren Verlauf noch genauer gezeigt wird.

Durch das Integrieren, Interagieren und Interoperieren des Menschen in und mit seiner Umwelt, gehen Körper, Leib und Bewusstsein eine Symbiose ein:

[V]ielmehr ist es gerade für eine zuhöchst integrierte Existenz eine innere Notwendigkeit, sich einen habituellen Leib zu geben. Was es uns ermöglicht, 'Physiologisches' und 'Psychologisches' zueinander in Bezug zu setzen, ist also dies, daß eines und das andere, integriert in die Existenz, nicht mehr sich unterscheidet als Bereich des An-sich und Bereich des Für-sich, vielmehr beide auf den intentionalen Pol einer Welt hin orientiert sind (Merleau-Ponty, 2010, S. 112)

Merleau-Ponty versteht den Leib als Möglichkeit, dass sich Körper und Bewusstsein verbinden. Der Körper gibt dem Bewusstsein die Fähigkeit, mit der Umwelt, die von dem Bewusstsein erfahren wird,

zu interagieren. Um diese Interaktion zu ermöglichen, um aktiver Körper zu werden, braucht es den Leib als Schnittstelle.

Während der Leib den Körper und das Bewusstsein als Kontaktstelle verbindet, gibt es ebenfalls eine starke, konstitutive Verbindung zwischen der Entwicklung des Bewusstseins und den Handlungen, die durch den Leib ermöglicht werden.

[T]he demands of situated action control might also have somehow bootstrapped and shaped higher cognition [...] As a consequence, cognition is better described as a set of adaptive skills that exist in continuity with action-control mechanisms; they do not form a separate, modularized domain (Pezzulo, 2015, S. 20)

Pezzulo beschreibt Kognition als etwas, das in enger, sogar untrennbarer, Verbindung mit Handlung steht. Diese Einschätzung wird auch von den Vertretern des Pragmatic Turns geteilt, die unter anderem eine funktionelle Erklärung dieser Verbindung postulieren (s. Engel et al., 2016, S. 3).

“[C]ognition should not be considered as producing veridical representations of the environment but rather as the capacity of generating structure by action” (Engel et al., 2016, S. 4). Diese Sichtweise sieht nicht nur eine starke Verbindung zwischen Kognition und Handlung, sondern sieht die Funktion von Handlung darin, der Kognition als Hilfsmittel zu dienen, um die Umwelt zu begreifen, denn “system states acquire meaning through their functional role in the context of action” (Engel et al., 2016, S. 3).

Objekte in der Umwelt werden von verschiedenen Ansätzen in der Robotik im Hinblick auf mögliche Handlungen verstanden und kategorisiert (s. Engel et al, 2016, S. 4). Das heißt, Objekte werden, sobald sie vom Subjekt wahrgenommen wurden, im Hinblick auf die handlungsbezogene Beziehung zum Subjekt charakterisiert.

Das Objekt wird aufgrund seines Nutzens für das Subjekt evaluiert. Dies erinnert stark an Heideggers Hammer, der bereits Thema war (s. Heidegger, 2001, S. 66 – 70). Das Prinzip des Hammers, der nur deswegen Hammer ist, weil er als Werkzeug, das dem Menschen nützlich sein kann, wird nun auf alle Objekte ausgeweitet. So wird der Tisch zu etwas, auf das ich etwas stellen kann, der Stuhl zu etwas, auf dem ich sitzen kann oder auch – wie im Beispiel des Klassenzimmers – zu einem Hindernis, das ich umgehen sollte, um zu meinem Ziel zu gelangen.

Es existiert keine eins-zu-eins-Beziehung zwischen dem Objekt und dem, was es für den Menschen darstellt. So können verschiedene Objekte beliebig viele Bedeutungen für das Subjekt haben, obwohl meist eine klare Hierarchie in diesen Bedeutungen gefunden werden kann. Der Stuhl im Klassenzimmer, der mich davon abhält zum Ausgang zu gelangen, ist immer noch etwas, auf dem ich auch sitzen kann; doch in dem Moment im Klassenzimmer ist er eher ein Hindernis als eine Sitzgelegenheit.

Bezüglich Merleau-Ponty und der Phänomenologie des Leibes könnte man die These aufstellen, dass phänomenale Zustände im Hinblick auf Leib, das heißt auch im Hinblick auf die Möglichkeit von Handlung betrachtet werden sollten, was von modernen Kognitionswissenschaftlern unterstützt wird (s. O'Regan und Noë, 2001).

### **Auswirkung der Phänomenologie des Leibes auf Gedankenexperimente**

Wenn der Leib so zentral für die Entwicklung des Bewusstseins ist, wie die Phänomenologie des Leibes es andeutet, hätte dies Auswirkungen darauf, wie diese Theorie mit einigen Gedankenbeispielen der Philosophiegeschichte umgeht. Beispielsweise mit dem Gedankenexperiment des bereits erwähnten Körpertausches. Wenn man die Phänomenologie des Leibes als theoretische Grundlage für einen solchen Körpertausch nimmt, wie würde er sich gestalten?

Man nehme an, es wäre möglich, das eigene Bewusstsein in einen anderen Körper als den eigenen zu überführen. Eine Problematik wäre, dass der Leib als Vermittler zwischen Körper und Bewusstsein nicht mehr wie gewünscht funktioniert. Wenn wir eine der beiden Parteien verändern zwischen denen vermittelt werden soll, kann der Leib keine korrekten Übersetzungen mehr vornehmen. Ein solcher Körpertausch würde vermutlich zunächst dazu führen, dass sich Körper und Bewusstsein nicht mehr einwandfrei verständigen können.

Oder anders gesagt: Der Leib kann die Übersetzung vom einen zum anderen nicht mehr leisten. Man kann sich dies als ein holistisches Phantomglied vorstellen. Jetzt betrifft es nicht mehr nur einen Teil des Körpers, der unterschiedlich zu dem korrespondierenden Teil des Leibes ist, sondern beinahe jeder Teil des Leibes ist ungleich zu jedem Teil des Körpers.

Dies bedeutet, dass der Leib unnütz wird, denn er ist auf eine andere Bewusstsein-Körper-Relation ausgelegt. So wie man bei einem Phantomglied einen Gegenstand nicht ergreifen und somit nicht in die Umwelt eingreifen kann, könnte man bei dem Körpertausch in keiner gewollten Weise in die Umwelt eingreifen.

Dies dürfte so weit reichen, dass das Subjekt wahrscheinlich nicht ohne anfängliche Probleme laufen kann, denn der Prozess des aktiven Eingreifens in die Umwelt erstreckt sich auch auf die leiblichen Fähigkeiten, die Beine mit bestimmter Kraft in bestimmten Winkeln zu bewegen, um Laufen zu ermöglichen. Auch diese Fähigkeit wäre gestört.

Wollte man bei diesem Gedankenexperiment pessimistisch sein, würde es die Probleme, die ein Phantomglied einem Menschen verursachen, vervielfachen und entsprechend schwierig zu behandeln sein. Da dies ein Gedankenexperiment ist, könnte man auch eine optimistische Sichtweise einnehmen. In

diesem Fall wäre es vielleicht möglich, dass sich der Leib auf den neuen Körper einstellt, sich ihm annähert und es wäre nach einer gewissen Zeit möglich, den Leib auf die neue Verbindung von Bewusstsein und Körper einzustellen.

Dies zeigt, dass Bewusstsein unter anderem durch körperbezogene Intentionalität definiert wird: „Diese Erläuterungen lassen uns endlich die Motorik unzweideutig als eine ursprüngliche Intentionalität verstehen. Das Bewußtsein ist ursprünglich nicht ein 'Ich denke zu ...', sondern ein 'Ich kann'“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 166).<sup>17</sup> Der Wille, eine Handlung auszuführen ist untrennbar mit dem Körper und somit auch mit dem Leib als Zwischenglied verbunden. Der Handlungswille des Bewusstseins wird von Körper und Leib reglementiert, konstruiert und konstituiert.

---

<sup>17</sup> In Dreyfus, 2002 wird Merleau-Pontys Ansatz von Intentionalität ohne Repräsentation bereits mit dem Aufbau von KNN in Zusammenhang gebracht. So schreibt er: „simulated neural networks exhibit crucial structural features of the intentional arc“ (Dreyfus, 2002, S. 368).

## 4.2 Wie wird die Umwelt verstanden? - Bewusstsein und Konnektionismus

Nachdem die Begriffe Körper, Leib und Bewusstsein zueinander in Beziehung gesetzt wurden, sollte nun ein weiterer, zentraler Begriff der Phänomenologie des Leibes und der interoperationalen Robotik geklärt werden: Die Umwelt.

Merleau-Ponty schreibt, dass jedes Bewusstsein

Bewußtsein von etwas ist. Dieses ‚Etwas‘ ist übrigens nicht notwendig ein identifizierbarer Gegenstand. Zwei Grundirrtümer herrschen bezüglich der Qualitäten: der eine besteht darin, sie als Bewußtseins-elemente vorzustellen, da sie vielmehr Bewußtseinsgegenstände sind, sie als stumme Impressionen zu nehmen, in dessen sie nie ohne Sinn sind; der andere darin, zu meinen, Sinn und Gegenstand seien schon auf der Ebene der Qualitäten völlig erfüllt und bestimmt. Beide Irrtümer wurzeln im Welt-Vorurteil. (Merleau-Ponty, 2010, S. 23)

Das Welt-Vorurteil, wie Merleau-Ponty es hier nennt, wurde in dieser Arbeit bereits ohne diesen Namen vorgestellt. Es geht um die Idee, dass sich die Welt in objektive Welt und wahrgenommene Welt aufspalten lässt und im Umkehrschluss ein Vorurteil dahingehend besteht, die Welt sei jederzeit mit objektiven Maßstäben zu messen.

Anstatt die Wahrnehmungen einer Person mit Hilfe von Werkzeugen, die objektive Gegebenheiten messen sollen, zu evaluieren, wird die Wahrnehmung aus der objektiven Welt herausgehoben und nach eigenen Kriterien beurteilt. Beide Welten werden gleichwertig behandelt, nur ist das Evaluieren der einen durch die Werkzeuge der anderen als Fehler zu verstehen.

Das Bewusstsein ist durch den Körper und mit dem Leib als Vermittler stark mit dem Außen verwoben. Dieses Außen wird jedoch nicht als solches erkannt, in dem Sinne, dass die Welt nicht als antagonistisches Element verstanden wird, das dem Menschen distanziert gegenübersteht. Eher wird das Außen als notwendiger Bestandteil der Wahrnehmung und Handlung betrachtet, der in den Wahrnehmungs- und Handlungskreislauf aufgenommen wird. Diese enge Verknüpfung entsteht durch die dauerhafte Interaktion des Menschen mit seiner Umwelt oder in Robotik-Termen: durch die Interoperationalität. Dies führt zu folgender These:

Sowohl Gegenstand als auch Bewusstsein können nicht ohne das jeweils andere und weitere Hilfsmittel sein, die es dem Bewusstsein ermöglichen, den Gegenstand in irgendeiner Form der 3 Stufen wahrzunehmen. Bewusstsein ohne etwas, das ihm bewusst sein kann ist leer. Objekte ohne ein wahrnehmendes Subjekt sind undefinierbar. Es braucht die Umwelt und den Körper, damit eine Verbindung zwischen dem Gegenstand und einem Bewusstsein entstehen kann, die sich im Leib realisiert.

Das Bewußtsein, so wie die Reflexion es thematisiert, ist Dasein-für-sich. Und auf Grund dieser Idee von Bewußtsein und dieser Idee von Gegenstand ist dann ohne Schwierigkeit zu zeigen, daß eine Sinnesqualität erst wahrhaft Gegenstand ist im Kontext universaler Zusammenhänge und daß Empfindung überhaupt nur sein zu vermag, sofern sie existiert für ein einziges, zentrales Ich. Wollte man in der reflexiven Bewegung auf halbem Wege innehalten und etwa von einem partiellen Bewußtsein und einem isolierten Gegenstand sprechen, so hätte

man ein Bewußtsein, daß in gewisser Hinsicht sich selbst nicht wüßte und mithin nicht Bewußtsein wäre, sowie einen Gegenstand, der nicht von überallher zugänglich und insofern nicht Gegenstand wäre (Merleau-Ponty, 2010, S. 256)

Bewusstsein kann nur dadurch Bewusstsein sein, dass es Bewusstsein von etwas ist. Ein inhaltsloses, reines Bewusstsein ist wie das reine Sein oder das reine Nichts eine bloß theoretische Größe (s. Hegel, 2017, S. 62 – 88). Hier definiert sich Bewusstsein, ähnlich wie Heideggers Hammer, durch die Benutzung. Erst dadurch, dass es in den Wahrnehmungs-Handlungs-Kreislauf eingebunden wird, ist das Bewusstsein ein Bewusstsein.

Die interoperative Robotik verbindet diese Reflexivität mit dem Begriff des Systems aus der Systemtheorie und kommt zu einem ähnlichen Schluss:

Insofern lässt sich Bewusstsein aus systemtheoretischer Sicht durchaus als eine Ansammlung von Operationen auffassen, die sich reflexiv aufeinander anwenden. Dadurch kann sich ein psychisches System in seinen Operationen auch auf sich selbst beziehen. Dadurch wiederum kann es sich aber auch als System vorstellen, das sich quasi selbst vorstellt. Diese Eigenschaft psychischer Systeme gilt es in intelligenten Robotersystemen nachzubilden. (Haun, 2013, S. 48)

So wie das Bewusstsein nur durch seine Reflexivität ein Bewusstsein wird, wird auch der Gegenstand, der vom Bewusstsein erfasst wird, nur durch Reflexivität zu eben diesem. Merleau-Ponty schreibt im obigen Zitat, dass ein Gegenstand der „nicht von überallher zugänglich ist“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 256) kein Gegenstand sei. Dieses Zugänglich-sein referiert nicht auf eine räumliche Komponente, sondern auf eine geistige.

In Merleau-Pontys Sicht ist ein Teil des Vermögens von Bewusstsein, dass Gegenstände im Bewusstsein von allen Seiten gesehen werden können. Hiermit meint er die Fähigkeit, einen Gegenstand im Bewusstsein in Gänze zu erfassen und beispielsweise vor dem inneren Auge zu rotieren.

Dies funktioniert sowohl bei Gegenständen, die ich mit meinem Sehen komplett erfasst habe als auch mit solchen bei denen das nicht der Fall ist. Das Bewusstsein vervollständigt diesbezüglich den Gegenstand, um ihn zu komplettieren. Sähe ich beispielsweise ein Haus nur von einer Seite, so weiß ich doch, dass es noch mehrere Seiten, ein Dach, ein Fundament und eine Inneneinrichtung besitzt, die ich allesamt in dem Moment meines sinnlichen Wahrnehmens nicht erfasse und doch im Bewusstsein dazugebe.

Je mehr sinnliche Wahrnehmung dem Bewusstsein gegeben ist, desto präziser kann ein Gegenstand wahrgenommen werden. Während eine Hausseite durch das Sehen bereits in Gänze erfasst wird, könnte es bei alltäglichen Nutzgegenständen der Fall sein, dass zum Beispiel die haptische Erfahrung und ein Anfassen des Gegenstandes dem Bewusstsein zuträglicher ist und den Gegenstand im Bewusstsein klarer herausstellt als bloßes Anschauen.

Merleau-Ponty erwähnt Leibniz, der dieses Beispiel so verstünde, dass das Haus von *nirgendwoher gesehen* ist. Das bedeutet, dass das Haus, sobald es vom Bewusstsein erfasst wird, zu einem Konzept wird. In diesem Konzept werden, so Leibniz, möglichst alle sensorischen Wahrnehmungen herausgefiltert, so dass das schlussendliche Konzept ein, soweit dies möglich ist, geistiges Konzept ist.

Merleau-Ponty entgegnet hier, dass das Haus nicht das Haus von *nirgendwoher gesehen* sei, sondern das Haus von *überallher gesehen* (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 91 – 93). Es verhält sich nicht so, dass wir sensorische Wahrnehmung isolieren müssen, um zum reinen Konzept zu gelangen. Vielmehr müssen wir die sensorischen Wahrnehmungen ausweiten und das Haus im Bewusstsein von überallher sehen, also die Leiblichkeit in den Bereich des Bewusstseins bringen.

While Husserl displays affinities with empiricism and maintains the necessity of distinguishing between sensation and perception, Merleau-Ponty is generally considered to reject the notion of ‘sensation’ altogether as misleading. Indeed, *Phenomenology of Perception* [Hervorhebung im Original] is often referenced as setting about a thorough deconstruction of the notion of ‘sensation’ [...]. Sensation is never given, because it doesn’t have the structure of an object. We never perceive sensations as such; it is, rather, through sensations that we perceive. (Alloa, 2019, S. 63 – 64)

Denn nur durch den Leib ist es dem Bewusstsein möglich, einen Gegenstand über die Grenzen der sinnlichen Wahrnehmung hinaus zu betrachten. Wie beim Würfel-Beispiel bereits angedeutet braucht es den Leib, um eine Perspektive zur sinnlichen Wahrnehmung dazuzugeben, die vorher noch nicht existierte.

Die sinnliche Wahrnehmung besitzt lediglich die körperlichen Perspektive, der Leib kann im Bewusstsein die Informationen der sinnlichen Wahrnehmung aufgreifen und mit Hilfe von zusätzlicher Perspektive ausweiten.

### **Der Leib-Begriff in der interoperativen Robotik**

Es wurde gezeigt, dass der Leib als Schnittstelle zwischen dem Körper und dem Bewusstsein fungiert und die Interaktion mit der Umwelt ermöglicht. Wie wird der Leib-Begriff nun von der interoperationalen Robotik verstanden und welchen Stellenwert wird ihm zugemessen?

Um dies zu erläutern wird der dritte Bereich, der bereits in der Einleitung angesprochen wurde, benötigt: Die künstliche Intelligenz. Es gibt viele verschiedene Formen in denen künstliche Intelligenz auftritt und in denen sie implementiert werden kann. Die interoperationale Robotik hat sich nach gründlicher Abwägung für die Form der künstlichen neuronalen Netze, oder kurz: KNN, entschieden (s. Haun, 2013, S. 293 & 330).

Künstliche neuronale Netzwerke sind artifiziell erstellte Informationsnetze, die „Informationen erhalten, verarbeiten und ausgeben“ (Rey und Wender, 2018, S. 15). Sie wurden nach der vermuteten Funktionalität der Neuronen im menschlichen Gehirn konstruiert (s. Rey und Wender, 2018, S. 16).

Sie bestehen, wie auch ihre Vorbilder im menschlichen Gehirn, aus mehreren Neuronen. Diese Neuronen „dienen in der Regel dazu, Informationen aus der Umwelt oder von anderen Neuronen als Zahlenwerte aufzunehmen und an andere Units oder die Umwelt in modifizierter Form weiterzuleiten“ (Rey und Wender, 2018, S. 16).

Jede dieser einzelnen Neuronen enthält, je nach Definition, 3 bis 4 Stufen, die Informationen annehmen, verarbeiten und wieder ausgeben. Mehrere dieser Neuronen werden in Input-, Hidden- und Output-Layer geordnet, die eine äußere Eingabe bekommen (Input), diese verarbeiten (Hidden) und sie wieder ausgeben (Output) (s. Rey und Wender, 2018, S. 17 - 18).

Mit Hilfe verschiedener Lernregeln ist es möglich, dass künstliche neuronale Netze ohne erneute Eingriffe lernen. Ein rudimentäres Beispiel für einen solchen Vorgang ist die Hebbsche Regel, die die Gewichtung zwischen den Units<sup>18</sup> verändert (s. Rey und Wender, 2018, S. 38). Diese Lernregel kann auf verschiedene Weisen (beaufsichtigt, unbeaufsichtigt, verstärkend) realisiert werden (s. Rey und Wender, 2018, S. 39).

KNN können sich in einer von zwei Phasen befinden: Trainingsphase oder Testphase (s. Rey und Wender, 2018, S. 28). Lernregeln wie die Hebbsche Regel kommen in der Trainingsphase zur Geltung, in der es verschiedene Möglichkeiten gibt, dem KNN etwas beizubringen.

- Beim **beaufsichtigten Lernen** (supervised learning) wird dem KNN das korrekte Endergebnis vorgegeben.
- Beim **verstärkenden Lernen** (reinforcement learning) bekommt das KNN nur eine Rückmeldung, ob das Ergebnis richtig oder falsch ist.
- Beim **unbeaufsichtigten Lernen** (unsupervised learning) wird keinerlei Endergebnis vorgegeben.
- Bei der **direkten Designmethode** (direct design method) werden die Gewichte, nachdem sie einmal gesetzt wurden, nicht verändert. Das KNN lernt mit dieser Methode also nicht (s. Rey und Wender, 2018, S. 28).

„Lernen wird in neuronalen Netzen gewöhnlich als Gewichtsveränderung zwischen den Einheiten definiert“ (Rey und Wender, 2018, S. 35). Ein KNN kann außerdem lernen, indem es neue

---

<sup>18</sup> Um so nah wie möglich am Text zu bleiben, werden bezüglich der künstlichen neuronalen Netze viele Anglizismen und englische Fachtermini verwendet, wie beispielsweise Units, Layers und Learning. Es wird versucht, diese Begriffe zu übersetzen, sobald sich vom Text entfernt wird.

Verbindungen zwischen Units erstellt, bereits bestehende Verbindungen beseitigt, Aktivitätsfunktionen ändert oder neue Units hinzufügt (s. Rey und Wender, 2018, S. 35).

Die vier verschiedenen Trainingsphasen können inkrementell oder blockbasiert trainieren. Beim inkrementellen Training werden die Gewichte nach jedem Input verändert, beim blockbasierten Training werden die Gewichte erst verändert, nachdem alle Inputs eingegeben wurden (s. Rey und Wender, 2018, S. 28).

Wenn die Trainingsphase vorüber ist, kommt das KNN in die Testphase. In dieser Phase wird geprüft, ob das KNN nach der Trainingsphase Reize anders verarbeitet als vorher, also ob sich aufgrund des Lernprozesses etwas verändert hat. Dies kann durch die Ausgangsreize oder die neuen Reize passieren, was wiederum aussagt, ob das KNN lediglich die bereits bekannten Reize durch die Lernphase neu interpretiert oder ob es generalisiert.

In der Lernphase benötigt das Netz Lernregeln. Auch hier gibt es eine große Auswahl an Lernregeln, die angewendet werden können. Eine der simpleren Lernregeln ist die Hebbsche Lernregel, die eine große biologische Plausibilität besitzt (s. Rey und Wender, 2018, S. 39). Neben dieser Plausibilität und der Einfachheit hat die Hebbsche Lernregel jedoch keine weiteren Eigenschaften, die es für eine Teil-Modellierung der menschlichen Kognition prädestinieren würde.

Eine Alternative, die weitere Qualitäten besitzt, ist die kompetitive Lernregel (s. Rey und Wender, 2018, S. 58). Diese Lernregel besitzt nicht nur eine biologische Plausibilität, sondern eignet sich ebenso zum Filtern von Redundanzen, als vorgeschaltetes Netz für weitere Netztypen und zur Musterklassifizierung, die für die Teil-Modellierung von menschlicher Kognition unerlässlich ist (s. Rey und Wender, 2018, S. 75).

Inwiefern hilft ein Begutachten von KNN dabei, den Leib-Begriff der interoperationalen Robotik zu verstehen? Zunächst sollte bemerkt werden, dass die interoperationale Robotik sich klar positioniert und von der Idee, eine reine Abbildung eines lebenden Organismus zu sein, Abstand nimmt (s. Haun, 2013, S. 40 – 41).

Anstatt einen systemanalytischen Standpunkt einzunehmen, wird ein systemsynthetischer Ansatz verfolgt. Infolgedessen liegt das Hauptaugenmerk darauf, dass ein neues System erstellt wird, dessen Teile zusammenarbeiten und deren Beziehung und Bezug zueinander das Gesamtsystem definiert.

Hierbei wird kein bereits bekanntes System als Vorbild genommen und daraufhin möglichst präzise nachgebaut. Dies scheint im ersten Moment entgegen der, in dieser Arbeit postulierten, Idee zu gehen,

Teile des Menschen mit der interoperationalen Robotik als Modellgrundlage erklären zu wollen. Dies ist jedoch nicht der Fall.

Die Herangehensweise der kooperativen Robotik in Form der Systemsynthese zeigt nach phänomenologischer Betrachtungsweise besser, wie der Mensch und die Synergien seiner verschiedenen Elemente zu verstehen sind als eine Systemanalyse dies könnte.

Eine Robotik mit systemanalytischem Ansatz würde lediglich ein möglichst genaues Ebenbild des Menschen schaffen, ohne sich mit den Zusammenhängen der einzelnen Elemente auseinandersetzen zu müssen. Die interoperationale Robotik hingegen versucht ein Verständnis für die Beziehungen zwischen den verschiedenen Elementen des Roboters zu schaffen, die wir beim Menschen in Bewusstsein, Leib und Körper wiederfinden.

Interoperative Robotik versteht „Leiblichkeit, Situiertheit und hohe Adaptivität/Dynamik“ (Haun, 2013, S. 186) als Leitlinien. All diese Begrifflichkeiten sind ebenfalls in der Phänomenologie des Leibes vertreten, wenn auch unter anderem Namen.

Die Leiblichkeit wird, ähnlich wie oben bereits beim Menschen beschrieben, in der Robotik als aktiver Körper verstanden, der dann in Kraft tritt, wenn das Subjekt mit seiner Umwelt interagiert.

Die Situiertheit in der Robotik bezeichnet den Umstand, dass sich der Roboter immer in einer Situation befindet, das heißt, dass er sich mit dem Körper als Vermittler in einer Umwelt befindet (s. Haun, 2013, S. 108). Diese Situiertheit gibt es genauso in der Phänomenologie des Leibes. In beiden Theorien benötigt die Situiertheit den Leib, denn nur durch den aktiven Körper und das Prinzip der Perspektive erfahren situative Begriffe wie räumliche Präpositionen ihren Sinn. Wie könnte ein Gegenstand unter, neben oder über einem anderen sein, wenn sowohl der Gegenstand als auch der Wahrnehmende nicht in der Umwelt situiert sind (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 126)? Eine solche Situiertheit findet man zumindest in Teilen in der Gewohnheit beim Menschen in der Phänomenologie des Leibes, da Gewohnheit sich durch wiederholte Handlung in gleicher Situiertheit entwickelt.

Die Begriffe Dynamik oder Adaptivität, die in der kooperativen Robotik mit Hilfe von Interoperationalität zwischen Robotersystem und Umwelt installiert werden, lassen sich in der Phänomenologie des Leibes im besprochenen Wahrnehmungs-Handlungs-Kreislauf wiederfinden. Zudem wird besonders Adaptivität von bestimmten Theoretikern im Intelligenz-Begriff verortet, der auf jeden Menschen und zunehmend auf Robotersysteme angewendet werden kann.

In *Legg und Hutter, 2007* werden verschiedene Intelligenzbegriffe vorgestellt. In Vier von Zehn Definitionen des Wortes wird Adaptivität als zentrale Eigenschaft genannt (s. Legg und Hutter, 2007, S.

401). Woran der Mensch sich mit Hilfe seiner Intelligenz adaptiert, scheint zunächst vielseitig<sup>19</sup>, lässt sich schlussendlich jedoch immer auf die Beziehung von Menschen zur Umwelt zurückführen.

The strong emphasis on learning, adaption and experience in these definitions implies that the environment is not fully known to the individual and may contain new situations that could not have been anticipated in advance. Thus intelligence is not the ability to deal with a fully known environment, but rather the ability to deal with some range of possibilities which cannot be wholly anticipated (Legg und Hutter, 2007, S. 402)

Diese Art und Weise Intelligenz zu verstehen, ermöglicht eine besondere Herangehensweise an die Robotik. Ein Robotersystem wird nach dieser Definition nicht mehr darüber eingeschätzt, wie gut es zum Beispiel vorher einprogrammierte Bewegungen in einem regulierten Umfeld ausführen kann, sondern darüber, ob das Robotersystem ein, in Ermangelung eines nicht-anthropozentrischen Ausdrucks, funktionales Selbstverständnis seiner Leiblichkeit besitzt, wie präzise es in seiner Umwelt situiert ist und wie schnell und auf ein Ziel abgestimmt es sich auf seine Umwelt bezogen adaptiert. Der Fokus entfernt sich von einer Bestandsaufnahme der Modellierung des Menschen hin zu einem Grundverständnis, wieso der Mensch ist, wie er ist, nämlich durch grundlegende Vermögen wie Leiblichkeit, Situiertheit und Adaptivität.

Der Leibbegriff in der Robotik ist somit keine direkte Übersetzung des Leibbegriffes beim Menschen. Der menschliche Leib ist die Summe der Fähigkeiten, die ihn ermöglichen und ausmachen. Beim Robotersystem werden Situiertheit und Adaptivität direkt programmiert, während Leiblichkeit als Randprodukt aus einem Prozess entsteht. Um diesen Prozess zu verstehen, muss die Grundlage der KNN, der künstlichen neuronalen Netze, untersucht werden: Der Konnektionismus.

Die weit verbreitete komputationale Theorie des Geistes (im weiteren KTG) besagt, dass das Bewusstsein ähnlich wie ein Computerprogramm nach einer Informationsverarbeitung funktioniert (s. Buckner und Garson, 2019)<sup>20</sup>. Nach dieser Sichtweise werden Informationen aus der Umwelt, nach vielen Theorien symbolisch, aufgenommen und verarbeitet. Dies bedeutet, dass es eine Beziehung zwischen der Information, die als Symbol in der Umwelt begriffen wird, und der korrespondierenden Information, die als Symbol im menschlichen Bewusstsein existiert, gibt. Diese symbolische Form der Informationsaufnahme kann auf verschiedene Weisen realisiert werden.

Zum Beispiel können Zahlen auf verschiedene Weisen repräsentiert werden. Die Zahl drei könnte man mit Hilfe eines geistigen Bildes von drei Gegenständen repräsentieren, die Zahl zehn könnte, wenn man römische Zahlen kennt, als ein X repräsentiert werden. In einem Satz wie ,In der

---

19 „adapting oneself to circumstances [...] adapt oneself adequately to relatively new situations in life [...] adapt effectively to the environment [...] adapt and thrive in any given environment“ (Legg und Hutter, 2007, S. 401)

20 Ähnliche Ansichten vertreten auch die physical symbol system hypothesis (s. Newell und Simon, 1976), sowie die representational theory of mind (s. Fodor, 1998).

Bundesrepublik Deutschland leben über 80 Millionen Menschen‘ kann die Zahl kaum in bildlicher Form repräsentiert werden. Hier werden abstrakte Ideen oder Begriffe notwendig, um die Zahl zu repräsentieren, da ihre schiere Größe eine andere Repräsentation für den Menschen unmöglich macht.

Repräsentationen können außerdem mannigfaltig sein, um ein und denselben Gegenstand zu repräsentieren. Die Repräsentation eines geliebten Menschen könnte zum Beispiel durch Erinnerungen an diese Person geschehen. Gleichzeitig könnte man eine Farbe, einen Geruch oder einen Ort mit ihr verbinden und so enthält das Gesamtbild, was ich von der Person habe Repräsentationen und Assoziationen jedweder Art.

Die KNN hingegen folgen einem anderen Ansatz, der sich als Alternative zur symbolischen Informationsverarbeitung verstehen lässt: Subsymbolische Informationsverarbeitung. Bei der subsymbolischen Informationsverarbeitung wird ein Gegenstand nicht durch ein Symbol repräsentiert, sondern durch eine Reihe von Werten, die gerichtet sind und in ihrer Gesamtheit eine subsymbolische Repräsentation ergeben (s. Haun, 2013, S. 150).

Diese Form der Repräsentation ist nicht deshalb subsymbolisch, weil das Zusammenspiel von Werten und Vektoren nicht mehr symbolträchtig wäre – denn das ist es. Werte und Vektoren können so verstanden werden, dass sie für etwas anderes stehen. Stattdessen ist sie subsymbolisch, da keine klare eins-zu-eins oder eins-zu-viele Beziehung zwischen Repräsentation und Repräsentiertem mehr besteht.

Folgt man der symbolischen Informationsverarbeitung, könnte man annehmen, dass das Gehirn algorithmisch funktioniert. Dies würde bedeuten, dass es klare Regeln gibt, nach denen eine Information im neuronalen Netz aufgenommen und verarbeitet wird, die eine eins-zu-eins oder eins-zu-viele-Repräsentationsbeziehung zur Folge haben. Dies erklärt den simplifizierenden Modellierungsgedanken, nach dem man das Gehirn eines Menschen mit technischen Mitteln nachbaut und so eine perfekte Kopie erhält. Folgt man der subsymbolischen Form der Informationsverarbeitung, so ist dieses Vorhaben weitaus schwieriger, vielleicht gar unmöglich.

In einem KNN gibt es drei verschiedene Schichten, im englischen: Layer (s. Rey und Wender, 2018, S. 17 – 18):

1. Input Layer
2. Hidden Layer
3. Output Layer

Zunächst werden dem KNN Informationen eingespeist. Dies passiert über den Input Layer. Die eingespeisten Informationen werden im Hidden Layer verarbeitet. Während Input und Output Layer nur

eine parallele Reihe an künstlichen Neuronen besitzen, kann die Hidden Layer mehrere solcher Reihen haben. Ein solches KNN wird daraufhin mit einer der oben genannten Trainingsvarianten trainiert.

Der simplifizierte Modellierungsgedanke der symbolischen Informationsverarbeitung funktioniert in diesem Fall nicht. Ein KNN, das auf einen bestimmten Zweck ausgerichtet trainiert wird, wie das Erkennen von Gesichtern in Bildern, kann diese spezifische Aufgabe nach umfangreicher Trainingsphase sehr präzise ausführen – der Aufbau und die Werte des KNN sind jedoch nur auf diese spezifische Aufgabe ausgerichtet und trainiert.

Ein Grund, warum eine vollständige Modellierung eines Menschen mit Hilfe des bisherigen algorithmisch-symbolischen Verfahrens noch nicht erreicht wurde, ist die große Komplexität der verschiedenen, zu modellierenden, Systeme, die noch nicht vollends durchdrungen und verstanden wurden. Modellierungen mit Hilfe von KNN umgehen dieses Problem, da jedes KNN nur auf eine Problemstellung bezogen trainiert wird und funktioniert. Möchte man zum Beispiel ein Modell der menschlichen Fähigkeit Gesichter zu erkennen erstellen, so könnte man dies mit Hilfe von KNN bewerkstelligen.

Simplifiziert könnte man sagen: Eine Modellierung des algorithmisch-symbolischen Ansatzes benötigt ein vollkommenes Verständnis des Systems Mensch und seiner Subsysteme. Eine Modellierung des subsymbolischen Ansatzes mit Hilfe von KNN benötigt lediglich ein Verständnis einer Fähigkeit oder Fertigkeit des Systems Mensch, um dieses abbilden zu können. Wenn man den Menschen somit nicht als monolithisches Gesamtsystem versteht, sondern als Zusammenschluss vieler verschiedener Fähigkeiten und Fertigkeiten, wird eine Modellierung plausibler.

Ein moderner Ansatz in der Forschung um KNN ist die Erklärbarkeit von KI-Systemen (explainability in AI<sup>21</sup>). Hierbei handelt es sich um eine Unterdisziplin, die sich damit beschäftigt, die Vorgänge zu erklären, die sich im Hidden Layer ereignen.

Das KNN präsentiert sich uns ähnlich wie das Bewusstsein in dem Sinne, dass uns vorliegt, was in ein System – KNN oder menschliches Bewusstsein – hineinkommt und was heraus. Der bisher weitgehend unerklärte Teil ist die Verarbeitung, die dazwischen stattfindet.

Die Antwort auf die Frage nach dem technischen Wie ist zwar beantwortet – die Informationen mit denen ein KNN trainiert wird verändern die Gewichtungen verschiedener künstlicher Neuronen –

---

21 Im Weiteren wird ‚explainability in AI‘ als Fachterminus auf Englisch verwendet.

doch die Frage nach dem Wieso – wieso produziert ein Datensatz A einen Outputlayer X – bedarf häufig noch einer manuellen Überprüfung und eines menschlichen Blickes. Diese Verarbeitung soll mit Hilfe dieses Ansatzes beschrieben und erklärt werden.

Als Beispiel hierfür eignet sich ein KNN, das darauf trainiert wurde, Gesichter zu erkennen. Zunächst gibt man dem KNN 100 Bilder von menschlichen Gesichtern ein. Diese werden vom KNN bearbeitet und es ist nun auf eine bestimmte Weise eingestellt. Man nehme an, von den 100 Bildern waren 100 Bilder von Menschen mit Kurzhaarfrisur. Wenn man das KNN danach fragt, ob das Bild eines menschlichen Gesichtes mit langen Haaren ein Gesicht zeigt, könnte es zu dem Fehler kommen, dass das KNN dies nicht erkennt, da die langen Haare nicht in seiner Trainingsphase aufgetreten sind.

Gibt man ihm nun hunderte weitere Bilder lernt das KNN mehrere Formen und Farben, die ein Gesicht besitzen kann. Gibt man dem KNN nun, da es gut trainiert ist, ein Bild eines roten Apfels mit zwei grünen Punkten kann dies trotz des guten Trainings als Gesicht fehlinterpretiert werden.

In diesem Beispiel ist es für einen Menschen ersichtlich, warum ein Fehler geschehen ist. Einige Menschen haben einen tiefen Rotton im Gesicht und grüne Augen – dementsprechend kann das Bild eines roten Apfels mit zwei grünen Punkten als Gesicht fehlinterpretiert werden.

Dieses Verständnis ist bei abstrakteren Daten mit denen KNN trainiert werden allerdings nicht mehr so einfach für den Menschen gegeben. Um solche Fehlinterpretationen erklären zu können, braucht es einen tieferen Einblick in den Hidden Layer, der die eingehenden Daten verarbeitet. Einen solchen versucht die explainability in AI zu geben.

Aufgrund dieser explanativen Lücke ist ein simpler Modellierungsvorgang wie beim Algorithmus bei der subsymbolischen Informationsverarbeitung nicht möglich. Der Code eines Algorithmus wird durchweg von Programmierern geschrieben. Dies führt dazu, dass jeder Schritt vom Programmierer verstanden werden muss, um ihn auszuführen.

Beim KNN ist dies anders. Hier müssen lediglich zwei Dinge geschehen. Erstens muss der Aufbau des KNN von den Wissenschaftlern verstanden werden, zweitens sollten die Beispiele, auf deren Grundlage trainiert wird, sorgsam ausgewählt werden.

Da die subsymbolische Form der Informationsverarbeitung die Trainingsdaten in Gestalt von Eingangs- und Ausgangswerten sowie Vektoren abstrahiert, ist es Menschen nicht ohne weiteres möglich, die Entscheidungen, die das KNN aufgrund von den ihm zur Verfügung gestellten Daten trifft, zu verstehen.

Im Sinne dieses Gedankens scheint folgende Frage gerechtfertigt: Von was ist das Bewusstsein ein Bewusstsein, wenn es nicht symbolisch, sondern subsymbolisch funktioniert? Der Konnektionismus gibt uns hierzu eine Antwort.

Im Konnektionismus steckt das Wissen einer Repräsentation nicht in dem Symbol, durch das das Repräsentierte repräsentiert wird, sondern „in der Verbindungsstruktur, den Gewichten der einzelnen Verbindungen sowie auch in den Eigenschaften der einfachen Verarbeitungselemente“ (Haun, 2013, S. 372).

Es gibt somit noch immer eine repräsentationale Verbindung zwischen Trainingsdaten und beispielsweise einem Eingangs-Schwellenwert eines künstlichen Neurons von 0,7, jedoch ist die Zahl 0,7 kein Symbol für die Trainingsdaten in dem Sinne, dass das System, das dieses Symbol erstellt, einen Rückschluss auf die Daten geben könnte.

Dies steht im Einklang mit Merleau-Pontys Verständnis. Jedes Bewusstsein ist Bewusstsein von Etwas und „[d]ieses ‚Etwas‘ ist übrigens nicht notwendig ein identifizierbarer Gegenstand“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 23). Der Mittelteil des am Anfang des Kapitels genannten Zitats zeigt Irrtümer bezüglich der Qualitäten im Bewusstsein auf: „der eine besteht darin, sie als Bewußtseins-elemente vorzustellen, da sie vielmehr Bewußtseinsgegenstände sind, sie als stumme Impressionen zu nehmen, in dessen sie nie ohne Sinn sind“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 23).

Entitäten, die im Bewusstsein vorhanden sind, sollten laut Merleau-Ponty nicht als Elemente, sondern als Gegenstände verstanden werden. Der Unterschied besteht darin, dass Gegenstände benutzt werden können und sollen und der Mensch seine Beziehung zu einem Gegenstand über den Nutzen definieren kann. Wie bei Heideggers Hammer, der darüber definiert wird, dass er hämmert und uns als Werkzeug zum Hämmern gegeben ist, werden die Qualitäten des Bewusstseins bei Merleau-Ponty unter anderem über ihren Nutzen für den Menschen definiert.

Hier geht es nicht nur um ein ‚wie kann ich diese Qualität gebrauchen?‘, sondern um ein ‚wofür kann ich diese Qualität gebrauchen?‘. Dieses ‚Wofür?‘ knüpft nahtlos an die Umwelt an. Ein jedes ‚Wofür?‘ eines Bewusstseinsgegenstandes richtet sich auf die Umwelt der Person, die den Bewusstseinsgegenstand besitzt. Allgemein gesprochen wird jeder Bewusstseinsgegenstand zu einem Werkzeug im Sinne Heideggers, das es ermöglicht, sie zu verändern.

Beispielsweise könnte ein Maler den Gedanken haben ‚Diese weiße Leinwand soll mit Hilfe von Ölfarbe bald einen Sonnenuntergang darstellen‘ und dieser Gedanke führt zu einem Bild. Aber auch weniger klare Veränderungswünsche können als Werkzeug verstanden werden. ‚Ich bin hungrig‘ könnte dazu führen, dass ich mir Nudeln koche und die Feststellung ‚Dort liegt ein Kleidungsstück auf dem Boden‘ könnte dazu führen, dass ich es aufhebe und an seinen angestammten Platz räume.

Am Ende des Zitats schreibt Merleau-Ponty davon, „sie [nicht]<sup>22</sup> als stumme Impressionen zu nehmen, in dessen sie nie ohne Sinn sind“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 23). Die naive Sichtweise auf Wahrnehmung versteht den Wahrnehmungsprozess so, dass sich im Bewusstsein Momentaufnahmen der Umwelt speichern, die später als Erinnerung an die Oberfläche des Bewusstseins geholt werden können. Merleau-Ponty widerspricht diesem Ansatz, indem er sagt, dass das Bewusstsein nicht nur simple Abbilder einer Wahrnehmung speichert, sondern dass eine Wahrnehmung, die in das Bewusstsein dringt, immer die Wahrnehmung einer Situation, eines Ganzen ist und diese Gesamtheit beinhaltet.

Eine Wahrnehmung ist nie ohne Sinn dahingehend, dass sie aus einer Situation in einer Umwelt entspringt. Das Sehen eines Freundes, den man nach langer Zeit wieder trifft, spiegelt nicht nur das Bild des Freundes in einem bestimmten Moment wie der Abzug einer Fotografie. Die Wahrnehmung ist holistischer. Man sieht den Freund, fühlt Freude, vielleicht Erleichterung, dass das Treffen zustande gekommen ist, befindet sich an einem bestimmten Ort, der wiederum selbst Erinnerungen in sich trägt und an einem Punkt in seinem eigenen Leben mit all den Gefühlen und Gedanken, die zu diesem Zeitpunkt in einem selbst existieren.

All dies wird Teil der Wahrnehmung des Freundes in dieser bestimmten Situation und wird untrennbar mit dieser Wahrnehmung verknüpft. Die Wahrnehmung ist also nicht nur eine „stumme Impression“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 23), sondern eine sinnbehaftete Mannigfaltigkeit von sinnlichen Einzelwahrnehmungen, Gedanken und Gefühlen, die in diesem Moment gemeinsam eine Wahrnehmung in einer bestimmten Situation formen.

Es sollen hier noch zwei weitere Argumente gemacht werden, um die Ähnlichkeiten der stummen Impressionen von Merleau-Ponty und der subsymbolischen Verarbeitung herauszustellen, sowie die Nutzung der zweiten für die Modellierung der ersten plausibler zu machen.

Das erste Argument handelt vom ersten-Symbol-Problem. Jede symbolische Verarbeitungsweise, die Symbolen Bedeutung zuweist und so erklärt, wie wir die Welt verstehen, besitzt das Problem, das, um mit Aristoteles zu sprechen, unbewegten Bewegers beziehungsweise des Symbols ohne Bedeutung. Wenn jedes Symbol seine Bedeutung über weitere Symbole bekommt, die wiederum ihre Bedeutung von anderen Symbolen bekommen, kommt man irgendwann an den Punkt, dass es ein erstes Symbol gegeben haben muss, dessen eigene Bedeutung nicht von einem anderen Symbol entspringen kann<sup>23</sup>. Dieses Problem besitzt der subsymbolische Ansatz offensichtlich nicht, da die Bedeutung nicht in den Symbolen lokalisiert wird.

---

22 Anm. des Autors.

23 Dies ist in der Wissenschaft bekannt als symbol grounding problem (s. Harnad, 1990).

Das zweite, stärkere Argument beschäftigt sich mit der Lerngeschichte. Es ist unklar, wie genau die Bedeutung eines Symbols von der Bedeutung eines anderen Symbols gelernt wird. Woher kommt die Fähigkeit, auszusortieren, welche Bedeutung(en) welches Symbols/welcher Symbole für die Bedeutung eines neuen Symbols verantwortlich sind und welche nicht? Die subsymbolische Verarbeitung hingegen definiert sich gerade über die Methode der Erfahrungsgewinnung, nämlich das Lernen. Wiederholung, Gewohnheit, Analyse der Umwelt und Veränderung der Handlungsplanung spielen alle eine Rolle in der Erfahrungsgewinnung und sind, unter anderen Faktoren, für die Entstehung von Bedeutung verantwortlich.

Die genauere Analyse der KNN hat gezeigt, wie auch Robotersysteme mit einem Leibäquivalent in Form der systemischen Intelligenz die Umwelt begreifen können. Bewusstsein, beziehungsweise Kognition als Ganzes, scheint, folgt man dem subsymbolischen Verständnis von Informationsverarbeitung, eine Form von Emergenz eines Systems zu sein:

Insgesamt eignet sich das kognitive Modell für die Ausgestaltung dynamischer Systeme. Dem liegt auch die Erkenntnis zugrunde, dass die Bestandteile intelligenter Systeme selbst keineswegs intelligent sein müssen. Kognition erscheint dann als emergent, als eine aus der Komplexität dynamischer Systeme unter bestimmten Randbedingungen wie von selbst entstehende Systemeigenschaft. (Haun, 2013, S. 151)

Diese Kognition als emergentes Produkt stützt sich auf unterschiedliche Teilsysteme, die ein solches ermöglichen. Sowohl die Phänomenologie des Leibes als auch die interoperationale Robotik verstehen neben der Leiblichkeit, wie oben bereits angesprochen, Situiertheit und Adaptivität an die Umgebung als zentrale Punkte ihrer selbst. Nimmt man nun Leiblichkeit, Situiertheit und Adaptivität zusammen, so ergibt sich aus diesen drei Teilen ein neues Ganzes: die Gewohnheit.

## **Umwelt und Gewohnheit**

Inwieweit setzen sich Leiblichkeit, Situiertheit und Adaptivität zusammen, so dass sich daraus der Begriff der Gewohnheit ergibt?

Zunächst einmal fungiert der Leib in seiner Leiblichkeit als aktiver Körper beziehungsweise als körperliches Bewusstsein; als eine Möglichkeit für das Bewusstsein, in die Umwelt einzugreifen.

Vor einem jeden Eingreifen muss eine Situiertheit in jener Umwelt bereits geschehen sein, in dem Sinne, dass der Leib sich in seiner Umwelt orientiert und sich als in einer Situation befindlich erfasst.

Wenn ein solches Eingreifen in die Umwelt stattgefunden hat, ist die Adaptivität der nächste Schritt. Ist eine Veränderung in der Umwelt aufgrund des Eingreifens des Leibes geschehen, verändert sich die Situiertheit des Leibes in ihrer Art und Weise. Wenn sich die Umwelt eines

Systems verändert, verändert sich auch der Bezug des Systems zu dieser Umwelt. Um auf diese Veränderung kompetent und adäquat reagieren zu können, benötigt das System die Fähigkeit der Adaptivität, denn:

Roboter etwa, die mit einem hydraulisch gesteuerten Greifarm Bauklötze aufeinanderstapeln können, sind vielleicht perfekt in der Wiederholung der vorgegebenen Bewegung, straucheln aber bei der geringsten Widerständigkeit des Raumes gegen den Bewegungsablauf, da ein Roboter den im Heranwachsen erschlossenen Körper-Umwelt-Raum nicht errechnen kann (Günzel, 2007, S. 149)

Diese drei Elemente bilden den Kern dessen, was in der Phänomenologie des Leibes Gewohnheit genannt wird: Ein sich-vertraut-machen mit der Umwelt mit Hilfe des Leibes, das durch Wiederholung über eine gewisse Zeit erlernt wird.

Die Gewohnheit kann außerdem „die allgemeine Synthese des eigenen Leibes verständlich machen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 182), indem sie sowohl in motorischer als auch in perzeptiver Hinsicht verstanden werden kann. Sie wurzelt „zwischen expliziter Wahrnehmung und tatsächlicher Bewegung“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 182) und fasst sowohl den motorischen Aspekt des Handelns und den perzeptiven Aspekt des Gesichtsfeldes zusammen.

Welchen Stellenwert hat die Gewohnheit in der Phänomenologie des Leibes? Da sie sich sowohl motorisch als auch perzeptiv ausprägt, ummantelt sie den existenziellen Kern des Menschen. In der Perzeption, als auch in der Motorik und sogar bei den Mischformen beider Modi setzt die Gewohnheit an. Es gibt also

1. eine Gewohnheit der Motorik
2. eine Gewohnheit der Perzeption, sowie
3. eine Gewohnheit von Motorik und Perzeption.

Die Gewohnheit der Motorik (1) ist uns am ehesten bekannt. Der Mensch ist in der Lage, auch ohne bewusstes Eingreifen und Koordination Tätigkeiten auszuführen, die er bereits häufig ausgeführt hat. Die Häufigkeit, die benötigt wird, um eine Handlung zu einer Gewohnheit zu machen definiert sich durch viele Faktoren, angefangen vom individuellen Menschen und seiner Affinität zur Gewohnheit über die Tätigkeit, die ausgeführt wird, bis hin zu Veränderungen in der Umwelt, die diese Gewohnheit erschweren oder erleichtern können.

Die Gewohnheit der Perzeption (2) ist schwieriger zugänglich und wird durch eine phänomenologische Sichtweise begünstigt. Merleau-Ponty versteht die „Wahrnehmungsgewohnheit als Erwerb einer Welt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 183). Nicht die Wahrnehmung an sich ermöglicht den Erwerb einer Welt für das Subjekt, sondern erst durch die Wahrnehmungsgewohnheit ist eine solche Welt gegeben. So wie man nicht-fokussierte Handlungen, die in einer bestimmten Weise wiederholt werden können

als Gewohnheit der Motorik versteht, konstruiert das Bewusstsein durch wiederholte Wahrnehmung der Umwelt eine Welt.

Welt wird hierbei stark subjektiv als die Gesamtheit der durch Wahrnehmung erfahrenen Informationen verstanden. Mit Hilfe dieser wiederholten Wahrnehmung konstituiert der Mensch für sich selbst eine Welt, in der er sich positionieren und in der er handeln kann. Eine gewohnheitsmäßige Wiederholung ist somit nicht nur für die Motorik, sondern auch für die Perzeption ein notwendiger Aspekt, um eine Welt zu kreieren.

Diese zwei verschiedenen Gewohnheiten, die der Motorik und die der Perzeption, können auch gemeinsam auftreten (3). Hierbei können sich Motorik und Perzeption gegenseitig begünstigen, indem der eine Aspekt den anderen bei der Formung oder Ausführung einer Gewohnheit unterstützt.

Die Gewohnheit kann als Modus auch in der Robotik gefunden werden. Hier hat dieselbe Funktion den Namen „representational shading“ bekommen und äußert sich bei KNN folgendermaßen:

Diese Eigenschaft grenzt das neuronale Netz von hierarchischen Modellen ab und wird als 'representational shading' bezeichnet. Damit ist gemeint, dass die interne Repräsentation einer Teiltätigkeit – beispielsweise der Zuckerzugabe beim Kaffeekochen – in ähnlicher Form bei anderen Routinetätigkeiten vorgenommen wird wie etwa beim Teekochen (Rey und Wender, 2018, S. 117)

Das Robotersystem erkennt ähnliche Situationen (Gewohnheit der Perzeption) und führt in ihnen ähnliche Handlungen (Gewohnheit der Motorik) aus. Im genannten Beispiel können das Kaffeekochen und das Teekochen als sehr ähnliche Abläufe wahrgenommen werden.

Man nimmt eine Tasse aus dem Schrank, erhitzt Wasser, gibt etwas in die Tasse und gießt das Wasser in die Tasse. Der Unterschied besteht lediglich in dem, was in die Tasse hineingegeben wird. So kann das Robotersystem die Gewohnheit abspielen, die es beim Kaffeekochen gelernt hat, wenn es Teekochen soll. Es muss lediglich eine Kleinigkeit verändern.

Zudem kann man die Funktionalität, die Gewohnheit ausmacht, nämlich das iterative Wiederholen von Handlungen, schon beim supervised learning in der Robotik erkennen. Ein KNN, das mit Hilfe von supervised learning trainiert wird und aufgrund dessen Prognosen für weiteren Input erstellt, ist im Grunde ein Mechanismus, der auf der Basis von perzeptiver (oder motorischer) Gewohnheit Voraussagen entwickelt.

Wenn ein KNN, das mit Hilfe von supervised learning darauf trainiert wurde Bilder von Menschen zu erkennen und sie von Bildern, auf denen keine Menschen abgebildet sind zu unterscheiden, ein Bild von einem Menschen als Input bekommt, ist der dahinterliegende Prozess nichts anderes als – vereinfacht ausgedrückt – ein Wiedererkennen von Pixelbeziehungen (Farbe des Pixels, Position des Pixels im gesamten Bild und zu anderen Pixeln), das im KNN stattfindet.

Fehler können in Gewohnheiten sowohl beim Menschen als auch beim Robotersystem geschehen. Dies kann zwei Gründe haben. Entweder wird die Gewohnheit auf eine inadäquate Situation angewendet oder die Gewohnheit wird nicht ausreichend modifiziert und der Situation angepasst, um das gewünschte Ergebnis zu erreichen.

Ein Beispiel für den ersten Fall wäre der Besuch eines Restaurants. Nach dem Essen könnte der Kellner fragen, ob das Essen geschmeckt hat und die Antwort könnte lauten „Ja und Ihnen?“. In diesem Fall wird eine Gewohnheit – die, dass man Freunde und Verwandte nach dem Essen fragt, ob es ihnen auch geschmeckt hat – auf eine Situation angewendet in der das Gegenüber gar nichts gegessen hat.

Ein Beispiel für eine nicht ausreichende Modifikation einer Gewohnheit lässt sich mit Hilfe des Kaffee- oder Tee-Beispiels kreieren. Man stelle sich vor, man nutzt immer dieselbe Tasse, um sich seinen Morgenkaffee einzuschenken. Geht diese Tasse nun am Vorabend kaputt, so muss man am nächsten Morgen eine andere Tasse nutzen, die vielleicht von der ersten Tasse unterschiedliche Maße besitzt. Dies könnte dazu führen, dass man zu wenig/viel Kaffee oder Wasser benutzt, da man an die Maße der anderen Tasse gewöhnt ist. Dies wäre eine nicht ausreichende Modifikation der korrekten Gewohnheit auf die derzeitigen Umstände.

Wie bereits erwähnt diktiert Algorithmen in nicht-interoperationalen Robotersystemen geplante Handlungen und Handlungsänderungen, falls diese im Vorhinein vorhergesehen und einprogrammiert wurden. Bei interoperationalen Robotersystemen wird diese Aufgabe vom KNN übernommen, das auf der Basis von Subsymbolik und Überlegungen zum Konnektionismus Gewohnheiten und Reaktionen auf Impressionen der Umwelt kreiert und ausführt.

Obwohl es Möglichkeiten gibt, symbolische, regelbasierte Systeme zu entwerfen, die auf ihre Umwelt eingehen, passen die KNN für diese Aufgabe weitaus besser, da dies aufgrund der subsymbolischen Natur der KNN sowieso geschieht. Oder anders: Ein KNN geht in einem interoperationalen Robotersystem ohnehin auf seine Umwelt ein, während man ein algorithmisches System daraufhin entwerfen müsste, indem man es seiner grundlegenden Funktion beraubt, eine bestimmte Abfolge von Befehlen ohne Veränderung zu befolgen.

Die Modellierung der menschlichen Gewohnheit benötigt die Fähigkeit, adaptiv auf seine Umwelt zu reagieren und die eigenen Gewohnheiten und Handlungen aufgrund neuer Informationen zu verändern. Eine solche Adaptivität ist nur gegeben, wenn Informationen aus der Umwelt in Echtzeit vom System wahrgenommen, von ihm verarbeitet und in die Handlungsplanung eingearbeitet werden

können. Eine statische Programmierung, die sich nicht verändert und nicht auf Veränderungen in der Umwelt reagiert, kann die menschliche Gewohnheit nicht adäquat abbilden.

Die Umwelt ist, in Anbetracht der Beziehung zwischen Leib und Bewusstsein, der Ort, an dem das Bewusstsein mit Hilfe des Leibes eingreifen kann. In der interoperativen Robotik wird dieses Zusammenspiel mit Hilfe von KNN abgebildet. Leiblichkeit, Situiertheit und Adaptivität des Leibes spielen zusammen, um die Gewohnheit zu erschaffen, die eine der primären Weisen ist, wie das psychophysische System in die Umwelt eingreift.

### 4.3 Zweideutigkeiten in der Wahrnehmung und das Subjekt als Prinzip der Welt

Merleau-Ponty schreibt in der *Phänomenologie der Wahrnehmung*: Das Subjekt ist „Teil der Welt und zugleich Prinzip der Welt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 64). In diesem Kapitel soll die Frage behandelt werden, was dies genau bedeutet und ob dieser phänomenologische Schluss in der interoperationalen Robotik ebenso gefunden werden kann.

Die phänomenologische Methode unterscheidet sich stark von der Methode, die in der analytischen Philosophie Anwendung findet. Während die analytische Philosophie ihren Fokus auf die gedanklichen Inhalte legt und diese als wahrheitswertfähig beschreibt, konzentriert sich die Phänomenologie auf das Erleben, das heißt, was und auf welche Art etwas erlebt werden kann.

Merleau-Pontys Phänomenologie setzt den Primat der Wahrheit bei den Phänomenen an, anstatt ihn in der Außenwelt zu suchen. Dies führt dazu, dass beispielsweise die optische Täuschung der Müller-Lyer-Linien keine optische Täuschung, sondern eine neue Wahrheit darstellt, sobald die Striche hinzugefügt werden, die zur optischen Täuschung führen.

Man muß schließlich einsehen, daß die Hauptlinien nach Beifügung der Hilfslinien aufgehört haben, Parallelen zu sein, daß sie diesen Sinn verloren und einen anderen angenommen haben, daß die Hilfslinien eine neue Bedeutung in die Figur hineinragen, die sie nunmehr durchdringt und nicht mehr von ihr zu lösen ist (Merleau-Ponty, 2010, S. 57)

Die Linien sind nach Beifügung der Hilfslinien keine Parallelen mehr, sondern unterschiedlich lang, da das Phänomen, das sie als unterschiedlich lang auszeichnet, Wahrheitsträger ist. Wie bereits besprochen formuliert Merleau-Ponty hier zwei Welten, in denen wir nach Wahrheitsträgern suchen können: die objektive Welt und die wahrgenommene Welt.

Wenn man den Wahrheitsträger in der objektiven Welt suchen möchte, kann man sich instrumenteller Hilfe bedienen (wie einem Lineal beim Beispiel der Müller-Lyer-Linien) und die Wahrheit so herausfinden. In der objektiven Welt sind die beiden Linien gleich lang, denn das sagt uns das objektive Instrument des Lineals, indem es eine direkte, eins-zu-eins Beziehung zwischen der objektiven Welt und der Messmethode gibt (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 58).

Die wahrgenommene Welt besitzt eine solche eins-zu-eins Beziehung zwischen der Wahrnehmung und den Dingen nicht (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 23 – 27). Wäre dies der Fall, so könnte uns Wahrnehmung nie in die Irre führen. Eine optische Täuschung wie die Müller-Lyer-Linien wäre nicht möglich. Da sie jedoch möglich ist, kann es keine eins-zu-eins Beziehung zwischen der objektiven Welt und dem Wahrnehmungsinhalt geben.

Bei der interoperativen Robotik kann man eine ähnliche Ansicht zur Wahrnehmung wiederfinden. Im Zuge der Gestalttheorie sehen sowohl Merleau-Ponty als auch die interoperative Robotik die Möglichkeit der Veränderung einer Wahrnehmung durch einen „Gestaltwandel“ (Haun, 2013, S. 482). Dies bedeutet, dass eine Wahrnehmung „durch eine Veränderung der Annahmen, beispielsweise durch neue Blickwinkel, anderes Erkenntnisinteresse und hier durch den Zugang mittels neuartiger Technologien, eine völlig andere Gestalt annehmen“ (Haun, 2013, S. 482) kann.

Beim Menschen bestimmen oft die Annahmen, die Blickwinkel oder das Erkenntnisinteresse ihre Wahrnehmung. Bei der interoperativen Robotik kommt notwendigerweise der Zugang mittels neuartiger Technologie hinzu.

Wenn beispielsweise ein Programmierer auf mehrere Zeilen Code blickt, so sieht und versteht er diese anders als ein Laie, dem die Bedeutung der Begriffe in der Programmiersprache nicht geläufig sind. Variablen, Funktionen und Kommentare im Code können nicht als solche identifiziert und verstanden werden, wenn die Expertise fehlt.

Man kann ein Robotersystem als Laie seiner Umwelt gegenüber verstehen. Es benötigt entweder genügend Zeit und die Fähigkeit, sich Wissen über seine Umwelt selbst anzueignen oder ihm muss dieses Wissen bereits im Vorhinein einprogrammiert werden. Das Problem mit letzterer Vorgehensweise ist, dass das Robotersystem sich nicht auf Veränderungen in seiner Umwelt einstellen kann und dies die zentrale Idee der interoperationalen Robotik darstellt.

Damit ein Robotersystem Informationen aus seiner Umwelt aktiv beziehen kann, ohne sie vorher einprogrammiert zu bekommen, benötigt es die Möglichkeit, mit Hilfe von sensorischen Daten zu lernen. Die grundlegende Form dieses Lernens ist das Verständnis des Raums.

Das System muss wissen, dass es einen Körper hat, einen Leib, um diesen Körper aktiv zu steuern und dass dieser Körper den Reglementierungen des Raumes unterworfen ist. Merleau-Ponty schreibt hierzu: „so müssen wir doch, um den Raum uns vorstellen zu können, zuvor allererst durch unseren Leib in ihn eingeführt sein“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 171).

Nach dem Verstehen des Raum-Prinzips kommt die Wahrnehmung als zweiter Schritt, da kognitive Leistungen „vor allem auf Deutungen und Interpretationen von Wahrnehmungsinhalten“ (Haun, 2013, S. 64) beruhen, die den dritten Schritt des Wahrnehmungsprozesses für ein Robotersystem darstellt.

Es wurde bereits gezeigt, dass es laut Merleau-Ponty in der wahrnehmenden Welt des Menschen kein Ding-an-Sich als objektives Etwas gibt. Ein solches Objekt ist lediglich in der objektiven Welt zu finden. Frei nach Kant könnte man hier davon sprechen, dass es kein Ding-an-Sich, sondern ein Ding-nach-Ansicht gibt. „Ein erstes Dogma, dessen uns schon die reflexive Analyse entledigt, ist die

Behauptung des absoluten An-sich-seins des Gegenstandes, ohne die Frage zu stellen, was er denn ist“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 240).

Sobald ein Mensch ein Ding wahrnimmt, existiert es für ihn in der wahrnehmenden Welt. Ein Rückschritt auf die objektive Welt kann zwar Ergebnisse zu Tage fördern, die von der Wahrnehmung unterschiedlich sind – dies nivelliert jedoch nicht die zuerst gemachte Wahrnehmung. In einem letzten Schritt wird das Raum-Prinzip mit der Interpretation des Wahrnehmungsinhaltes zusammengebracht. So ergibt sich diese Mikroanalyse des Wahrnehmungsvorgangs:

1. Verstehen des Raum-Prinzips
2. Wahrnehmung
3. Interpretation von Wahrnehmungsinhalt
4. Zusammenbringen von Wahrnehmungsinhalt und Raum-Prinzip

Wichtig ist hierbei zu verstehen, dass es sich, trotz der Zählung, nicht um eine zeitliche Abfolge der Schritte handelt. Diese vier Punkte sind lediglich Ergebnisse einer Analyse des Wahrnehmungsvorgangs. Im alltäglichen Wahrnehmen sind sie jedoch nicht voneinander trennbar. Es kommt schlichtweg nicht vor, dass eine Wahrnehmung mit nur einem, zweien oder dreien dieser Punkte existiert. Die Wahrnehmung besteht notwendigerweise aus allen vier Punkten, sie sind hier nur zur Analyse aufgeteilt worden.<sup>24</sup>

Die interoperative Robotik ist eine Unterkategorie der Robotik, in der die Robotersysteme mit ihrer Umwelt interagieren, indem Sie diese als System begreifen, mit Hilfe von Sensoren untersuchen und Informationen extrahieren. Hierbei lassen „sich nahezu alle potenziellen Untersuchungsobjekte des Alltags als Systeme beschreiben“ (Haun, 2013, S. 43). Interoperativ sind diese Robotersysteme deshalb, weil „einerseits Zustandsgrößen der Umwelt auf das System und seine Entwicklung in der Zeit Einfluss nehmen, umgekehrt kann das Systemverhalten zu Veränderungen in der Umwelt führen“ (Haun, 2013, S. 49).

Interoperative Roboter sind somit notwendigerweise autopoietisch, im Gegensatz zu anderen, oft allopoietischen, Robotern. Allopoietische Roboter sind reine Zustandsautomaten, bei denen eine Zustandsveränderung durch eine äußere Eingabe herbeigeführt wird. Autopoietische Systeme zeichnen sich hingegen durch einen Grad an Selbsterhaltung aus (s. Haun, 2013, S. 46).

---

24 Eine ähnliche Herangehensweise finden wir in Nishida, 1993. In seinem Werk *Über das Gute* schreibt Nishida von der reinen Erfahrung oder auch unmittelbaren Erfahrung. Hier versucht Nishida eine Erfahrung zu beschreiben, der nicht „eine Spur von Gedankenarbeit anheftet“ (Nishida, 1993, S. 29), das heißt die Erfahrung, bevor sie vom Subjekt verstanden und kategorisiert wird. Zu diesem Zweck unterteilt auch er Erfahrung, zwecks Analyse, in zeitliche Abschnitte, die so jedoch kaum im Alltag als solche erfahren werden.

Jedes autopoietisch operierende System ist ein strukturdeterminiertes System, indem es selektiv während seiner Geschichte in seiner Auseinandersetzung mit seiner Umwelt die gewonnenen Erfahrungen in seinem Gedächtnis speichert (Haun, 2013, S. 48).

Interoperative Robotersystem müssen autopoietisch sein, um mit der Umwelt zu interagieren und durch ihre Interaktion zu lernen.

*Lernfähige Systeme* und damit auch lernfähige Robotersysteme besitzen zusätzlich zur adaptiven und damit reaktiven, eine so genannte antizipative Lernfähigkeit, die sowohl systemexterne Veränderungsprozesse vorwegnehmen, als sie auch beeinflussen kann (Haun, 2013, S. 45)

Eine solche antizipative Lernfähigkeit ist unabdingbar, da das Robotersystem Gefahren und Hindernisse in Echtzeit erkennen, evaluieren und seine nächsten Operationen auf diese ausrichten muss. Die Selbstorganisation, die ein autopoietisches System benötigt wird dem Robotersystem durch die Bauweise der neuronalen Netze gegeben (s. Hutto und Myin, 2017, S. 24). „Through these processes of organism-environment adjustment the weights of neural connections change and are recalibrated“ (Hutto und Myin, 2017, S. 26).

Ein Argument dafür, dass der Mensch und somit auch sein Modell als dynamisches, autopoietisches System verstanden werden sollte findet sich in der möglichen Erklärung von geübtem und geschicktem, körperlichen Verhalten. Möchte man ein solches Verhalten modellieren (beispielsweise ein Musikinstrument spielen), benötigt man einen theoretischen Ansatz, der über die neuronale Basis hinausgeht und sowohl den Körper als auch die Umwelt einbezieht (s. Hutto und Myin, 2017, S. 25).

Somit kann die oben genannte Aufzählung von Analysebestandteilen, die in eine Differenzierung zwischen dem Verständnis des Raum-Prinzips als solchem und der Wahrnehmung gegliedert wird, sowohl beim Menschen als auch beim Robotersystem plausibel gemacht werden. Der Punkt, der hier noch weiterer Erklärung bedarf ist 1. Verstehen des Raum-Prinzips.

Das Robotersystem muss nicht nur die Fähigkeit besitzen, seine Umwelt wahrzunehmen, sondern muss diese auch in einem Raum verordnen, indem es sich selbst lokalisiert und grundlegende Prinzipien versteht, die dem Raum zugrunde liegen. Wie beim Menschen kann diese Lokalisierung den Ausgangspunkt der Wahrnehmung als Hilfsmittel nutzen.

Wenn das Robotersystem feststellt, dass ein Gegenstand 2 Meter entfernt steht, dann kann es sich selbst beim Ausgangspunkt dieser Wahrnehmung verorten oder die Wahrnehmung invertieren und somit den Ausgangspunkt festlegen (der Gegenstand ist zwei Meter nördlich, dann bin ich zwei Meter südlich von dem Gegenstand – dies wäre die Ausformung eines grundlegenden Prinzips des Raumes).

Danach benötigt das System nur noch die eigenen Maße und muss diese bei jeder Bewegung miteinbeziehen. Wie werden diese Maße erworben?

In der Analyse und Schaffung eines Robotersystems scheint es der leichte Weg zu sein, sich die Informationen, wie eine Umgebungskarte oder die eigenen Ausmaße im Raum, als Repräsentation vorzustellen. Dies liegt zu großen Teilen an der Natur von symbolischer und subsymbolischer Informationsverarbeitung. Subsymbologische Informationen lassen sich kaum transferieren oder visualisieren. Meine Fähigkeit, schnell auf einer Tastatur zu tippen kann ich weder visualisieren, noch einem anderen Menschen übergeben, so dass dieser die Fähigkeiten besitzt. Eine Umgebungskarte hingegen, kann ich sowohl visualisieren, als auch transferieren.

Während repräsentationale Informationen vor dem Einsatz des Robotersystems eingegeben werden können, muss der Roboter die Umwelt aktiv wahrnehmen, um enaktive Informationen zu bekommen. Es könnte dafür argumentiert werden, dass der Erwerb der Informationen über die Position des eigenen Körpers im Raum sowohl durch repräsentationale als auch durch enaktive Mittel erreicht werden kann. Allerdings gibt es, wie besprochen, klare Unterschiede in der Art und Weise der Informationen, falls sie enaktiv, also subsymbolisch oder repräsentational, also symbolisch erworben wurden. Die bisherigen Erkenntnisse, sowie der Einsatz von KNN deutet daraufhin, dass ein enaktiver Erwerb einem repräsentationalen Erwerb vorzuziehen ist.

Der Mensch besitzt diese Raum-Prinzipien meist, ohne es zu wissen, intuitiv, da sie in der Kindheit, enaktiv, erlernt wurden. So gibt es beispielsweise Kinderspielzeug, bei dem das Kind Bauklötze einer bestimmten Form und Größe durch die dazugehörigen Öffnungen schieben soll. Dieser Vorgang schult ein grundlegendes Prinzip des Raumes: Ein Gegenstand darf sich nicht weiter im Raum ausdehnen als eine Öffnung, wenn es durch diese hindurchgehen soll. Das Robotersystem benötigt daher ein Wissen über die Ausmaße des eigenen Körpers, um sich erfolgreich in einem Raum bewegen zu können, sowie Wissen über grundlegende Gesetze des Raumes.

Eine weitere Form dieses Verständnisses von Wahrnehmung und Raum findet sich im Werk von Kitaro Nishida. Nishida unterscheidet Welt und Ort voneinander. Hierbei kann Welt in einem Interpretationsansatz als Umwelt oder in der Ausdrucksweise von Merleau-Ponty als wahrgenommene Welt verstanden werden und Ort als das, was bisher Raum-Prinzip genannt wurde oder in Nishidas Worten der „Ort-Worin“ (Nishida, 1999, S. 73). Er sieht sowohl Welt als auch Ort als unverzichtbare Grundkategorien des Seins an (s. Nishida, 1999, S. 72 - 140).

Wendet man dieses Denken auf die vier Punkte der Wahrnehmung an, so muss der „Ort-Worin“ vorausgesetzt werden, um die Wahrnehmung zu ermöglichen. Gegenstände, die Wahrnehmungsinhalte werden, benötigen einen Raum, in dem sie sich befinden und dessen Reglementierungen sie unterworfen sind.

Ein jedes wahrnehmende System – ob Mensch oder Roboter – benötigt somit ein Verständnis der Raum-Prinzipien, bevor es wahrnehmen kann, da die Art der Wahrnehmung sowie der letztendliche Wahrnehmungsinhalt auf den Prinzipien fußt, die der Raum besitzt. Eine Interpretation der Wahrnehmungsinhalte kann offenkundig erst geschehen, nachdem eine Wahrnehmung gemacht wurde, die Inhalte bereitstellt. Während dieser Interpretation kommt es dann zur Verbindung von Wahrnehmungsinhalt und Raum-Prinzipien.<sup>25</sup>

Ein Beispiel hierfür wurde bereits genannt: das Raum-Niveau. Wenn ein Mensch durch einen schräg gestellten Spiegel schaut und ein Zimmer um 45° verzerrt sieht, sollte es ihm ohne Zusammenführung von Raum-Prinzip und Wahrnehmungsinhalt nicht möglich sein, diesen Wahrnehmungsinhalt zu kontextualisieren (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 290). Da dies jedoch geschieht, indem der Mensch die verzerrte Wahrnehmung, die für ihn ‚schräg‘ erschien, auf ein ‚gerade‘ zurückführt, zeigt es, dass Raum-Prinzipien auf Wahrnehmungsinhalte angewendet werden und sie verändern können.

Wichtig ist hierbei, dass die Veränderung der Wahrnehmung in diesem Fall ohne Einfluss aus der objektiven Welt geschieht. Die Korrektur durch ein Raum-Prinzip ist nicht mit dem Lineal der Müller-Lyer-Linien zu vergleichen, denn das Raum-Niveau, beispielsweise, ist als erlerntes Prinzip so sehr in der wahrnehmenden Welt verortet wie die Wahrnehmung selbst.

Interoperative Robotersysteme müssen mehr tun als auf Reize aus der Umwelt zu reagieren; Sie müssen agieren und, da sie autopoietisch sind, antizipieren können. Das Agieren eines interoperativen Systems ist jedoch mehr als bloßes Handeln.

Im Handlungsbegriff von Frankfurt, 1978 wird lediglich die willentliche Bewegung impliziert, die der Körper in der Umwelt ausführt. Für ein interoperatives System ist es unabdingbar, dass deren Einwirkung auf die Umwelt ebenfalls berücksichtigt wird. Der Agent ist aus interoperativer Sicht Dreierlei:

---

25 Berendzen, 2023 argumentiert dafür, dass die Form des Leibes eines Menschen für die möglichen und letztendlichen Wahrnehmungsinhalte von großer Bedeutung ist: „Again, the centrality of the organism is emphasized; the organism constitutes the form. To put the point in terminology close to that of transcendental idealism, the organism has a particular perspective on its world that shapes the meaning of the external stimuli“ (Berendzen, 2023, S. 69).

Auch in der Rezeption von Merleau-Ponty wird, wie in der interoperationalen Robotik, diskutiert, ob die Umwelt in Systemen und Subsystemen, anstatt in einzelnen Objekten begriffen werden soll: „Ultimately, though, the main point is to stress the link between organism and environment in terms of form, and Merleau-Ponty rejects the idea that forms in nature can be taken strictly as individuals apart from the organisms that perceive them“ (Berendzen, 2023, S. 68)

- Erstens ein handelndes Subjekt, das Handlungen planen und ausführen kann.
- Zweitens werden interoperative Agenten als Systeme zwischen Systemen und als Subsysteme von übergeordneten Systemen betrachtet. Sie spielen somit eine bestimmte Rolle nicht nur als System selbst, sondern als Bezugspunkt für andere Systeme.
- Drittens definieren sich interoperative Systeme darüber, dass sie auf ihre Umwelt einwirken. Der Handlungsbegriff müsste also erweitert werden, da für das interoperative System nicht nur die Handlung selbst von Bedeutung ist, sondern auch jegliche Wirkung auf andere Systeme und die Reaktion der anderen Systeme auf es selbst (s. Haun, 2013, S. 104).

Diese dreifache Charakterisierung ist besonders relevant im Hinblick auf die Teil-Modellierung menschlicher Körperlichkeit und Leiblichkeit. Interoperativen Systemen ist es möglich Handlungen zu planen, diese auszuführen, sich als System unter Systemen zu begreifen und die Reaktionen dieser anderen Systeme zu analysieren und sogar zu antizipieren.

„Sie reagieren auf Umgebungsreize in sinnvoller Weise und können durch sogenannte Interoperation mit der Umwelt auch nicht voraus geplante Probleme adäquat lösen“ (Haun, 2013, S. 103). Diese Fähigkeit kann von keiner Form der Roboterarchitektur erreicht werden, die Interoperation nicht zu einem ihrer obersten Ziele erklärt.

Die Fähigkeit, neu-auf tretende Probleme entweder zu antizipieren oder beim Auftreten zu analysieren und zu lösen, ist elementar für den Menschen. Ansätze der Robotik, die diese Fähigkeit nicht in Betracht ziehen, vernachlässigen ein grundlegendes Vermögen des Menschen und sind somit nicht geeignet, einen menschlichen Körper und seine Fähigkeiten, auch nur in Teilen, zu replizieren.

Ein Beispiel für eine solche Form der Analyse und Antizipation von Problemen ist die iterative Art der adaptiven Zielsetzung von interoperativen Systemen. Systeme, die weder interoperativ noch antizipatorisch arbeiten, werden ihre Zielsetzungen nicht aufgrund von neuen Informationen verändern. Der nicht-interoperative Roboter bekommt mit seiner algorithmischen Programmierung bestimmte Zielsetzungen an die Hand, die er ausführen soll.

Diese Zielsetzungen ändern sich bis zu einer Veränderung durch die Programmierer nicht. Hinzu kommt, dass die elementaren Robotersysteme lediglich ein Ziel einprogrammiert bekommen. Beim Menschen passiert es nur in den seltensten Fällen, dass die Möglichkeiten so eingeschränkt sind, dass lediglich ein einziges Ziel möglich ist und verfolgt werden muss.

Ein Robotersystem, das Teile des Menschen abbildet, muss also ebenfalls verschiedene Ziele und die dazugehörige Fähigkeit besitzen, diese Ziele zu alterieren und die Absicht von einem Ziel zum anderen zu verändern.

Die kognitive Repräsentation eines Zieles oder verschiedener Ziele besagt noch nicht, ob dies, oder welches schließlich intendiert wird. Ziele sind nicht etwas Statisches, sondern besitzen Prozesscharakter. Das Ziel vor Beginn einer Interoperation muss nicht identisch mit dem schließlich realisierten sein (Haun, 2013, S. 111)

Diesen im Zitat angesprochenen Prozesscharakter und die damit verbundene Adaptivität, die ein System gegenüber seiner Umwelt besitzt, sowie die Möglichkeit der Zielsetzung und der Veränderung dieser Zielsetzung macht der Leib möglich.

Insofern ihm 'Verhaltungen' eignen, ist der Leib jener seltsame Gegenstand, der seine eigenen Teile als allgemeine Symbolik der Welt gebraucht und durch den wir somit einer Welt zu 'begegnen', sie zu 'verstehen' und ihr Bedeutung zu geben vermögen (Merleau-Ponty, 2010, S. 277)

In Conclusio benötigt auch das interoperative Robotersystem einen Leib beziehungsweise muss er einen solchen oder ein funktionsgleiches Replikat bereits haben, um interoperativ agieren zu können. Der Leib nach Merleau-Ponty stellt eine Voraussetzung für interoperative Verfahren dar von denen Adaptivität gegenüber seiner Umwelt nur ein Beispiel ist.

Wie bereits erwähnt, lokalisiert Merleau-Ponty Wahrnehmung in der wahrgenommenen Welt und stellt dieser die objektive Welt gegenüber, in der die Ergebnisse von Messungen die Deutungshoheit besitzen. Er schreibt, dass es „dem Wahrgenommenen wesentlich ist, Zweideutigkeiten, Schwankungen, Einflüsse des Zusammenhangs einzuschließen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 30) und es deshalb eine Trennung dieser zwei Domänen geben muss, da solche Schwankungen und Zweideutigkeiten in der objektiven Welt nicht existieren können. Die Informationen, die dazu führen, dass Zweideutigkeiten und Schwankungen in die Wahrnehmung Einzug finden, werden durch Sensoren und Aktoren aus der Umwelt auf- und wahrgenommen.

Die Umwelt kann nicht aus dem Konzept der Phänomenologie des Leibes herausgehoben werden, da Wahrnehmung die Umwelt benötigt. Diese grundlegende Überlegung muss in ein Modell eingearbeitet werden, das diesen Teil des Menschen nachempfinden möchte. Allerdings ist es nicht möglich, dass ein (Roboter-)System die Umwelt allumfassend wahrnimmt.

Hier greifen Prinzipien wie die bereits besprochene Perspektive, die Aufmerksamkeit und der Fokus, um die Umwelt in wahrzunehmende Teile und nicht-wahrzunehmende Teile zu differenzieren. Somit muss ein Robotersystem nicht nur das ‚Wie‘ beantworten, wenn es um die Frage der Wahrnehmung geht, sondern auch das ‚Was‘.

Danach müssen und können nicht alle Informationen in die fokale Aufmerksamkeit des artifiziellen Bewusstseins treten. Unter artifiziellen kognitiven Repräsentationen versteht man alle Daten und Informationen, die das interoperierende System von seinen Untersystemen wie Sensoren, Aktoren, Entscheidungssystem, Wertesystem, Mustererkennungssystem, Speicher (= Gedächtnis), etc. erhält. (Haun, 2013, S. 111)

Die zu Beginn dieses Kapitels genannte These „Das Subjekt ist Teil der Welt und zugleich Prinzip der Welt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 64) hat somit ein gutes argumentatives Fundament erhalten.

Das Subjekt ist Teil der Welt in dem Sinne, dass der Körper des Subjekts in der Welt situiert ist und das Subjekt mit Hilfe des Leibes in und mit seiner Umwelt interagiert. Das Subjekt ist zudem Prinzip der Welt, da es aufgrund der Möglichkeiten zur Wahrnehmung seines Körpers, des Zugangs seines Leibes und der Art und Weise, wie das Bewusstsein die Wahrnehmung verarbeitet, seiner Umwelt jeweils ein Prinzip zugrunde legt, nämlich:

1. Die Sensoren, Aktoren und Perspektive des Körpers
2. Wie die Verbindung zwischen Leib und Körper geschaffen ist
3. Wie die aufgenommenen Daten vom Bewusstsein interpretiert und verarbeitet werden

Diese drei Punkte zeigen, dass, selbst bei der philosophisch starken These, der Ausgangsgegenstand wäre bei jedem Wahrnehmungsvorgang derselbe, der Wahrnehmungsinhalt sich von Subjekt zu Subjekt unterscheiden würde. Die unterschiedliche Verarbeitung der Informationen aus der Umwelt führen zu dem, was Merleau-Ponty in der wahrgenommenen Welt ansiedelt, und somit ist jede subjektive wahrgenommene Welt eines Individuums unterschiedlich zu einer anderen subjektiven wahrgenommenen Welt eines anderen Individuums.

## 4.4 Das Verhältnis zwischen Wahrnehmung und Veränderung

Eine interessante Frage, die sich aus der Beschäftigung mit der Phänomenologie des Leibes und der interoperationalen Robotik ergibt, lautet wie folgt: Wie ist das Verhältnis von Wahrnehmung und Veränderung? Diese Frage ist vage gestellt, da sie auf verschiedene Weisen verstanden werden kann und auch soll. Die zwei Versionen der Frage, die hier besprochen werden sollen, sind Folgende:

1. Ist eine Veränderung des Subjekts hinreichend für Wahrnehmung?
2. Ist eine Veränderung der Umwelt hinreichend für Wahrnehmung?

Das Subjekt besteht im Hinblick auf den Wahrnehmungsprozess, wie bereits erläutert, aus drei Komponenten: Körper, Leib und Bewusstsein. Hinzu kommen Komponenten außerhalb des Subjektes, wie die Umwelt und Prinzipien, denen das Subjekt unterworfen ist wie die Perspektive oder das Milieu.

Wenn man einen Wahrnehmungsprozess vom Subjekt aus beschreibt, so fängt eine solche Beschreibung meist mit den Sensoren und im Fall der Phänomenologie der Wahrnehmung möglicherweise auch mit den Aktoren an. Die Sensoren und Aktoren sind Teil des Subjekts und bekommen Daten, gefiltert durch die vorhin genannten Prinzipien wie Perspektive oder Milieu. Ein Subjekt kann nur das wahrnehmen, was ihm durch seine Perspektive gegeben ist und ein Subjekt kann nur in dem Milieu wahrnehmen, das ihm gegeben ist. Was würde passieren, wenn entweder das Subjekt oder die Umwelt keinen Veränderungen unterworfen wäre?

Zunächst einmal sollte der Begriff „Veränderungen“ in diesem Zusammenhang definiert werden. Veränderungen des Subjekts wären hier jegliche Umwandlung von Zuständen in denen sich Körper, Leib und/oder Bewusstsein befinden. Veränderungen der Umwelt wären Umwandlungen von Zuständen, die den Wahrnehmungsprozess und äußere Einflüsse, nicht Körper, Leib und/oder Bewusstsein direkt, betreffen.

Speziell wird diese Frage im Hinblick auf den Körper und die Bewegung des Körpers gestellt. Muss ein Körper sich bewegen können, um wahrnehmen zu können? Zunächst scheint diese Frage trivial. Auch, wenn ich mich nicht bewege, sind meine Sensoren und Aktoren funktionsfähig und nehmen Informationen aus der Umwelt auf. Allerdings sollten hier die Ergebnisse der bisherigen Arbeit eingebracht werden.

Wahrnehmung kann, wie bereits gezeigt, bei Merleau-Ponty in drei Stufen gegliedert werden:

1. Wahrnehmung als genereller Modus
2. Wahrnehmung mit Aufmerksamkeit  
und
3. handlungsbezogene Wahrnehmung.

Die Wahrnehmung eines Körpers, der sich nicht bewegt, deckt lediglich die erste und möglicherweise die zweite Stufe der Wahrnehmung ab. Die dritte Stufe, in der die Perspektive eine große Rolle spielt, hat einen stärkeren Bezug zum Körper, beziehungsweise zum Leib und auch zur Veränderung dessen.

Hier lautet die These, dass eine Veränderung des Körpers oder des Leibes zwar nicht notwendig für Wahrnehmung ist, dass Bewegung jedoch Wahrnehmung ermöglicht (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 172), also eine hinreichende Vorbedingung ist. Durch die Bewegung verändert sich der Punkt im Raum, an dem der Körper sich befindet oder auch der Punkt im gedachten Raum, an dem der Leib sich befinden kann, wie beim Würfel-Beispiel gezeigt. Somit ändert sich auch die Perspektive, die Sensoren und Aktoren in die Welt haben können.

Stets liegt das ‚Etwas‘ der Wahrnehmung im Umkreis von Anderem, stets ist es Teil eines ‚Feldes‘. Nie vermöchte eine schlechthin homogene Fläche, auf der durchaus nichts wahrzunehmen wäre, Gegenstand einer Wahrnehmung zu werden. Was Wahrnehmung ist, kann einzig und allein die Struktur des wirklichen Wahrnehmens lehren (Merleau-Ponty, 2010, S. 22)

In diesem Zitat bezieht sich Merleau-Ponty auf die zweite Frage, die oben gestellt wurde. Es wird postuliert, dass eine Veränderung der Umwelt für Wahrnehmung hinreichend, bei Merleau-Ponty möglicherweise sogar notwendig sei, da eine homogene Fläche kein Gegenstand einer Wahrnehmung werden könne.

Diese These stützt er auf die Annahme, dass ein Gegenstand nie allein in der Welt angetroffen und wahrgenommen wird, sondern immer im Zusammenhang mit anderem, seiner Umgebung und eines Feldes, das ebenfalls in die Wahrnehmung miteinfließt. Diese weiteren Elemente der Wahrnehmung sind zudem notwendig, damit das, worauf die Aufmerksamkeit des Wahrnehmenden gelegt wird, wahrgenommen werden kann. So ermöglichen weitere Elemente es dem Wahrnehmenden, den Gegenstand seiner Aufmerksamkeit in Beziehung zu anderem zu setzen, zu vergleichen und so auch über das eigentliche Ziel der Wahrnehmung mehr Informationen zu erlangen.

Denkt man beispielsweise an Gegenstände die nach einem Maßstab hergestellt sind, wie Modellautos oder Flaschenschiffe, so ist es möglich diese in Fotografien so darzustellen, dass sie aussehen wie die jeweiligen Autos oder Schiffe in Originalgröße. Um zu zeigen, wie klein beispielsweise ein Flaschenschiff ist, stellt man normalerweise einen Gegenstand daneben, den wir kennen und der eine standardisierte Größe hat wie eine Streichholzschachtel oder gar ein Lineal, um die Maße zu

beweisen. Dieser Umstand zeigt anschaulich, dass die Wahrnehmung von der Größe eines Objekts eine Variable ist, die sich auf die Umgebung des Gegenstandes stützt. Laut Merleau-Ponty ist nahezu jede Eigenschaft so beschaffen, dass sie eine Abgrenzung benötigt, um wahrgenommen zu werden.

Die zweite Stufe der Wahrnehmung kombiniert den reinen Modus der Wahrnehmung, das heißt die Möglichkeit des Wahrnehmens, mit der Aufmerksamkeit. Dies heißt jedoch nicht, dass das gesamte Feld der Wahrnehmung, welches sich aus dem gesamten Milieu der Umwelt speist, in die Aufmerksamkeit des Subjekts drängt. Die Aufmerksamkeit kommt immer nur einem Teil des gesamten Wahrnehmungsfeldes zu.

Dies wird besonders offensichtlich, wenn man vor einem Computerbildschirm sitzt. Die Augen nehmen nicht die gesamten Informationen wahr, die auf dem Bildschirm zu sehen sind. Stattdessen wird die Aufmerksamkeit benutzt, metaphorisch einer Lupe ähnlich, um bestimmte Teilaspekte des Bildschirms zu untersuchen und dort Informationen wahrzunehmen. Aufmerksamkeit ist somit nicht nur der nächste Schritt im Prozess der Wahrnehmung, sondern notwendig, um überhaupt Informationen aus einer Menge an Daten zu generieren. Ähnliche Überlegungen gibt es ebenfalls in der Neuropsychologie. Es wird argumentiert, dass ein Großteil eines Bildschirms auf dem ein Mensch etwas lesen soll unscharf gestellt werden kann und dies dem Probanden sogar hilft, sich auf die Stellen zu konzentrieren, an denen er etwas lesen soll und er die Unschärfe nicht bewusst bemerkt (s. Pollmann, 2020, S. 247).

Da die Stufen dieser Theorie aufeinander aufbauen gibt es keine Wahrnehmung der Stufe 3 ohne die Stufen 1 und 2, sowie keine Wahrnehmung der Stufe 2 ohne die Stufe 1. Man könnte sich die Frage stellen, ob Wahrnehmungen der Stufe 1, die, je nach Definition, kaum Wahrnehmung genannt werden können, überhaupt existieren. Die These in dieser Arbeit soll sein, dass sie existieren und dass uns die Robotik helfen kann, dieses Stufenmodell besser zu verstehen.

Hierzu soll ein weiteres Beispiel helfen, das das Stufenmodell der Wahrnehmung mit der allgemeinen Robotik und, schlussendlich, auch mit der interoperativen Robotik verbindet.

Die Stufe 1 postuliert einen generellen Modus des Wahrnehmens. Diese Stufe ist besonders schwierig zu verstehen, da die bewusste menschliche Wahrnehmung erst ab Stufe 2 unter Zuhilfenahme der Aufmerksamkeit geschieht. Die Robotik macht es uns jedoch möglich, ein Beispiel für diese Stufe zu finden: Eine Überwachungskamera.

Man stelle sich vor, eine statische Überwachungskamera filmt einen Bereich, beispielsweise eine Lagerhalle. Ohne, dass sich ein Mensch diese Aufzeichnungen ansieht, generiert eine solche Kamera lediglich Daten, keine Informationen, denn Informationen können es nur dann sein, wenn die Daten in einen Kontext gesetzt werden. Ohne einen solchen Kontext gibt es also keine Informationen und demnach gibt es auch keine bewusste Wahrnehmung, denn dafür fehlt jegliche Form von Aufmerksamkeit in diesem Beispiel.

Die Stufe 2 könnte man sich so vorstellen, dass diese Überwachungskamera eine Form von künstlicher Intelligenz oder ein Programm zur Seite gestellt bekommt, die die reinen Aufnahmen mit einer Form von Aufmerksamkeit überziehen. Ein einfaches Beispiel wäre eine Gesichtserkennungssoftware, die Arbeiter in einem Lagerhaus erkennt. Mit Hilfe dieser Software sind die Aufnahmen nicht mehr nur reine Wahrnehmung ohne Fokus, sondern werden auf einen Zweck hin aufgezeichnet. Die Daten werden zu Informationen, da sie in einen Kontext eingebettet sind und für ein Ziel verwendet werden.

Die Stufe 3 müsste eine Handlungsmöglichkeit in dieses Beispiel einbringen. Dies kann man sich auf verschiedene Weisen denken. Um das oben genannte Beispiel weiterzudenken, könnte ein Roboter aufgrund der Informationen, die er durch die Überwachungskamera und die Gesichtserkennungssoftware bekommt, eine Handlung ausführen. Die andere Möglichkeit wäre es, die Kamera als visuellen Sensor in ein mobiles Robotersystem zu integrieren und somit alle Elemente der Wahrnehmung in einem Roboter zu vereinen und nicht nur in einem System, bei dem sich Roboter und Kamera an unterschiedlichen Orten befinden.

Hiermit wären wir bereits mitten in den Beschreibungen, die uns die interoperative Robotik gibt. Zum kompletten interoperationalen Roboter fehlt hier nur eines: die Autopoiesis, das heißt die Fähigkeit, über den Rahmen einer allopoietischen Maschine hinaus sich selbst zu erhalten und seine Handlung aufgrund von Informationen aus der Umwelt zu verändern. Diese Fähigkeit könnte mit Hilfe von vorher geschriebenem Code auf zwei Weisen programmiert werden.

Einerseits könnte man vorher festgeschriebene Situationen definieren, die bestimmte Handlungen auslösen. In unserem Beispiel könnte das Erkennen eines bestimmten Gesichts eine Handlung des Roboters nach sich ziehen. Andererseits könnten nicht bereits vorgeschriebene Handlungen einprogrammiert werden, sondern Ziele, die erreicht werden sollen.

In diesem Fall weiß das Robotersystem um seine Handlungsmöglichkeiten und setzt diese dazu ein, um einen bestimmten Zielzustand zu erreichen. In der ersten Möglichkeit kann man das Muster einer Gewohnheit wiedererkennen, die zweite Möglichkeit benötigt den ständigen Austausch von

Informationen zwischen System und Umwelt gepaart mit einer Aufmerksamkeit, die auf ein Ziel gerichtet ist.

Die Herangehensweise der interoperationalen Robotik ist identisch zur zweiten Möglichkeit mit dem Unterschied, dass kein vorher geschriebener Code genutzt werden kann, da dieser sich nicht dynamisch an die Veränderungen in der Umwelt anpassen kann. An dieser Stelle kommt das KNN zum Einsatz.

Aus der zweiten Möglichkeit lässt sich schließen, dass die Grundidee der interoperationalen Robotik mit dem Prinzip der Gewohnheit kollidiert. Gewohnheit ist fehleranfällig in dem Sinne, dass sie sich nicht verändert und jede Veränderung einer Gewohnheit, fände sie statt, ein Ausbrechen aus alten Mustern und somit einen Austausch von Informationen zwischen System und Umwelt bedürfe, die das bisherige Muster der Gewohnheit überschreiben und ersetzen.

Für den Menschen sind Gewohnheiten Hilfsmittel im Alltag. Sieht ein Mensch sich einer ähnlichen Situation wie der, die er bereits kennt, gegenüber, so automatisiert sich sein Handeln in Form eines Gewohnheits-Musters und es wird eine vorgeschriebene Handlung abgerufen.

Dies kann bei der interoperationalen Robotik als Hilfsmittel genutzt werden, um Situationen zu meistern, die sehr ähnlich zu denen sind, die bereits vorgefunden wurden. Selbst diese Situationen müssen analysiert werden, falls kleine Veränderungen der Gewohnheit notwendig sind. Bei jeder neuartigen Situation, bei der keine Gewohnheit als Hilfsmittel genutzt werden kann, muss die Interoperation für den beschriebenen Ablauf von Wahrnehmung und Veränderung in der Umwelt anstoßen.

Schlussendlich kann man also sagen, dass die Form, wie die Robotik Teile der menschlichen Handlungen häufig modelliert – nämlich als festgeschriebene Handlung des Robotersystems, sobald es sich in bestimmten Situationen befindet oder mit bestimmten Reizen konfrontiert ist – beim Menschen lediglich dann gegeben ist, wenn alte Muster in der Umwelt wiedererkannt werden. Für ein Robotersystem funktionieren solche festgeschriebenen Handlungen nur dann, wenn genau die Situation in der Umwelt vorgefunden wird, für die die Handlung gedacht war. Ändert sich auch nur ein Element der Umwelt könnte dies heißen, dass die vorher festgeschriebene Handlung nicht mehr zum gewollten Endergebnis führt.

Einen Menschen jedoch lediglich mit Hilfe von Gewohnheitsmustern begreifen zu wollen lässt zentrale Fähigkeiten des Menschen außer Acht. Der Mensch fällt in alte, bereits bekannte und als funktional erinnerte Handlungsmuster nur dann zurück, wenn er Situationen als vertraut erkennt. Bei jeglicher neuen Erfahrung wird diese Art der Problemlösung nicht eingesetzt.

Sollte sich die Robotik dazu entschließen, Gewohnheiten als festen Teil von Handlung bei Robotersystemen zu etablieren, sollte der Ursprung und die Anwendung von Gewohnheiten genau betrachtet werden. Es spräche nichts dagegen, die Handlung eines Robotersystems in einer bekannten Situation mit Hilfe einer vorgeschriebenen Handlungsfolge zu ersetzen, solange die Handlungsform der Gewohnheit nicht für jedwede Handlung herangezogen wird, die ein Robotersystem ausführen soll.

Am Ende des ersten Teils dieser Arbeit wurde über die Vereinbarkeit von repräsentationalistischem und enaktivem Vorgehen gesprochen. Mit Hilfe der 3 Stufen der Wahrnehmung und des bis hierhin herausgearbeiteten Verhältnisses zwischen Wahrnehmung und Veränderung sollte nun eine Antwort darauf gefunden werden können, inwieweit die Begriffe Repräsentationalismus und Enaktivismus im Kontext der Phänomenologie des Leibes und der interoperationalen Robotik Anwendung finden.

Eine rein repräsentationalistische Sichtweise wäre für Stufen 1 und 2 nachvollziehbar. Diese Stufen fokussieren sich auf grundlegend repräsentationales Abbilden der Außenwelt und benötigen keinerlei enaktive Komponente. Stufe 1 und 2 ermöglichen es beispielsweise, dass das Phantomgliedbeispiel restlos erklärt werden kann, da keine Handlung oder Veränderung der Umwelt notwendig wird.

Sobald Stufe 3 der Wahrnehmung erreicht wird, ist eine solche Handlungskomponente jedoch unabdingbar. Das Beispiel der Seelenblindheit kann nur unter Zuhilfenahme von Handlung erklärt werden und würde somit Stufe 3 benötigen.

Es wäre zudem die Frage zu klären, was genau enaktiv für die Philosophie bedeuten soll. Oder genauer: Darf ein enaktives System repräsentationale Methoden verwenden, um Enaktivität zu erreichen?

Sollte man diese Frage verneinen, so verneint man auch die Möglichkeit, dass der Mensch oder ein Modell seiner ein rein enaktives System sein kann, denn es gibt sehr gute Gründe, auch bei der Wahrnehmung von Repräsentation zu sprechen.<sup>26</sup>

Im weiteren Verlauf soll diese Frage zunächst bejaht und die Option eines rein oder teils enaktiven Wahrnehmungsbegriff beibehalten werden, da ein weiteres Forschen in diese Richtung sich ansonsten als belanglos erweisen würde. Eine andere wichtige Frage in diesem Zusammenhang lautet: Was ist Wahrnehmung? Oder auch: Wie charakterisiert man Wahrnehmung?

---

<sup>26</sup> Verweise hierauf findet man zum Beispiel bei Clark und Toribio, 1994, die von „representation-hungry“ cases requiring distal, non-existent or highly abstract properties“ (Clark und Toribio, 1994, S.412) sprechen, also von Fällen, die trotz enaktiver Grundeinstellung von repräsentationaler Beschreibung profitieren würden.

In Bezug auf das 3-Stufen-Modell ist diese Frage von elementarer Relevanz. Sollten die Stufen eins und zwei ausreichen, um Wahrnehmung zu definieren und die dritte Stufe nur ein Addendum darstellen, so kann man einen Begriff der Wahrnehmung nicht (nur) anhand von Enaktivität definieren. Wenn Wahrnehmung erst dann Wahrnehmung wird, wenn Handlungen involviert sind, wird es schwierig eine Wahrnehmungstheorie zu konzipieren, die sich ausschließlich auf den Repräsentationalismus beruft und nicht zumindest teilweise Enaktivität involviert.

Hier sollte erläutert werden, dass Repräsentationalismus und Enaktivismus – wenn auch sonst immer als zwei Pole in der Kognitionswissenschaft dargestellt – sich gegenseitig nicht ausschließen und mit dem richtigen Fingerspitzengefühl zusammen existieren können, um mentale Repräsentationen zu erklären. So schreiben beispielsweise Newen und Vosgerau, 2020 von der Notwendigkeit von mentalen Repräsentationen, um bestimmte Phänomene zu erklären:

We argue that we actually need to presuppose nonlinguistic mental representations to explain flexible behavior in animals, prelinguistic children, and also in adults. But these mental representations have to be understood in a new way, namely as real, non-static, use-dependent, and situated mental representations relative to a certain behavior or cognitive ability (Newen und Vosgerau, 2020, S. 179)

Zu der Frage, was die Charakterisierung von Wahrnehmung beinhaltet, schreibt Merleau-Ponty folgendes: „Bewußt-sein oder vielmehr Erfahrung-sein ist innerlich mit der Welt, dem Leib und den Anderen kommunizieren, Sein-mit-ihnen und nicht Sein-unter-ihnen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 121). Dieses Zitat betont noch einmal den interaktiven Bestandteil von Wahrnehmung. Erfahrung-sein, das heißt Wahrnehmen, wird kommunikativ verstanden.

Es ist nur dann Wahrnehmung, wenn es von einem Sein-unter-ihnen, einer passiven, peripheren Existenz, zu einem Sein-mit-ihnen wird, einem Kommunizieren und Interagieren mit anderen und mit der Umwelt wird. Hieraus könnte man schließen, dass für Merleau-Ponty Kommunikation, bzw. Interaktion notwendig für den Wahrnehmungsvorgang ist.

Überträgt man diese Sichtweise auf das Stufenmodell kann man feststellen, dass Merleau-Ponty alle drei Stufen in den Wahrnehmungsbegriff integrieren würde. Handlung ist Interaktion, das heißt Kommunikation, und diese Interaktion scheint für ihn notwendig zu sein, um Wahrnehmung als solche charakterisieren zu können.

Dass die interoperative Robotik, die den interoperationalen Anteil sogar in ihrem Namen trägt, diese Ansicht teilt, bedarf kaum weiterer Erläuterung. Auch hier wird, wie in den vorherigen Kapiteln zu sehen war, der Fokus auf die Interoperation zwischen psycho-physischem Subjekt und Umwelt gelegt und gerade der Systembegriff, der sich in geschlossene und offene Systeme unterteilt, fängt Merleau-Pontys Idee des Sein-mit-Ihnen und Sein-unter-ihnen ein.

Im Zusammenhang mit dem Systembegriff der interoperationalen Robotik ist es wichtig, den Situationsbegriff von Merleau-Ponty genauer zu beleuchten. Die Relevanz der Interaktion beziehungsweise Interoperation des psycho-physischen Subjekts mit der Umwelt, sowie die Einordnung ihrer in den Wahrnehmungsbegriff wurde soeben untersucht. Der Situationsbegriff hilft nun dabei, den zweiten Teil dieser Gleichung zu betrachten: die Umwelt.

Der Leib gilt, wie bereits ausgearbeitet, als Vermittler zwischen Subjekt und Umwelt. Genauer betrachtet kann man sagen, dass der Leib zum Subjekt, das ist, was die Situation zur Umwelt ist – das Bindeglied zwischen subjektiver Wahrnehmung und objektiver (Um)Welt.

Wird dieser Begriff präzisiert, so besagt er, daß mein Leib mir als Bereitstellung für diese oder jene wirkliche oder mögliche Aufgabe erscheint. Und in der Tat ist seine Räumlichkeit nicht, wie die äußerer Gegenstände oder auch die der 'Raumempfindungen', eine Positionsräumlichkeit, vielmehr Situationsräumlichkeit (Merleau-Ponty, 2010, S. 125).

Der Körper befindet sich als Teil seiner Gegenständlichkeit im Raum und hat somit eine Positionsräumlichkeit. Der Leib hingegen befindet sich nicht im Raum, sondern zum Raum und hat demnach eine Situationsräumlichkeit, das heißt, er existiert zur Situation hin.

Auf meinen Leib angewandt, bezeichnet das Wort 'hier' nicht eine im Verhältnis zu anderen Positionen oder zu äußeren Koordinaten bestimmte Ortslage, sondern vielmehr die Festlegung der ersten Koordinaten überhaupt, die Verankerung des aktiven Leibes in einem Gegenstand, die Situation des Körpers seinen Aufgaben gegenüber (Merleau-Ponty, 2010, S. 125 – 126)

Der Leib existiert nicht passiv, wie ein Gegenstand im Raum, sondern als Potenzial „für diese oder jene wirkliche oder mögliche Aufgabe“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 125). Genauso existiert die Situation nicht als Grundkonzept im objektiven Raum, sondern zum wahrnehmenden Subjekt hin.

Die Verbindung von Leib und Situation lässt sich besonders bei der Gewohnheit betrachten, denn „das Subjekt verknüpft nicht individuelle Bewegungen mit individuellen Stimuli, sondern erwirbt das Vermögen, Situationen gewisser Gestalt in Lösungen eines gewissen Typs zu entsprechen“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 172). Die Gewohnheit ist also kein simpler algorithmischer Vorgang, keine eins-zu-eins Relation von Problem und Lösung, sondern eine holistische Antwort des psycho-physischen Subjekts auf eine Situation.

Die interoperationale Robotik kann helfen, den Begriff der Situation zu festigen. Um die Situationen abzudecken, zu denen das psycho-physische Subjekt keine Gewohnheit besitzt, benötigt es dynamische Systeme. Dies ermöglicht es dem Subjekt, die Umwelt nicht nur als starres Gegenüber zu begreifen, sondern als sich-veränderndes, modifizierbares System.

Dies birgt die Möglichkeit, das artifizielle System, das Robotersystem, seinen Korpus und seine Umwelt als Teilsysteme eines einzigen dynamischen Gesamtsystems zu betrachten. Damit ist zumindest das mathematische Werkzeug vorhanden, das artifizielle System des Roboters nicht länger als körperlose Fiktion zu betrachten (Haun, 2013, S. 107 – 108)

Nicht nur ist die Umwelt ein flexibles System - das Subjekt kann sich selbst als System und in Kombination mit der Umwelt, die Umwelt und sich als Teilsysteme eines größeren Systems verstehen. Innerhalb dieses Meta-Systems findet der Kreislauf von Handlungen des Subjekts und daraus resultierenden Veränderungen in der Umwelt, die neue Handlungen evozieren, statt, der bereits untersucht wurde. Demnach ist die Wahrnehmung Teil eines sich-verändernden Kreislaufs und verändert sich somit selbst durch Handlung in der Umwelt.

Hiermit können die zwei Fragen vom Anfang des Unterkapitels erneut aufgenommen und beantwortet werden:

1. Ist eine Veränderung des Subjekts notwendig für Wahrnehmung?
2. Ist eine Veränderung der Umwelt notwendig für Wahrnehmung?

Es wird versucht, beide Fragen in einem und möglichst prägnant zu beantworten. Um dies zu tun, müssen jedoch zunächst die Begriffe des Subjekts und der Veränderung etwas klarer gemacht werden. Ein Teil des Subjekts muss sich verändern, nämlich der Leib. Dies zieht eine Veränderung der Umwelt im Sinne der wahrgenommenen Welt nach sich. Die Umwelt im Sinne der objektiven Welt muss sich nicht verändern, damit ein Mensch wahrnehmen kann.

Die Veränderung des Leibes und damit der wahrgenommenen Welt kann auf viele verschiedene Weisen stattfinden. Zunächst muss sich der Leib als Ausgangspunkt verstehen, wie im obigen Zitat beschrieben. Er muss sich in eine Situation begeben, dort mit einer Umwelt konfrontieren, um schlussendlich in den bereits benannten Wahrnehmungs-Handlungs-Kreislauf einzusteigen. Diese Situiertheit und die spätere Adaptivität und Interaktion nötigt den Leib dazu, aktiv in die Umwelt einzugreifen und sich, sowie seine Ausrichtung auf die Umwelt stetig zu verändern.

## 4.5 Leibbegriff der Phänomenologie des Leibes in der interoperationalen Robotik

Im finalen Unterkapitel sollen nun die bereits besprochenen Aspekte der Phänomenologie des Leibes und der interoperativen Robotik zusammengeführt werden, um die Frage zu klären: Was ist der Leib?

Die drei zentralen Begriffe in der Phänomenologie des Leibes, die das Subjekt definieren, sind: Körper, Leib und Bewusstsein. Der Körperbegriff lässt sich unverändert auf die interoperationale Robotik übertragen. Ein Körper beim Menschen ist der Gegenstand in der Raum-Zeit, der räumlich ausgedehnte Gegenstand, der berührt werden kann. Dieser Definition folgt die interoperationale Robotik. Auch hier ist der Körper des Robotersystems die äußere Hülle, der im Raum ausgedehnte Gegenstand.

Der Bewusstseins-Begriff, oder auch Geist-Begriff, ist in beiden Theorien schwierig zu greifen. In der Philosophie hat die Phänomenologie im Ganzen und somit auch die Phänomenologie des Leibes im Speziellen eine lange Historie an Definitionen und Elementen dessen, was wir Bewusstsein oder Geist nennen, im Repertoire.

Für dieses Forschungsvorhaben reicht es allerdings, wenn wir uns auf die Elemente des Bewusstseins beschränken, die wir hier untersucht haben und die sich mit der interoperationalen Robotik in Verbindung bringen lassen. Ein Beispiel wäre hier der Wille, der sich durch Handlungen ausdrückt, die in dieser Arbeit immer wieder als Thema aufgegriffen wurden.

Bei der interoperationalen Robotik kann das als Bewusstseins-Substitut fungieren, was die Funktionalität der Sammlung an Elementen imitiert, die beim Menschen das Bewusstsein ausmachen. Um das Beispiel fortzuführen: Was auch immer die Funktionalität des Willens beim Menschen im Robotersystem übernimmt, kann im Robotersystem Wille beziehungsweise Willenssubstitut genannt werden.

Eine genaue Entsprechung des Willens wird sich im Robotersystem nicht finden lassen. Vielmehr führt die Beschäftigung mit der interoperationalen Robotik dazu, dass die Sichtweise sich von einer elementaren zu einer holistischen ändert. Anstatt die Elemente des Robotersystems (Hülle, Hardware, Software, KNN) als Einzelteile zu betrachten, werden verschiedene Teilelemente mit anderen Teilelementen zusammengebracht, um funktionale Einheiten zu bilden, ähnlich den Teilsystemen aus der Systemtheorie, die in dieser Arbeit bereits besprochen wurde. So kann als Bewusstseinssubstitut beim Robotersystem ein Teilsystem des Roboters festgemacht werden, von dem das KNN sicherlich einen Großteil ausmachen wird.

Körper und Bewusstsein scheinen eine mehr oder weniger komplexe Entsprechung in der interoperationalen Robotik zu finden. Wie steht es nun um den Leib? Um herauszufinden, ob es eine Entsprechung des Leibes in der interoperationalen Robotik gibt und wie diese aussehen könnte, muss zunächst der Leibbegriff genauer untersucht werden.

Hierzu soll anfänglich die Frage geklärt werden, wie der Leibbegriff bei Merleau-Ponty verstanden wird und ob es eine klare Definition dessen gibt, was Merleau-Ponty den Leib nennt. Um dies zu bewerkstelligen werden nacheinander verschiedene Funktionen des Leibes aufgezählt. Sie werden fettgedruckt geschrieben und im Nachhinein in einer Liste zusammengefasst.

Merleau-Ponty sieht den Leib, wie bereits dargelegt, als einen **Vermittler zwischen psychophysischem Subjekt und seiner Umwelt**. Der Leib ist bewusstgewordener Körper und körpergewordenes Bewusstsein insofern, dass Handlungen als willentliche Bewegungen nach Frankfurt, 1978 verstanden werden und dieser Wille, der seinen Ursprung im Bewusstsein hat, durch den Körper in der Umwelt ausgeführt werden kann.

Eine solche Vermittlerrolle ist notwendig, da Handlungen inkorrekt ausgeführt werden können, demgemäß, dass der willentliche Handlungsplan nicht mit der tatsächlichen Handlung übereinstimmen kann. In solchen Fällen ist es notwendig eine weitere Instanz einzuführen, die solche Fälle (Seelenblindheit, Phantomglied) erklären kann.

Man braucht den Leib als Begriff, um bestimmte Vorgänge präziser beschreiben zu können, als man dies mit einer reinen Körper-Geist-Dichotomie tun kann. Er dient zudem als kommunikatives Instrument innerhalb der phänomenologischen Ansicht gegenüber dem Menschen. Er stellt als solches die Verbindung zwischen Körper und Leib erst her.

Es wäre außerdem möglich, den Leib als **Spektrum der Handlungsmöglichkeit** des Menschen zu betrachten und den Leib als das, was die Handlung mit dem Mittel des Körpers ausführt. Wie beim Phantomglied gesehen, können Leib und Körper unterschiedliche Ausmaße besitzen. Wenn sie unterschiedlich sind, wird es jedoch häufig als höchst problematisch aufgefasst, da die Handlungen des Leibes sich nicht korrekt in die Umwelt überführen lassen.

Wäre der Körper die Entität, die einzig dafür verantwortlich ist, Handlungen auszuführen, dürfte es keine Möglichkeit geben, dass eine gewollte Handlung und eine tatsächliche Handlung voneinander abweichen. Die gewollte Handlung muss somit, zumindest zum Teil, abseits vom Körper existieren. Der Leib gibt uns einen begrifflichen Ort, um eine Handlung und jede mögliche Handlung, die von

einem Menschen geplant wird, zu lokalisieren, der sowohl abseits vom Körper als auch abseits vom Bewusstsein liegt. Dieser begriffliche Ort könnte ebenfalls das sein, wie der Leib, in einer sehr schwachen Form der These, definiert wird, nämlich als rein **linguistisches Konstrukt**, das es uns ermöglicht, Phänomene wie die Seelenblindheit oder das Phantomglied zu erklären.

Eine weitere Form, die durch Merleau-Ponty den Leib charakterisiert, ist die Gewohnheit. Der Leib ist das Vehikel, durch welches der Mensch Gewohnheiten erlernen kann. Mit Hilfe wiederkehrender Handlungen festigt sich ein Muster, das, sollte die dementsprechende Situation gegeben sein, als automatisierte Handlung abgerufen wird.

Hierbei ist der Leib von distinkter Bedeutung, da ein Körper ohne die Funktionen, die von Merleau-Ponty dem Leib zugeschrieben werden, diese Aufgabe nicht bewältigen könnte. Der Leib ist die Fähigkeit des zur-Welt-Seins des Menschen, der Körper das Mittel mit dessen Hilfe der Leib in die Umwelt eingreifen kann. Er kann ebenfalls als habituellem Körper verstanden werden.

Der Leib kann außerdem als **Vehikel zum Erfahren einer besonderen Form der Wahrnehmung** verstanden werden. „Doch mein Leib steht nicht vor mir, sondern ich bin in meinem Leib, oder vielmehr ich bin mein Leib“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 180). Hierbei geht es, besonders bei Merleau-Ponty, um Formen der Wahrnehmung, die eng mit dem Körper und dem Leib verbunden sind.

Ein Beispiel hierfür wäre das ‚in den Händen haben‘ einer Erfahrung. Dies sieht man beispielsweise bei Computertastaturen, es kann aber auch in vielen verschiedenen Bereichen beobachtet werden, in denen die Hände auf ein Ziel hintrainiert werden.

Im Fall der Computertastatur kann man bei Menschen, die schnell an einer solchen Tastatur schreiben können, erkennen, dass das Wissen über die Tastenordnung kaum kognitiv vorliegt, sondern phänomenologisch gesprochen ‚in den Händen‘ existiert.

Entsprechende Personen können die Position einer Taste gar nicht oder nur nach längerer Überlegung nennen, während sie sie mit den Fingern direkt tippen könnten, hätten sie eine Tastatur vor sich. Das Wissen kommt nicht aus einem ‚ich denke‘, sondern aus einem ‚ich tue‘.

Eine ähnliche Idee wäre es, den Leib als eine Art von **Körperschema** zu definieren. Ein solches Körperschema kann bei Merleau-Ponty als ein kinästhetisches Gewahrsein verstanden werden, das vor dem bewussten Anteil an Körperschema und -veränderung existiert (s. SEP, Maurice Merleau-Ponty, 2019). Ein solch kinästhetisches Gewahrsein zeigt, phänomenologisch gesprochen, eine Vertrautheit des psycho-physischen Subjekts mit seiner Umwelt und könnte der Ursprung für motorische und perzeptive Gewohnheit sein.

Merleau-Ponty gibt uns somit verschiedenste Möglichkeiten, den Leib zu verstehen:

- als Vermittler zwischen Körper und Bewusstsein
- als rein linguistische Konstruktion
- als Spektrum der Handlungsmöglichkeiten
- als Vehikel für die sensorische Erfahrung
- als Körperschema

und vielleicht auch als eine Kombination von mehreren dieser Ideen.

Es scheint zunächst so, als würde sich die interoperationale Robotik gegen viele Ideen wehren, die singuläre Erklärungsversuche darstellen. Alle bisherigen Überlegungen weisen darauf hin, dass das Robotersystem holistisch verstanden werden sollte. Wie die systemische Intelligenz zeigt, ist das Robotersystem eine Ganzheit und der Gedanke einer solchen Ganzheit weitet sich bis auf den Leibbegriff aus.

Dementsprechend ist es nicht im Sinne der interoperativen Robotik, den Leibbegriff als Vermittler zwischen Körper und Bewusstsein zu definieren, da schon Körper und Bewusstsein nicht als einzelne, klar abgetrennte Entitäten in der Robotik festgemacht werden können.

Zwar lässt sich der menschliche Körper grob mit der Roboterhülle identifizieren, da beide die Gegenstände im Raum sind, die eine Handlung in der Umwelt ermöglichen, jedoch hat der Roboter, im Gegensatz zum Menschen die Möglichkeit, seinen Körper an verschiedenen Stellen in der Raumzeit zu verorten. Wenn ein Roboter aufgrund der Informationen, die von einer weit entfernten Kamera zu ihm gelangen, Handlungen ausführt, müsste auch diese Kamera zu der Entität gezählt werden, die für das Robotersystem den Körper konstituiert.

Die Entsprechung des Bewusstseins in einem neuronalen Netz zu suchen ist ebenfalls, besonders aufgrund der funktionalen Ähnlichkeit, zunächst verständlich, doch nicht haltbar. Man subsumiert unter den Begriff des Bewusstseins beim Menschen weitaus mehr Fähigkeiten als die, welche in einem KNN ihren Ursprung haben und der systemtheoretische Ansatz sagt auch gegenüber eines KNN, dass dieses nicht einzeln, sondern im Zusammenspiel mit den anderen Untersystemen des Roboters betrachtet werden sollte. Die Fähigkeiten, die ein KNN nicht abdeckt, müssen dem Robotersystem mit anderen Mitteln zur Verfügung gestellt werden.

Wenn man den Leib in der interoperationalen Robotik somit nicht als distinkten Teil des Robotersystems verstehen kann, kann er möglicherweise als Ansammlung von Fähigkeiten verstanden werden, die dem Robotersystem durch verschiedene Teilsysteme und ihre Interaktion

gegeben sein könnten. Im weiteren Verlauf sollen vier mögliche Typen überprüft werden, die der Leib in Form von Fähigkeiten annehmen könnte: sprachlich, handlungsbezogen, schematisch, sensorisch.

Oder genauer – der Leib...

- als rein linguistische Konstruktion (sprachlich)
- als Spektrum der Handlungsmöglichkeiten (handlungsbezogen)
- als Körperschema (schematisch)
- als Vehikel für die sensorische Erfahrung (sensorisch)

### **Sprachlich**

Den Leib als rein linguistisches Konstrukt zu verstehen, um die mit ihm einhergehenden Funktionen und Konditionen präziser beschreiben zu können, ist ein gangbarer Weg in der interoperationalen Robotik.

Bestimmte Funktionen, die das konstituieren, was Merleau-Ponty beim Menschen Leib nennt, könnten auch untersystemübergreifend im Robotersystem festgestellt werden. Solche Funktionen könnten beschrieben und verstanden werden, ohne im engen Korsett von einzelnen Untersystemen verhaftet zu bleiben.

Beispielsweise könnte die Wahrnehmung eines Roboters nicht nur über die Sensoren beschrieben und definiert werden, sondern gleichzeitig über Aktoren, KNN und andere Subsysteme, so wie auch bei Merleau-Ponty der Leib nicht nur eine vereinzelt Entität ist, sondern sich zwischen Bewusstsein und Körper ansetzt und beide benötigt, um funktional zu sein.

Die linguistische Lösung könnte, würde sie die Einzige sein, die übrig bleibt, jedoch kaum das explorative Interesse des Leibbegriffs erschöpfen. Stattdessen sollte der linguistische Ansatz mit dem besten Kandidaten eines inhaltlich definierten Leibbegriffs verbunden werden, so dass eine Funktion des Leibbegriffs mit einer linguistischen Komponente angereichert werden kann.

Anders gesagt: Den Leib als linguistisches Konstrukt zu begreifen funktioniert nur dann, wenn sich hinter diesem linguistischen Konstrukt noch eine weitere, inhaltliche Definition verbirgt.

## Handlungsbezogen

Was genau meint der Begriff "Spektrum der Handlungsmöglichkeiten" in diesem Kontext? Das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten umfasst all die Handlungen, die einem Menschen möglich sind auszuführen. Dies nimmt einige Faktoren auf, die in dieser Arbeit bereits angesprochen wurden wie die Umwelt, die Situation, die Perspektive und ähnliche.

Beispielsweise werden Gewohnheiten nach Merleau-Ponty nicht als elementare Wirkung auf eine Ursache aus der Umwelt verstanden, sondern als holistische Antworten gegenüber von Situationen. Daran anschließend kann man auch willentliche Handlungen nicht in einer elementaren Beziehung gegenüber der Umwelt betrachten.

Eine mögliche Handlung ist also nicht nur dadurch reglementiert, was mein Körper mir erlaubt, sondern auch dadurch, wie der Leib und die Perspektive zur Situation, Umwelt und anderen Variablen in Beziehung stehen. Das Spektrum der Handlungsmöglichkeit mag somit weitaus restriktiver sein, als es zunächst erscheint, doch genau dieses restriktive Handlungsspektrum könnte die Antwort auf die Frage sein, was der Leib in der interoperationalen Robotik (und vielleicht auch beim Menschen) ist.

Das Phantomgliedbeispiel kann uns hier erneut bei einer Erklärung helfen. Im Falle eines Phantomgliedes ist, wie bereits festgestellt, ein Unterschied zwischen Leib und Körper entstanden. Der Leib ‚besitzt‘ den Arm noch, er hat sich noch nicht dem Körper angepasst, der den Arm verloren hat. Dies führt dazu, dass der Mensch Handlungen durchführen möchte, die er nicht mehr durchführen kann, da die körperliche Entsprechung des Leibes fehlt.

Man könnte sagen, der Mensch hat ein Spektrum der Handlungsmöglichkeiten, die der Körper nicht mehr ausführen kann. Oder auch: Das Robotersystem besitzt ein Spektrum an Handlungsmöglichkeiten, das ihm durch supervised learning, unsupervised learning oder Programmierung gegeben ist und welches sein Körper nicht mehr ausführen kann.

Es ist hierbei wichtig zu betonen, dass ein korrekt funktionierendes KNN einen Zustand wie den eines Phantomgliedes höchstens temporär haben kann. Ein funktionierendes KNN sollte die Möglichkeit besitzen, sein Leib-Äquivalent mit Hilfe von Handlung-Umwelt-Feedback so zu verändern, dass das verlorene Körperteil als neue Tatsache anerkannt und das Leib-Äquivalent darauf abgestimmt wird. Diese Angleichung geschieht ebenfalls bei den meisten Menschen über eine hinreichend lange Zeitspanne.

Wollte man also ein Phantomglied-Beispiel bei einem Robotersystem konstruieren, müsste man entweder diese Funktion des KNN unterbinden oder das Phantomglied ohne ein KNN algorithmisch einprogrammieren.

Im Hinblick auf das eben gesagte mag es so erscheinen, als wenn Leib und Körperschema ein und dasselbe wären. Diese Betrachtungsweise kommt womöglich daher, dass das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten mit einem Körperschema verwechselt wird oder beide Begriffe synonym gebraucht werden.

### **Schematisch**

Bei einem Körperschema handelt es sich um ein internes Gefühl oder Wissen des Subjekts, wie weit sein Körper im Raum ausgedehnt ist. So stößt man beispielsweise nicht gegen jeden Türrahmen oder jede Tür, wenn man sie öffnen will, nur, weil man seine Hände, die nach der Klinke greifen nicht im Sichtfeld hat. Man ist sich der Ausdehnung seines Körpers bewusst, auch ohne, dass man Teile seines Körpers und die Umgebung, in der sie sich befinden, sieht.

Das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten hingegen ist die Mannigfaltigkeit der Handlungen, die dem Leib – nicht dem Körper – zur Verfügung stehen. Auch dies ist eine Form von interner Fähigkeit oder Wissen, jedoch handelt es sich nicht um ein Gefühl oder Wissen über den Körper, sondern über den Leib.

Der Leib nutzt das Körperschema ebenfalls, jedoch ist es nicht gleich Teil des Leibes, sondern eher als Werkzeug zu verstehen. Wenn das Subjekt eine Handlung ausführen möchte, kann der Leib das Körperschema nutzen, um zu eruieren, ob diese Handlung möglich ist – oder anders gesagt: Ob die Handlung im Spektrum der Handlungsmöglichkeiten liegt. Man könnte das Phantomgliedbeispiel somit als Unstimmigkeit zwischen dem Spektrum der Handlungsmöglichkeiten (dem Leib) und dem Körper verstehen.

### **Sensorisch**

Kann der Leib, neben dem Spektrum der Handlungsmöglichkeiten, noch das Vehikel für die sensorische Erfahrung sein? In dieser Arbeit wurde der Leib bereits als bewusstgewordener Körper und als körpergewordenes Bewusstsein charakterisiert, als Vermittler zwischen Körper und Geist.

In dieser Funktion könnte man durchaus argumentieren, dass der Leib die sensorischen Erfahrungen, die der Körper in der Umwelt durch Sensoren bekommt, dem Bewusstsein übergibt. Doch was wäre

der explanative Mehrwert eines zwischengeschalteten Leibes in der Frage der sensorischen Erfahrung?

Die ‚Form‘ des Leibes ist von Subjekt zu Subjekt unterschiedlich. ‚Form‘ soll hier nicht im Sinne einer räumlichen Ausdehnung wie die des Körpers verstanden werden, sondern als Art und Weise, Typ oder Gestalt, obwohl letzteres ebenfalls philosophisch befangen ist. Ein Mensch, der ein Phantomglied besitzt, hat eine andere Form des Leibes als ein Mensch, der keines besitzt und in letzter Instanz besitzt jeder Mensch eine individuelle Form des Leibes.

In diesem Beispiel ist die Änderung der Form sehr offensichtlich, doch auch ohne solch offensichtliche Änderungen ist der Leib von Subjekt zu Subjekt unterschiedlich ausgeprägt. Die unterschiedliche Ausprägung zeigt sich an der Vielzahl von Handlungsmöglichkeiten, die dem Subjekt zur Verfügung stehen.

Diese inhärente Subjektivität des Leibes führt dazu, dass bereits hier eine Filterung anhand der Handlungsmöglichkeiten stattfindet, die sich auf die möglichen sensorischen Erfahrungen auswirkt. Der Leib ist in erster Linie mitverantwortlich dafür, welche sensorischen Erfahrungen dem Körper und so letztendlich dem Subjekt als Ganzes möglich sind und welche nicht.

Man könnte sagen, der Leib ist nicht das Vehikel für die sensorischen Erfahrungen eines Menschen, da diese Aufgabe dem Körper zufällt, aber der Leib ist die Instanz, die, neben den Sensoren selbst, reguliert, welche sensorischen Erfahrungen gemacht werden können.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass viele mögliche Beschreibungen und Funktionen des Leibes bereits durch das Bewusstsein oder den Körper aufgefangen werden. Von der oben genannten Liste bleiben somit ‚Spektrum der Handlungsmöglichkeiten‘ und ‚Vehikel der sensorischen Erfahrung‘ übrig. Das Körperschema wurde als Definition für den Leib verneint und die rein linguistische Konstruktion ist als Definition ebenfalls nicht geeignet, da es andere, inhaltliche Definition gibt, die über den rein linguistischen Charakter hinausgehen.

Wollten wir den Leib aufgrund der bisherigen Überlegungen definieren, sähe eine Definition in etwa so aus: ‚Der Leib in der Phänomenologie des Leibes von Merleau-Ponty bezeichnet das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten eines Menschen. Im Zuge dessen kann der Leib als regulierende Instanz bezüglich der sensorischen Erfahrungen gesehen werden, da nur die sensorischen Erfahrungen gemacht werden können, die das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten zulässt‘.

Wenden wir uns nun der interoperationalen Robotik zu und vergleichen die eben gefasste Definition mit dem, was in der Robotik als Leib bezeichnet wird, beziehungsweise werden könnte. Bereits im

Vorwort von Hauns *Handbuch der Robotik* wird die Phänomenologie als eine Grundlage für die interoperationale Robotik genannt: "Diese Annahmen werden durch einen wissenschaftstheoretischen Ansatz flankiert, der einerseits im kritischen Rationalismus basiert und andererseits auf den Erkenntnissen der Phänomenologie und der Hermeneutik aufbaut." (Haun, 2013, IX).

Wie also wird der Leib in der interoperationalen Robotik verstanden? Bei einem Robotersystem werden einige Fähigkeiten, die wir beim Menschen dem Leib zuschreiben, als Untersysteme programmiert. Hierzu gehören zum Beispiel die Untersysteme, die Situiertheit oder Adaptivität ermöglichen, mit Hilfe von Sensoren und Umgebungskarten (s. Haun, 2013, S. 45).

Eine solche Fähigkeit kann mit dem Fall der Farbkonstanz exemplifiziert werden. „Als Farbkonstanz bezeichnet man die wahrgenommene Stabilität einer Objektfarbe unter verschiedenen Beleuchtungsumgebungen“ (Rey und Wender, 2018, S. 106).

Dies bedeutet, dass trotz unterschiedlichen Beleuchtungsumgebungen die Wahrnehmung der Farbe gleichbleibt. Da sich die wahrgenommene Farbe an den zurückgeworfenen Lichtwellen orientiert sollte, im Normalfall, eine Veränderung der Lichtverhältnisse zu einer Veränderung der Farbwahrnehmung führen.

Die Farbkonstanz ist eine Fähigkeit, die der Mensch vermutlich deshalb besitzt, um Muster und Objekte besser (wieder-)erkennen und einordnen zu können (s. Rey und Wender, 2018, S. 106). Hätte der Mensch diese Fähigkeit nicht, würde jeder Gegenstand bei kleinster Veränderung seiner Umgebung anders aussehen und das alltägliche Leben wäre um vieles schwieriger zu meistern.

Es handelt sich hierbei also um ein Phänomen, bei dem phänomenologische Wahrnehmung und physikalische Beschreibung klar auseinandergehen. Da ein Robotersystem anstatt menschlichen Sensoren und Aktoren physikalische Messgeräte nutzt, um Daten zu generieren, besäße ein Roboter, der Farbdaten aufgrund von strikten Messungen erhält, diese Form der Farbkonstanz nicht. Hier zeigt sich erneut Merleau-Pontys Unterscheidung in zwei Welten, die phänomenologisch-subjektive und die messbar-objektive.

Um ein Robotersystem zu entwickeln, das einem Menschen ähnelt, müssen dem Roboter diese und ähnliche Fähigkeiten des Menschen eingegeben werden. Bei Rey und Wender, 2018 wird für die Fähigkeit der Farbkonstanz ein KNN mit zwei Hidden-Schichten<sup>27</sup> konstruiert.

---

<sup>27</sup> Die Begrifflichkeit wurde Rey und Wender, 2018, S. 109 entlehnt.

Als Input bekommt das KNN RGB-Werte, also Werte, die Lichtreflexion mit langer, mittlerer oder kurzer Wellenlänge repräsentieren. Über die Hidden-Schichten werden die Farben immer weiter kombiniert, bis in der Output-Schicht ein RGB-Wert konstruiert wird.

Mit Hilfe dieses KNN ist es einem Robotersystem nun möglich, Objekte mit ähnlicher Farbgebung als selbe Objekte zu begreifen. Zwischen den Knoten gibt es Schwellenwerte, die definieren, ob eine Farbe zu einer nächsten ähnlich genug ist, damit das Objekt als selbiges Objekt verstanden werden kann und sollte.

Diese Form der farblichen Annäherung wird vermutlich mit einem ähnlichen KNN verbunden werden, die denselben Vorgang für die Form des Gegenstandes durchführt, damit nicht zwei Gegenstände mit vollkommen unterschiedlichen Formen als derselbe Gegenstand identifiziert werden, weil sie die gleiche Farbe haben.

Die Farbkonstanz ist ein Beispiel für eine menschliche Fähigkeit, die einem Robotersystem gesondert eingegeben werden muss. Zudem ist sie eine Fähigkeit, die, wie viele, von Merleau-Ponty als Bestandteil der subjektiven Welt der Erfahrung des Menschen charakterisiert wird und auch von anderen enaktiven Theorien, wie der bereits besprochenen SMC-Theorie, erklärt werden kann.

Vorhin wurde der Leib bereits als regulierende Instanz bezüglich der sensorischen Erfahrungen beschrieben. Im gleichen Atemzug könnte man nun ergänzen, dass der Leib die regulierende Instanz für die Fähigkeiten darstellt, die der subjektiven Welt angehören.

Die interoperative Robotik teilt die Umwelt in Systeme und Untersysteme ein. Während dieses Prozesses wird auch der eigene Körper als System und Untersystem von anderen übergeordneten Systemen verstanden. Die Phänomenologie des Leibes sieht dies, so kann man nach den bisherigen Untersuchungen sagen, ähnlich.

Einer von Merleau-Pontys zentralen Punkten ist es, dass der Leib und der Körper in den, zu seiner Lebzeit gegenwärtigen, phänomenologischen Untersuchungen der Philosophie nicht die Relevanz zugesprochen bekamen, die sie verdienen. Dies ändert er in seinen Schriften, indem er Leib und Körper mit in die Systeme aufnimmt, mit denen andere Systeme (Bewusstsein, Umwelt) interagieren.

In dieser neuen Form des Selbstverständnisses für den Menschen sind Leib und Körper unverzichtbare Größen in der Antwort zur Frage, was ein Mensch ist und was ihn ausmacht. Besonders der Leib bringt eine Dimension der Subjektivität in diese Gleichung, die darin gipfelt, dass der Mensch die Welt mit Hilfe des Leibes nicht in einer objektiven Form erfasst und Tatsachen abbildet, sondern in einer subjektiven Form eigene Systeme kreiert und ihre Inhalte festlegt.

Überraschenderweise ist dies ebenso bei Robotersystemen der Fall:

Insofern dienen die Komponenten der artifiziellen Kognition gemäss dieser Auffassung also vor allem dem Hervorbringen von Welten im Prozeß des variablen Lebenszyklus von Robotersystemen. Die kognitiven Komponenten sind damit technische Systeme, die Welten festlegen, keine Welten spiegeln (Haun, 2013, S. 110)

Grund hierfür ist beim Menschen die bereits angesprochene Perspektive, die durch den Leib und schlussendlich durch den Körper auferlegt wird. „Das Fenster kann nur darum mir einen bestimmten Blickpunkt der Kirche gegenüber aufzwingen, weil zuvor schon der Leib mir einen Gesichtspunkt der Welt gegenüber aufzwingt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 116).

Dies ist ein Punkt an dem die interoperationale Robotik, wenn sie auch nicht entgegen der Phänomenologie des Leibes steht, sie diese expandieren kann. Zwar hat auch das Robotersystem einen Körper, der ihm einen „Gesichtspunkt der Welt gegenüber aufzwingt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 116), jedoch kann dieser Körper unterschiedlich beschaffen sein, im Gegensatz zum Menschen.

Ob das KNN zum Erwerb der Fähigkeit der Farbkonstanz genutzt wird oder nicht bleibt den Konstrukteuren des Roboters überlassen, genau wie die Überlegung, dem Robotersystem als Ganzem bestimmte Hilfsmittel an die Hand zu geben, die den Körper erweitern, wie beispielsweise eine Kamera an einem entfernten Ort, die – je nach Definition – ebenfalls zum Körper gezählt werden könnte.

Das Robotersystem kann entweder einen starren Körper, das heißt einen einteiligen Körper ohne unterscheidbare Elemente, oder einen nicht-starren Körper besitzen (s. Haun, 2013, S. 83). Nicht-starre Körper „kann man sehr gut durch das Konzept des *Mehrkörpermodellsystems* modellieren [...]. Im einfachsten Fall besteht ein solches Mehrkörpersystem aus einer offenen Kette starrer Körper, die durch starre Gelenke miteinander verbunden sind“ (Haun, 2013, S. 83). Diese Art der Modellierung lässt sich durch die Finite-Elemente-Methode realisieren, die annimmt, dass der zu modellierende Körper in endlich große Teile (deswegen Finite-Elemente-Methode) aufgeteilt werden kann (s. Haun, 2013, S. 84).

Hinzukommen müssen in dem Robotersimulationssystem:

- die Simulation der Sensoren,
- die Simulation der Effektoren,
- die Simulation der Kommunikation mit der Umwelt und
- die Simulation der durch die Roboterbefehle oder durch sonstige Geräte bewirkten Umweltveränderungen (Haun, 2013, S. 91)

Eine Kamera als Sensor an einem entfernten Ort könnte somit, möglicherweise, Teil des Mehrkörpermodellsystems sein. Gleichbleibend bei Menschen und Robotersystemen ist, dass der Leib das Mittel ist, mit dem ein Subjekt eine Welt erfahren kann (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 176), wo auch immer der Körper im Raum lokalisiert ist, solange er dem Verständnis des Leibes entspricht.

„Zunächst pflegt man zu sagen: mein Leib unterscheide sich dadurch vom Tisch oder der Lampe, daß ich von diesen mich abwenden kann, er aber ständig wahrgenommen ist. So wäre er also ein Gegenstand, der mich nie verließ. Doch ist er dann noch ein Gegenstand?“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 115).

Eine weitere Funktion des Leibes, die uns die interoperationale Robotik veranschaulichen kann ist die des Trägers von subsymbolischem Wissen.

Im Gegensatz zu symbolischem Wissen, das sich mit Hilfe von Symbolen verbildlichen und versprachlichen lässt, ist dies bei subsymbolischem Wissen nicht möglich. Beim KNN sind die Informationen darüber, wie eine Eingabe verarbeitet und was am Ende ausgegeben wird, nicht in Form von Sätzen, Bildern oder sonstigen Symbolen vorhanden. Stattdessen besitzen die Neuronen im KNN Gewichte, die diese Informationen beinhalten.

Solch subsymbolisches Wissen kann man beim Menschen ebenfalls beobachten. Beim Menschen kann dieses subsymbolische Wissen auch aktorisches Wissen genannt werden, da es im Zusammenhang mit den Aktoren, beispielsweise Armen, Beinen, Händen und Füßen, steht.

Ein solches Wissen muss im Zusammenspiel mit dem Leib erfahren und verarbeitet werden, denn „der Leib ist das Vehikel des Zur-Welt-Seins“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 106) und die Aktoren sind die räumlichen Gegenstücke, über die der Leib sein Wissen erhält. Ein Beispiel für subsymbolisches Wissen beim Menschen ist das der Computertastatur, das bereits angesprochen wurde.

Setzt man einen Menschen ohne Erfahrung an einen Computer wird man sehen können, dass die Person die Tastatur mit ihren Augen absucht, die Handbewegungen werden langsam sein und eine Koordination zwischen den verschiedenen sowie das simultane Schreiben mit mehreren Fingern wird man nicht erwarten können. Im Gegensatz hierzu schreibt jemand, der schon länger mit Computertastaturen vertraut ist schneller, sicherer und koordinierter.

Das Wissen, das einem ermöglicht schnell und präzise an einer Computertastatur zu schreiben ist erstens, so die These, eine Form von Wissen und zweitens ein Wissen, das sich weitaus eleganter subsymbolisch darstellen lässt als symbolisch.

Es ist möglich, die Auswirkungen des Wissens zu quantifizieren - man kann zum Beispiel feststellen, dass eine Person schneller schreibt als eine andere - doch da es sich um eine Fähigkeit handelt ist sie nicht übertragbar, was für symbolisches Wissen gegeben ist. Diese Eigenschaft ist zentral, um den Unterschied zwischen symbolischem und subsymbolischem Wissen oder besser: zwischen sinnlichem und aktorischem Wissen zu verstehen. Selbst wenn man aktorisches Wissen, wie das, was uns das schnelle Schreiben an einer Tastatur ermöglicht, symbolisch darstellen könnte, verhält es sich

nicht wie sinnliches Wissen. Man kann es nicht dadurch erlernen und anwenden, dass man es liest und versteht. Es benötigt hier, zumindest bisher beim Menschen, einer zeitlichen Dimension, um das Wissen zu erlernen.

Das Wissen um den Aufbau eines Computers, um nah am Beispiel zu bleiben, kann verbal kommuniziert und mit Gesten präzisiert werden. Daraufhin kann ein Gegenüber diese Ausführungen verstehen und sein neu gewonnenes Wissen durch Handlung testen, wie zum Beispiel das aus- und wieder einbauen eines CPUs.

Das Wissen, wie meine Hände sich bewegen müssen, um eine Taste zu drücken, kann ich auch verbal kommunizieren und vorführen, doch dies führt nicht dazu, dass das Gegenüber diese Fähigkeit lernt und nun selbst schnell und präzise an einer Tastatur schreiben kann, ohne selbst zu üben.

Das subsymbolische Wissen ist Wissen und nicht lediglich Datum oder Information, da der Leib „im Erwerb einer Gewohnheit ‚verstehet‘“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 174) und dieses verstehen dazu führt, dass reine Information zu Wissen wird.

Der Leib ist die Instanz, die mit Hilfe des Körpers diese Form von Wissen ermöglicht; der „Angelpunkt der Welt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 106).

Whereas in artificial systems like robots there is classically a complete separation of the controller (which is a computer) and the body (also called plant—a physical device), in biological systems the brain and the body are so tightly intertwined that this separation is not feasible (Müller und Hoffmann, 2017, S. 19)

Diese Verbindung, die Müller und Hoffmann, 2017 ansprechen ist bei Merleau-Ponty der Leib. Wichtiger Teil dessen, wie der Leib Wissen akkumuliert, ist die bereits angesprochene Fähigkeit des Menschen, Gewohnheiten zu formen. Durch das Wiederholen einer Handlung wird diese als Gewohnheit im Tun des Menschen gefestigt. Dies wäre ein zentraler Punkt für Robotikansätze, die versuchen, menschliches Tun zu modellieren.

Das Grundprinzip von Gewohnheit, nämlich die Repetition, findet man in KNN wieder. Hier wird ein Netz wieder und wieder trainiert und pro Epoche<sup>28</sup> werden die Gewichte an den Knoten angepasst. Mit jeder Epoche wird dem Netz ein neuer, ähnlicher Input gegeben, gleich den ähnlichen Situationen in denen Menschen sich befinden, wenn sich Gewohnheiten ausbilden.

„Dem Kranken ist sein Körperraum bewußt als Schlacke seines habituellen Tuns, nicht aber als objektives Milieu, sein Leib ist ihm verfügbar als Mittel, sich einzufügen in eine vertraute Umgebung, nicht aber als Ausdrucksmittel zweckfreien Denkens“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 129). Wie dieses Zitat

---

28 Ein Durchlauf des maschinellen Lernens, das heißt von Input Ebene zu Output Ebene, wird als Epoche bezeichnet.

zeigt, ist der Leib weder losgelöst vom Körper noch von seiner Umwelt. Eine Gewohnheit ist nur Gewohnheit im Hinblick auf eine Situation, die diese Gewohnheit hervorruft, und zwar als ganzheitliche Situation, nicht als atomistische Reaktion auf einen singulären Reiz. Genauso ist ein KNN nur in Bezug auf das einsetzbar, womit es trainiert wurde. Wenn sich ein Mensch immer wieder in die gleiche Situation begibt und eine bestimmte Gewohnheit sich bildet, so ist diese Gewohnheit in einer anderen Situation hinfällig. Wenn man ein KNN auf der Datengrundlage von Bildern menschlicher Gesichter trainiert, kann es nur menschliche Gesichter erkennen, nicht jedoch verschiedene Früchte oder Landschaften.

Neben dem aktorischen, subsymbolischen Wissen des Handelns sieht Merleau-Ponty sogar die sinnliche, symbolische Wahrnehmung als Produkt der Interaktion mit der Umwelt, eines Tuns anstatt eines reinen Betrachtens. „Ich nehme wahr mit meinem Leib, mit meinen Sinnen, wobei mein Leib und meine Sinne nichts anderes sind als eben dieses habituelle Wissen von der Welt, diese implizite oder sedimentierte Wissenschaft“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 278)

Nach Merleau-Ponty ist beispielsweise die Idee Descartes eines körperlosen Denkens, eines reinen cogito, nicht möglich. Der Körper ist Teil des Denkens, er ist ein einzigartiger Filter für Informationen und die Schnittstelle zwischen Denken und Umwelt. Ein körperloses Denken hätte nichts, worüber es denken könnte und keine Anwendung für das, was es denkt. Somit kann man schließen, dass sowohl das Akquirieren gedanklicher Inhalte als auch die Anwendung dieser durch Handlung Teil des kognitiven Kreislaufes sind. Kognition ist nicht nur das Denken von Gedanken, es ist das Erhalten neuer gedanklicher Inhalte und das Handeln in der Welt. Der Leib ist hierbei mit seinen bereits besprochenen Funktionen eine Notwendigkeit um in der Welt zu agieren und neue gedankliche Inhalte zu formen.

Neben den bereits besprochenen Fähigkeiten ist der Leib, so Merleau-Ponty, als Voraussetzung für die Möglichkeit des Empfindens von Raum als auch Zeit zu verstehen. Diese umfassende Hypothese, die selbst eine Abhandlung verdient und deshalb in diesem Kontext nur kurz angesprochen werden soll, speist sich aus der phänomenologischen Überlegung, dass Menschen nicht in, neben oder unter, sondern zu den Dingen existieren.

Nicht also dürfen wir sagen, unser Leib sei im Raume, wie übrigens ebensowenig, er sei in der Zeit. Er wohnt Raum und Zeit ein [...] ich bin nicht im Raum und in der Zeit, ich denke nicht Raum und Zeit; ich bin vielmehr zum Raum und zur Zeit, mein Leib heftet sich ihnen an und umfängt sie (Merleau-Ponty, 2010, S. 169 – 170)

Wie besprochen ist der Körper des Menschen sowohl Gegenstand unter Gegenständen und hat doch gleichzeitig eine besondere Stellung inne, „denn er vollbringt die Zeit, statt ihr bloß zu unterliegen“

(Merleau-Ponty, 2010, S. 280). Der Körper kann als Gegenstand im Raum und in der Zeit sein und damit sowohl von Raum als auch von Zeit als Gegenstand behandelt werden. So ist der Körper als Organismus beispielsweise Verfall mit voranschreitender Zeit unterworfen.

Der Leib hingegen ist nicht im Raum oder in der Zeit – er ist zum Raum und zur Zeit. Und als solches werden sowohl Zeit als auch Raum zu subjektiven Phänomenen gegenüber dem Leib. Der Raum wird zum subjektiven Phänomen durch die Variablen der Umwelt und der Perspektive.

Die Umwelt beschreibt die Tatsache, dass uns nur ein Teil des Raumes zu jedwedem Zeitpunkt gegeben ist, nämlich der, der um unseren Körper herum existiert. Die Perspektive zeigt, dass wir auf diesen bereits stark verminderten Raum nun noch in einer stark reglementierten, subjektiven Art und Weise Zugang haben.

Parallel zur räumlichen Wahrnehmung wird auch die zeitliche Wahrnehmung als subjektives Phänomen betrachtet, denn die „‘Ordnung der Koexistenz‘ ist nicht zu trennen von der ‚Ordnung der Sukzession‘ [...] Die Wahrnehmung gibt mir ein ‚Präsenzfeld‘ im weiten Sinne, das sich nach zwei Dimensionen erstreckt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 309). So, wie der Mensch eine Perspektive zum Raum hat, besitzt er auch eine Perspektive zu der Zeit. Diese beiden Aspekte werden in einer Synthese zusammengebracht (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 309 – 311) und produzieren gemeinsam die Gesamtwahrnehmung des Menschen.

## 5. Fazit

Welche Erkenntnisse konnten, unter anderem mit der Zuhilfenahme der interoperationalen Robotik, im Bereich der Phänomenologie des Leibes erlangt werden?

Zu Beginn wurden die Sinne des Menschen im Hinblick auf die Phänomenologie des Leibes mit Hilfe von verschiedenen Beispielen und Methodiken untersucht. Hierbei ließ sich feststellen, dass es verschiedene Antworten auf die Frage gab, ob die verschiedenen Sinne des Menschen als distinkt voneinander unterschiedlich oder substituierbar gesehen werden sollten.

Dies wurde deutlich in den Beispielen der Seelenblindheit, der (e)SMC-Theorie sowie dem angrenzenden TVSS. Für die Phänomenologie des Leibes muss man letztendlich feststellen, dass aufgrund der phänomenologischen Grundeinstellung der Theorie eine Substituierbarkeit kein gangbarer Weg ist. Wird ein Sinn durch einen anderen ersetzt, beispielsweise Sehen durch Fühlen, angenommen dieses Ersetzen würde einwandfrei und gleichwertig funktionieren, wäre das Ergebnis dennoch zwei grundverschiedene Weisen des Empfindens, des wie-es-sich-anfühlt. Nur weil die gleichen Informationen mit Hilfe der Substituierung übertragen werden heißt dies nicht, dass die Form der Übertragung die gleiche ist.

Im Kapitel über die Motorik wird der Leibbegriff bei Merleau-Ponty als zentraler Aspekt dieser Arbeit herausgestellt. Der Leib, der als Brücke zwischen Bewusstsein und Körper fungiert, greift mit der Hilfe des räumlich ausgedehnten Körpers in die Umwelt, um sich her, ein und ist Kernbestandteil der Wahrnehmung. Dieser Eingriff ist der Beginn eines Kreislaufs, in dem das psycho-physische Subjekt seine Umwelt verändert und die Veränderungen in seiner Umwelt Veränderungen im psycho-physischen Subjekt nach sich ziehen; die wiederum verändern, wie das Subjekt in die Umwelt eingreift, etc.

Im Anschluss wurde die Beziehung zwischen der Raumwahrnehmung und Bewegung des Subjekts besprochen. Hierbei muss zwischen körperlicher und leiblicher Bewegung unterschieden werden. Wenn ich mich um einen Tisch bewege, um einen Gegenstand von verschiedenen Seiten zu begutachten, so bewegt sich mein Körper. Wenn ich den Gegenstand in meinem Geist umründe und die Teile des Gegenstandes, die mir sinnlich nicht gegeben waren, aus- sowie auffülle, dann tut dies mein Leib, nicht mein Körper.

Obwohl die sinnliche Wahrnehmung, die mir durch meinen Körper ermöglicht wird, häufiger eine sichere Aussage treffen lässt, wird die leibliche Bewegung für die Raumwahrnehmung öfter verwendet als es zunächst den Anschein hat. Wenn ich von der Straße aus auf ein Wohnhaus blicke, bin ich mir selten unsicher, wie der Rest des Hauses, den ich zu diesem Zeitpunkt nicht sinnlich wahrnehme, aussieht. Die ungesehenen Teile des Hauses werden durch eine Vermengung der derzeitigen und früherer sinnlicher Erfahrungen angefüllt. Ich denke beispielsweise die Fassade, die ich an zwei der vier Wände sehen kann, für die restlichen zwei weiter oder weiß, wie die Art von Ziegeldach von oben aussieht, da ich sie schon einmal bei einem anderen Haus gesehen habe und muss sie somit nicht noch einmal bei dem jetzigen Haus sehen (s. Merleau-Ponty, 2010, S. 91).

Hierdurch kann zweierlei festgestellt werden: Zum einen kann der Leib auch ohne Körper in bestimmten Situationen die Wahrnehmung des Menschen vervollständigen. Zum anderen ist selbst die Wahrnehmung, die der Mensch ‚durch den Körper‘ besitzt eigentlich eine Wahrnehmung des Leibes. Der Körper dient lediglich als Vehikel des Leibes, zu einem bestimmten Zeitpunkt an einem bestimmten Ort in der Welt zu sein und das damit verbundene Zur-Welt-Sein sowie die Perspektive in die Umwelt zu gewährleisten.

Die Analyse scheint dem Leib nicht nur eine große Relevanz, sondern auch eine gesonderte Stellung zwischen Bewusstsein und Körper zuzuweisen. Diese gesonderte Stellung wird genauer beleuchtet, wenn man den Informationsfluss betrachtet.

Jede Information des Außen, die der Mensch erfährt, wird durch den Leib aufgenommen. Dies geschieht nicht nur in dem offensichtlichen Sinne, da der Leib in der Theorie von Merleau-Ponty als Primat der Wahrnehmung ausgezeichnet wird, sondern auch im leibspezifischen Sinne. Dies bedeutet, dass der Aufbau und die Beschaffenheit des Leibes Teil des Wahrnehmungsprozesses sind und so wie dieser Prozess analysiert wird muss auch die Beschaffenheit des Leibes analysiert werden, um ihn besser zu verstehen. Der Leib existiert nicht passiv, sondern greift aktiv in den Erfahrungsprozess ein.

Eine solche Leibanalyse ist über mehrere Lebewesen hinweg nur schwer möglich, da der Leib jedes einzelnen Subjekts einzigartig ist, so wie sein Körper und sein Bewusstsein. Wie der Leib geschaffen ist, welche Erfahrungen und Prädispositionen ihn geformt haben diktieren, welche Informationen aufgenommen werden und wie sie aufgenommen werden.

Sowohl beim Körper als auch beim Bewusstsein lassen sich Beispiele finden, die diesem Prozess ähneln. Ein farbenblinder Mensch hat einen Körper mit bestimmten Prädispositionen, die es ihm ermöglichen die Welt, hier im Bezug auf Farben, in einer bestimmten Weise wahrzunehmen und es gleichzeitig unmöglich machen, die Welt in irgendeiner anderen Weise wahrzunehmen, selbst wenn

die Farbenblindheit bekannt ist. Menschen mit bestimmten Traumata, um ein extremes Beispiel zu wählen, werden unterschiedliche mentale Prädispositionen besitzen, die ihnen in bestimmten Situationen bestimmte Wahrnehmungsmuster nahelegen. Genauso besitzt jeder Mensch eine eigene Form der leiblichen Wahrnehmung, da jeder Mensch einen, von anderen unterschiedlichen, Leib besitzt.

Diese erhöhte Relevanz für den Körper- und Leibbegriff könnte in Zukunft Auswirkungen auf den Begriff der menschlichen Kognition haben. So könnte sich die Intelligenzdefinition von einer rein mentalen Fähigkeit zu einer systemtheoretischen Eigenschaft verändern. Dies wäre ein Fall in dem der Vergleich zur interoperationalen Robotik zu einer Veränderung in der Wahrnehmung menschlicher Kognition führt. Im Zuge dessen könnte die Phänomenologie des Leibes zusammen mit *Clark und Chalmers, 1998* neben der Kognition auch die Begriffe Intelligenz, Information und Wissen zu überdenken.

Das psychophysische Subjekt, sowohl in der Phänomenologie des Leibes als auch in der interoperationalen Robotik, ist „Teil der Welt und zugleich Prinzip der Welt“ (Merleau-Ponty, 2010, S. 64). Dies wird in der doppelten Gegebenheit des Körpers offenbar als gleichzeitig einzigartiger Gegenstand und Gegenstand unter anderen Gegenständen. Zwar ist der Körper als Gegenstand greifbar und kann, wie andere Gegenstände, in der Welt behandelt werden, er ist jedoch auch Zentrum und Achse der menschlichen Wahrnehmung, Genesis der Perspektive, Fixpunkt des menschlichen Erlebens und Ausgangspunkt des Umweltbegriffs, der sich um den Körper ausbreitet und deren Standort sich in der Welt, gekoppelt an den Körper, verändert.

Da jeder Mensch eine solche Umwelt um seinen eigenen Körper konzipiert und jeder Mensch körperliche und leibliche Eigenheiten besitzt, die seinen Wahrnehmungszugang einzigartig machen, besitzt auch ein jeder Mensch einen distinkten, individuellen Zugang zur Welt und seiner Umwelt. Keine zwei Menschen besitzen die gleiche Umwelt, selbst wenn sie sich in unmittelbarer raumzeitlicher Nähe befinden. Welche Eigenschaften und Bestandteile der Welt sich einem Menschen offenbaren und welche sich stärker oder schwächer in seiner Wahrnehmung seiner Umwelt ausbilden wird durch die leiblichen und körperlichen Eigenschaften festgelegt.

In dieser Umwelt verbindet sich die Leiblichkeit des Menschen mit zwei weiteren Teilen der Leib-Umwelt-Beziehung, nämlich der Situiertheit und der Adaptivität. Gemeinsam sind Leib, Situiertheit und Adaptivität für die Fähigkeit der Gewohnheit verantwortlich. Das Wiederholen einer Handlung, die vom Leib ausgeführt wird und die mehrfach in der gleichen Situation geschieht, das heißt in einer sehr ähnlichen Umweltkonfiguration, führt dazu, dass sich eine Gewohnheit bildet. Diese Gewohnheit wird im Weiteren bei erneutem Ausführen in ähnlicher Situiertheit gefestigt. Wird die

Gewohnheit ausgeführt obwohl die Situiertheit nicht oder kaum gegeben ist oder wird eine ähnliche Situation erlebt, die eine unterschiedliche Handlung zur gelernten Gewohnheit benötigt, ist die Adaptivität der entscheidende Faktor, wie mit der Gewohnheit verfahren wird.

Die Situation existiert nicht als Grundkonzept im objektiven Raum, sondern immer zum wahrnehmenden Subjekt hin. Die Gewohnheit ist kein simpler Vorgang zwischen Problem und Lösung, sondern eine holistische Antwort des psycho-physischen Subjekts auf eine, ihm gegebene, Situation.

Im Hinblick auf die interoperationale Robotik und ihre Beziehung zur Phänomenologie des Leibes lassen sich einige Schlussfolgerungen ziehen. Zunächst einmal zeigte die Analyse und Exploration der KNN, dass diese durchaus in der Lage sind bestimmte Teile der menschlichen Kognition abzubilden und Fähigkeiten wie die Gewohnheit zu integrieren. Dies funktioniert jedoch nur dann, wenn dem KNN ermöglicht wird, Daten in Echtzeit zu erheben und diese in das bereits vorhandene KNN einzuarbeiten. Allerdings könnte man bereits den Prozess eines KNN als eine Form von Gewohnheit auslegen. Wenn ein Bild als Input gegeben wird und wir erwarten als Ausgabe eine Einordnung, ob das Bild eine Katze oder einen Hund darstellt, dann kann die korrekte oder inkorrekte Antwort des KNN als erfolgreiches oder nicht-erfolgreiches Anwenden einer Gewohnheit gegenüber einer Situation verstanden werden.

Gewohnheiten sind effizient, aber nicht effektiv. Sie benötigen relativ wenig Rechenleistung, sobald sie geformt sind, können jedoch auch nur sinnvoll in sehr ähnlichen Situationen wie der genutzt werden, in der sie geformt wurden. Die interoperationale Robotik kann Gewohnheiten als Hilfe nutzen, wenn ein Robotersystem sich in einer ähnlichen Situation zu der befindet, zu der es bereits eine Gewohnheit definiert hat. Sobald es zu großen Veränderungen kommt, muss jedoch die Interoperation die Gewohnheit überstimmen und zum Einsatz kommen.

Zum Zeitpunkt dieser Arbeit scheint ein einzelnes KNN das eine Vielzahl an menschlichen Fähigkeiten abbildet, noch in weiter Ferne zu sein. Die einzige Möglichkeit, um auch jetzt schon mehrere menschliche Fähigkeiten mit Hilfe von KNN zu modellieren, ist, mehrere Netze für verschiedene Nutzen zu trainieren und diese zusammenzuschalten.

In einem solchen Unterfangen, das zunächst nur als Gedankenexperiment existiert, scheint der Leib auch für das Robotersystem von zentraler Bedeutung. Präziser: Das Wissen um und das Berücksichtigen der Überlegungen zum Leibbegriff und seiner Stellung in der menschlichen Wahrnehmung würde Experten der künstlichen Intelligenz helfen, Robotersysteme und KNN neu zu denken und beide effektiver und menschennäher zu konstruieren.

Bei einer Modellierung menschlicher Fähigkeiten entfernt sich der Fokus von einem reinen Nachempfinden zu einem Grundverständnis dessen, wieso der Mensch ist wie er ist mit Hilfe von grundlegenden Vermögen wie Leiblichkeit, Situiertheit und Adaptivität.

Als Fazit bezüglich der Einordnung zwischen Enaktivismus und Repräsentationalismus dürfte es kaum Zweifel geben, dass sowohl Merleau-Ponty als auch Haun die Idee des Enaktivismus befürworten und ein repräsentationalistischer Lösungsansatz von Problemen, die sowohl die Phänomenologie des Leibes als auch die interoperationale Robotik beschäftigen, bestenfalls in einigen, ausgewählten Fällen erfolgen kann. Eine enaktive Lösung kann hingegen einen Großteil der Probleme erklären. Legt man für enaktivistische Überlegungen einen schwachen Handlungsbegriff an, so gibt es kaum Zweifel, dass die Phänomenologie des Leibes den Enaktivismus bevorzugen würde. Legt man einen starken Handlungsbegriff an, der nicht nur die Handlung des psychophysischen Subjekts in Betracht zieht, sondern auch die bidirektionale Wirkung zwischen Handlung und Umwelt, wird es situational. In diesem Fall könnte es sein, dass ein grundlegender Enaktivismus nicht ausreicht, um bestimmte Handlungen ausreichend zu beschreiben. Für diesen Fall bräuchte es einen erweiterten Enaktivismusbegriff, der die Umwelt und mögliche Wechselwirkungen zwischen Subjekt und Umwelt in den Blick nimmt. Für einen schwachen Handlungsbegriff, in dem sowohl Handlungen im klassischen Sinne als auch Wahrnehmungsprozesse als solche miteinbezogen werden, könnte eine repräsentationalistische Erklärung ausreichen, um bestimmte Phänomene zu beschreiben, wie beim Phantomglied gesehen.

Die Phänomenologie des Leibes stellt mit Hilfe der Perspektive ein starkes Argument gegen die Idee einer wahrnehmbaren objektiven Realität auf, die ohne ein subjektives Pendant – bei Merleau-Ponty in Form einer wahrgenommenen Welt – auskommen kann. Wenn Wahrnehmung immer gleich Perspektive bedeutet und die Perspektive keinen Fixpunkt hat, an dem sich die Wahrheit ihrer Wahrnehmung messen lässt, muss sich die Wahrnehmung einer objektiven Realität auf das Ablesen von Werkzeugen beschränken, die einen Großteil der phänomenalen Beschaffenheit von Wahrnehmung nicht abbilden kann. So ist nicht nur der Leib dem Menschen auf verschiedene Weisen gegeben. Auch die Wahrnehmung unterliegt Schwankungen und Zweideutigkeiten im phänomenalen Raum.

Es wurde gezeigt, dass die interoperative Robotik zu großen Teilen eine moderne, technische Entsprechung der grundlegenden Überlegungen der Phänomenologie des Leibes darstellt. Sowohl Begriffe als auch Konzepte der Phänomenologie des Leibes können in der interoperativen Robotik

wiedergefunden werden. Dies wurde verdeutlicht, indem die Phänomenologie des Leibes mit der interoperativen Robotik in Verbindung gesetzt wurde.

Im Anschluss wurden phänomenologische Überlegungen mit Hilfe der interoperativen Robotik in moderner Art und Weise interdisziplinär aufgegriffen und es wurden Ideen zur möglichen Überprüfung von phänomenologischen Thesen via interoperationale Robotik gegeben. Die verschiedenen Begriffe Umwelt, Subjekt, Bewusstsein, Leib und Körper wurden zueinander in Beziehung gesetzt und für sich als auch im Kontext zu den anderen definiert.

Der entscheidende Begriff für die Phänomenologie Merleau-Pontys – der des Leibes – wird mit Hilfe von zwei Definitionen charakterisiert. Zum einen ist der Leib das Spektrum der Handlungsmöglichkeiten. Dies bedeutet, dass der Leib die möglichen Handlungen beinhaltet, die dem Subjekt zu einer Zeit, an einem Ort und in Bezug auf eine Umwelt möglich sind. Hinzu kommt, dass handlungsnahen Fertigkeiten wie die Gewohnheit in Merleau-Pontys Theorie dem Leib zugeschrieben werden.

Zum anderen kann der Leib als regulierende Instanz der sensorischen Erfahrungen und Fähigkeiten gesehen werden, die der subjektiven Welt zugeordnet werden, wie beispielsweise die Farbkonstanz. Er kann somit als Vermittler zwischen Körper und Bewusstsein verstanden werden.

Ein möglicher Leibbegriff in der Robotik kann keine direkte Übersetzung des Leibbegriffs des Menschen sein. Der menschliche Leib ist die Summe der Fähigkeiten, die ihn ermöglichen und ausmachen. Beim Robotersystem werden Situiertheit und Adaptivität direkt programmiert, während Leiblichkeit als Randprodukt aus einem Prozess entsteht. Das, was der Leib beim Menschen ist teilt in der interoperationalen Robotik eine große Schnittmenge mit dem Begriff der systemischen Intelligenz.

Die Frage, ob Merleau-Pontys Phänomenologie des Leibes letztendlich als enaktiv oder repräsentational zu verstehen ist, wird mit Hilfe des, in dieser Arbeit entwickelten, Stufenmodells der Wahrnehmung, eingeordnet. Das Stufenmodell der Wahrnehmung definiert drei Stufen, die aufeinander aufbauen:

1. Genereller Modus (Körper)
2. Aufmerksamkeit (Leib)
3. Handlung (Interoperation / Interaktion)

Die Frage nach Enaktivismus und Repräsentationalismus kann nicht einfach lauten, ob Merleau-Pontys Theorie eine der beiden Ideen unterstützt. Vielmehr muss die Frage gestellt werden, wie eine Enaktivität oder Repräsentation erreicht wird, ob diese erreicht wird und wenn ja, mit welchen Mitteln sie erreicht wird.

Es wurde beschrieben, dass Phänomene wie das Phantomglied sowohl in enaktiver, das heißt interoperationaler beziehungsweise interaktiver, als auch in repräsentationaler Form erklärt werden können. Phänomene wie die Seelenblindheit hingegen lassen sich kaum repräsentational erklären. Sie benötigen zur ausreichenden Erklärung enaktive Begriffe wie den Leib, die Situation, die Gewohnheit, etc. Aufgrund dessen können wir zwei Konklusionen erreichen.

Zum einen kann die Phänomenologie des Leibes, wenn auch nicht vollends, so doch großteilig, als enaktivistische Theorie verstanden werden. Zum anderen kann man feststellen, dass Wahrnehmungs- sowie Handlungstheorien und ihnen nahe Theorien des Geistes von einer stärkeren Zuwendung zum Enaktivismus profitieren würden. Die Schlüsse dieser Arbeit zeigen, dass man sich zwar nicht vollkommen von repräsentationalen Erklärungen trennen sollte, dass enaktive Erklärungen jedoch nicht nur die Umstände erläutern können, die repräsentationale Erklärungen beschreiben, sondern auch Elemente, die eine repräsentationale Beschreibung an ihre Grenzen bringt.

Weitere, bisher unbearbeiteten Aufgaben für die Phänomenologie könnten sein, die Beziehungen zwischen Bewusstsein und Leib sowie zwischen Leib und Körper stärker zu beleuchten, um ein besseres phänomenologisches Verständnis des Leibes zu bekommen, der in der Geschichte der Phänomenologie nicht den Stellenwert besitzt, den er besitzen sollte.

Für die interoperationale Robotik wäre es interessant zu erfahren, wie viel sie noch von der Phänomenologie lernen kann nachdem diese Arbeit gezeigt hat, dass es viele Ähnlichkeiten zwischen der Phänomenologie des Leibes und der interoperationalen Robotik gibt. Des Weiteren könnte man überlegen, wie verschiedene Fähigkeiten oder Fertigkeiten des Menschen, die von der interoperationalen Robotik verstanden oder sogar modelliert werden wollen, aus phänomenologischer Sicht und im Hinblick auf den Leib verstanden werden.

Eines sollte nach dieser Arbeit jedoch evident sein: Der Leib nach Merleau-Ponty ist eine Konstante in der Phänomenologie, die nicht nur für die Phänomenologie des Leibes von Relevanz ist, sondern auch interdisziplinär Verwendung finden kann.

## Literaturverzeichnis

- Ahmed, Sara. „Intitutional Habits - About Bodies and Orientations that Don't Fit“. In *Merleau-Ponty and contemporary philosophy*, herausgegeben von Emmanuel Alloa, Frank Chouraqui, und Rajiv Kaushik. SUNY series in contemporary Continental philosophy. Albany: State University of New York, 2019.
- Alloa, Emmanuel. „Undergoing an experience – Sensing, Bodily Affordances, and the Institution of Self“. In *Merleau-Ponty and contemporary philosophy*, herausgegeben von Emmanuel Alloa, Frank Chouraqui, und Rajiv Kaushik. SUNY series in contemporary Continental philosophy. Albany: State University of New York, 2019.
- Alloa, Emmanuel, Frank Chouraqui, und Rajiv Kaushik, Hrsg. *Merleau-Ponty and contemporary philosophy*. SUNY series in contemporary Continental philosophy. Albany: State University of New York, 2019.
- Barsalou, L. „Embodied language and concepts“. In *Embodied grounding: social, cognitive, affective, and neuroscientific approaches*, herausgegeben von Gün R. Semin und Eliot R. Smith. Cambridge University Press, 2008.
- Berendzen, Joseph C. *Embodied Idealism: Merleau-Ponty's Transcendental Philosophy*. 1. Aufl. Oxford University Press Oxford, 2023.
- Bruttomesso, Maria Chiara. „Bodily Individuation, Bodily Relationality – Scheler's Phenomenology of the Body and Infant Research“. *Intuitio* 10, Nr. 2 (2017): 52–65.
- Buckner, Cameron, und James Garson. „Connectionism“. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Fall 2019 Edition, 2019.
- Byrne, Alex. „Intentionalism defended“. *Philosophical Review* 110, Nr. 2 (2001): 199–240.
- Chalmers, David. „Facing up to the problem of consciousness“. *Journal of Consciousness Studies* 2, Nr. 3 (1995): 200–219.
- Clark, Andy, und David J. Chalmers. „The extended mind“. *Analysis* 58, Nr. 1 (1998): 7–19.
- Clark, Andy, und Josefa Toribio. „Doing without Representing?“. *Synthese* 101, Nr. 3 (Dezember 1994): 401–31.
- De Vignemont, Frederique. „Habeas Corpus: The Sense of Ownership of One's Own Body“. *Mind & Language* 22, Nr. 4 (September 2007): 427–49.
- De Vignemont, Frédérique. „Peripersonal Perception in Action“. *Synthese* 198, Nr. S17 (Juli 2021): 4027–44.
- Dennett, Daniel C. „On the absence of phenomenology“. In *Body, Mind, and Method: Essays in Honor of Virgil C. Aldrich*, herausgegeben von Donald F. Gustafson und Bangs L. Tapscott, 93--113. Kluwer Academic Publishers, 1979.

- Di Lallo, Antonio, Manuel G. Catalano, Manolo Garabini, Giorgio Grioli, Marco Gabiccini, und Antonio Bicchi. „Dynamic Morphological Computation Through Damping Design of Soft Continuum Robots“. *Frontiers in Robotics and AI* 6 (2019).
- Di Paolo, Ezequiel A. „Autopoiesis, adaptivity, teleology, agency“. *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 4, Nr. 4 (2005): 429–52.
- Dreyfus, Hubert L. „Intelligence without representation – Merleau-Ponty’s critique of mental representation“. *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 1, Nr. 4 (2002): 367–83.
- Engel, Andreas K., Karl J. Friston, und Danica Kragic. *The Pragmatic Turn: Toward Action-Oriented Views in Cognitive Science*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press Ltd, 2016.
- Fodor, Jerry A. *Concepts: where cognitive science went wrong*. Oxford cognitive science series. Oxford : New York: Clarendon Press ; Oxford University Press, 1998.
- . *The Language of Thought*. Bd. 87. Harvard University Press, 1975.
- Frankfurt, Harry G. „The Problem of Action“. *American Philosophical Quarterly* 15, Nr. 2 (1978): 157–62.
- Gallagher, Shaun. *How the Body Shapes the Mind*. Oxford University Press UK, 2005.
- Günzel, Stephan. *Maurice Merleau-Ponty: Werk und Wirkung ; eine Einführung*. Wien: Turia + Kant, 2007.
- Halák, Jan. „Embodied higher cognition: insights from Merleau-Ponty’s interpretation of motor intentionality“. *Phenomenology and the Cognitive Sciences* 22, Nr. 2 (2023): 369–97.
- Harnad, Stevan. „The Symbol Grounding Problem“. *Physica D: Nonlinear Phenomena* 42, Nr. 1–3 (Juni 1990): 335–46.
- Haun, Matthias. *Handbuch Robotik: Programmieren und Einsatz intelligenter Roboter*. 2. Aufl. VDI-Buch. Berlin: Springer Vieweg, 2013.
- Hegel, Georg Wilhelm Friedrich. *Phänomenologie des Geistes*. 14. Auflage. Werke, [auf der Grundlage der Werke von 1832-1845 neu edierte Ausgabe] / Georg Wilhelm Friedrich Hegel. [Red. Eva Moldenhauer ...]; 3. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 2017.
- Heidegger, Martin. *Sein und Zeit*. 18. Aufl., Unveränd. Nachdr. der 15., an Hand der Gesamtausg. durchges. Aufl. mit den Randbemerkungen aus dem Handex. des Autors im Anh. Tübingen: Niemeyer, 2001.
- Hohwy, Jakob. *The Predictive Mind*. Oxford University Press UK, 2013.
- Hutto, Daniel D., und Erik Myin. *Evolving Enactivism: Basic Minds Meet Content*. MIT Press, 2017.
- . *Radicalizing Enactivism: Basic Minds Without Content*. MIT Press, 2012.
- Jackson, Frank. „Epiphenomenal qualia“. *Philosophical Quarterly* 32, Nr. April (1982): 127–36.

- Karoblis, Gediminas. „Kinesthesia and Self-Awareness“. In *Varieties of Self-Awareness*, herausgegeben von Saulius Geniusas, 121:85–99. Contributions to Phenomenology. Cham: Springer International Publishing, 2023.
- Lau, Kwok-Ying. „The Pre-reflective Dimension of Self-Awareness and the Bipolar Structure of Existence: Merleau-Ponty’s Way from Body Schema to Sexual Schema“. In *Varieties of Self-Awareness: New Perspectives from Phenomenology, Hermeneutics, and Comparative Philosophy*, herausgegeben von Saulius Geniusas, 101–18. Springer Verlag, 2023.
- Legg, Shane, und Marcus Hutter. „Universal intelligence: A definition of machine intelligence“. *Minds and Machines* 17, Nr. 4 (2007): 391–444.
- Maye, Alexander, und Andreas Engel. „The Sensorimotor Account of Sensory Consciousness Implications for Machine Consciousness“. *Journal of Consciousness Studies*, Nr. 23 (2016): 177–202.
- Merleau-Ponty, Maurice. *Phänomenologie der Wahrnehmung*. 6. Aufl., Photomechan. Nachdr. [d. Ausg.] Berlin 1966. de Gruyter, 2010.
- Metzinger, Thomas. „Mentale Repräsentation, Phantomglieder und halluzinierte Selbste“. In *Welten des Bewusstseins*, herausgegeben von Adolf Dittrich, Albert Hofmann, und Hanscarl Leuner, 2:13–35. Kulturanthropologische und philosophische Beiträge. Berlin: Verlag für Wissenschaft und Bildung, o. J.
- Müller, Vincent C., und Matej Hoffmann. „What Is Morphological Computation? On How the Body Contributes to Cognition and Control“. *Artificial Life* 23, Nr. 1 (Februar 2017): 1–24.
- Nagel, Thomas. „What is it like to be a bat?“ *Philosophical Review* 83, Nr. 4 (1974): 435–50.
- Newell, Allen, und Herbert A. Simon. „Computer Science as Empirical Inquiry: Symbols and Search“. *Communications of the ACM* 19, Nr. 3 (März 1976): 113–26.
- Newen, Albert, Leon De Bruin, und Shaun Gallagher. *The Oxford Handbook of 4E Cognition*. Oxford University Press, 2018.
- Newen, Albert, und Gottfried Vosgerau. „Situated Mental Representations: Why We Need Mental Representations and How We Should Understand Them“. In *What Are Mental Representations?*, herausgegeben von Joulia Smortchkova, Krzysztof Dołęga, und Tobias Schlicht, 1. Aufl., 178–212. Oxford University Press New York, 2020.
- Nishida, Kitarō. *Logik des Ortes: der Anfang der modernen Philosophie in Japan*. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1999.
- . *Über das Gute: eine Philosophie der Reinen Erfahrung = (Zen-no-kenkyū, 1911)*. 2. Aufl. Japanische Bibliothek im Insel-Verlag. Frankfurt am Main: Insel-Verl, 1993.
- Noë, Alva. *Out of our heads: why you are not your brain, and other lessons from the biology of consciousness*. 1st ed. New York: Hill and Wang, 2009.
- O’Regan, J. Kevin, und Alva Noë. „A Sensorimotor Account of Vision and Visual Consciousness“. *Behavioral and Brain Sciences* 24, Nr. 5 (Oktober 2001): 939–73.

- Pauen, Michael. *Freiheit, Schuld und Verantwortung: Grundzüge einer naturalistischen Theorie der Willensfreiheit*. Suhrkamp, 2008.
- Pautz, Adam. „Experiences are Representations: An Empirical Argument (forthcoming Routledge)“. In *Current Controversies in Philosophy of Perception*, herausgegeben von Bence Nanay. Routledge, 2016.
- Pezzulo, Giovanni. „The Contribution of Pragmatic Skills to Cognition and Its Development: Common Perspectives and Disagreements“. In *The Pragmatic Turn*, herausgegeben von Andreas K. Engel, Karl J. Friston, und Danica Kragic, 19–34. The MIT Press, 2016.
- Pollmann, Stefan, Hrsg. *Spatial Learning and Attention Guidance*. Neuromethods 151. New York: Humana Press, 2020.
- Rey, Günter Daniel, und Karl F. Wender. *Neuronale Netze: eine Einführung in die Grundlagen, Anwendungen und Datenauswertung*. 3., Überarbeitete Auflage. Bern: Hogrefe, 2018.
- Searle, John. „Minds, brains, and programs“. *Behavioral and Brain Sciences* 3, Nr. 3 (1980): 417–57.
- Shapiro, Lawrence A. „Embodied Cognition: Lessons from Linguistic Determinism“. *Philosophical Topics* 39, Nr. 1 (2011): 121–40.
- Thau, Michael. *Consciousness and Cognition*. Bd. 69. Oxford University Press, 2002.
- Thompson, Evan. *The Embodied Mind: An Interview with Evan Thompson*. Tricycle, Herbst 2014.
- Toadvine, Ted. „Maurice Merleau-Ponty“. In *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Spring 2019 Edition, 2019.
- Tye, Michael, "Qualia", *The Stanford Encyclopedia of Philosophy* (Fall 2021 Edition), Edward N. Zalta (ed.), URL = <<https://plato.stanford.edu/archives/fall2021/entries/qualia/>>.
- Tye, Michael, und Briggs Wright. „Is there a phenomenology of thought?“. In *Cognitive Phenomenology*, herausgegeben von Tim Bayne und Michelle Montague, 35. Oxford University Press UK, 2011.
- Varela, Francisco J., Evan Thompson, und Eleanor Rosch. *The Embodied Mind: Cognitive Science and Human Experience*. MIT Press, 1991.
- Vosgerau, Gottfried, Tobias Schlicht, und Albert Newen. „Orthogonality of Phenomenality and Content“. *American Philosophical Quarterly* 45, Nr. 4 (2008): 309–28.
- Weber, Arne M., und Gottfried Vosgerau. „Grounding Action Representations“. *Review of Philosophy and Psychology* 3, Nr. 1 (2012): 53–69.

# Versicherung

Ich versichere an Eides Statt, dass die Dissertation von mir selbständig und ohne unzulässige fremde Hilfe unter Beachtung der ‚Ordnung über die Grundsätze zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis an der Heinrich-Heine-Universität‘ erstellt worden ist.

Düsseldorf, den \_\_\_\_\_

Unterschrift

## Kurzer Lebenslauf

### **2019 - heute**

Promotionsstudium an der Heinrich-Heine-Universität

### **2015 - 2019**

Masterstudium an der Heinrich-Heine-Universität

Thema der Masterarbeit: Selbst oder Nicht-Selbst? - ein Vergleich von zeitgenössischen und buddhistischen Selbst-Theorien

Abschluss: Master of Arts

Note: 1,3

### **2011 - 2015**

Bachelorstudium an der Heinrich-Heine-Universität

Kernfach: Philosophie, Ergänzungsfach: Germanistik

Thema der Bachelorarbeit: Graham Priests Gluonen-Theorie zwischen Realismus und Idealismus

Abschluss: Bachelor of Arts

Note: 1,7