

## Systemische Betrachtung des therapeutischen Roboters Paro im Vergleich zu dem Haustierroboter AIBO

Franziska Schulz<sup>1</sup>

**Abstract:** Roboter sind in der heutigen Zeit nicht nur in der Industrie zu finden, sondern werden immer häufiger in privaten Lebensbereichen eingesetzt. Ein Beispiel hierfür ist der soziale Therapie-Roboter Paro. Dieser ist dem Verhalten und Aussehen einer jungen Robbe nachempfunden, drückt Gefühle aus und wird besonders in Pflegeheimen eingesetzt. Dabei zeigt er positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden pflegebedürftiger Menschen. Diese Arbeit stellt den Roboter Paro in einer systemischen Analyse dar: hierbei werden Systemkontext, Anwendungsfälle, Anforderungen und Struktur betrachtet. Anschließend erfolgt eine Analyse des Haustierroboters AIBO, welcher einem Welpen ähnelt und verstärkt der Unterhaltung von Privatpersonen dient. Es werden Gemeinsamkeiten und Unterschiede zwischen den Systemen herausgearbeitet. Dabei wird ersichtlich, dass beide Systeme dem Nutzer vorrangig Gesellschaft leisten, jedoch verschiedene Anforderungen besitzen und in unterschiedlichen Anwendungsdomänen eingesetzt werden. Zudem besitzt AIBO vielfältigere Fähigkeiten und einen höheren Bewegungsgrad als Paro. Dies spiegelt sich in einer komplexeren Struktur der Hardware wider.

**Keywords:** Intelligent robots, human-robot interaction, robot sensing systems, mental commit robot, pet-type robot

### 1 Einleitung

Aufgrund des demographischen Wandels sowie den verbesserten medizinischen Möglichkeiten und der damit ansteigenden Lebenserwartung sind immer mehr Menschen im höheren Lebensalter auf Pflege angewiesen. In diesem Lebensabschnitt entscheiden sich Menschen häufig bewusst für die Zurückgezogenheit aus der Gesellschaft oder werden von dieser isoliert. Zudem ändert sich sowohl die geistige, als auch körperliche Verfassung [Ma16]. Häufig werden in Pflegeeinrichtungen tiergestützte Therapieformen angewendet, um diese Problematiken zu adressieren. Tiertherapie hat positive Auswirkungen auf das Wohlbefinden älterer Menschen, führt zu Entspannung sowie verbessertem Kommunikationsverhalten [WS07]. Der Einsatz solcher Therapien wird jedoch oftmals erschwert. Gründe hierfür sind mögliche Allergien oder die Gefahr, dass das Tier dem Menschen Schaden zufügt [WS07]. Eine Alternative zur tiergestützten Therapie ist der Einsatz sozialer Robotik. Dabei sind soziale Roboter stark auf die Kommunikation mit den Nutzern ausgelegt. Einige dieser Roboter zeigen künstliche Emotionen und sind in der Lage, eine Beziehung mit dem Nutzer einzugehen, wie sie zwischen Mensch und Haustier zu finden ist [SWT02]. Ein Beispiel ist der therapeutische

---

<sup>1</sup> Hochschule Reutlingen, Informatik, Alteburgstraße 150, 72762 Reutlingen,  
franziska\_katharina.schulz@student.reutlingen-university.de

Roboter Paro, der seit dem Jahr 2004 kommerziell verfügbar ist und dem Aussehen einer jungen Sattelrobbe nachempfunden ist. Seit einigen Jahren wird Paro vermehrt in stationären Einrichtungen für ältere Menschen, in denen keine Tiere erlaubt sind, eingesetzt oder ergänzend zur Tiertherapie angeboten [SWT02].

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den therapeutische Roboter Paro systemisch zu untersuchen. Des Weiteren wird er mit dem modernen Haustierroboter AIBO verglichen, welcher seit 2017 erhältlich ist und sich vorrangig an Privatpersonen richtet. Dabei soll aufgezeigt werden, wie sich soziale, tierähnliche Roboter im Laufe der letzten Jahre entwickelt haben. Des Weiteren wird betrachtet, wie sich der Einsatzbereich und Kontext eines sozialen Roboters auf dessen Anwendungsfälle, Anforderungen und Hardwarekomponenten auswirkt. Darin unterscheidet sich diese Arbeit von vorangegangenen Arbeiten von Shibata et al. [Sh04, SWT02, SYY97], welche vor allem die Entwicklung des Roboters Paro von den Prototypen zum fertigen Produkt sowie dessen positive Wirkung auf Pflegebedürftige beschreiben.

### **1.1 Der systemische Vergleich**

Die beiden tierähnlichen Roboter werden mithilfe der Modellierungssprache Systems Modeling Language (SysML) dargestellt. Diese basiert auf der Unified Modeling Language 2 (UML2), welche so erweitert wurde, dass die Sprache nicht nur für Software Engineering, sondern für das Systems Engineering geeignet ist [WS14]. Die Analyse selbst wird dabei an den Prozess der SYSMOD angelehnt. Bei diesen handelt es sich um ein Vorgehen, welches die Modellierung der Architektur komplexer Systeme unterstützt. Im Rahmen des SYSMOD Prozesses werden die Idee und Ziele eines Systems, sowie dessen Basisarchitektur und Systemkontext analysiert. Zudem werden Anwendungsfälle betrachtet [WS14]. Kriterien zum Vergleich der beiden Roboter liegen demnach in deren Zielen, Einsatzbereich, Anwendungsfällen und Hardwarekomponenten. Zusätzlich werden Anforderungen an die beiden Systeme betrachtet.

Die Arbeit stellt dazu zuerst den therapeutischen Roboter Paro vor. Dieser wird unter den oben genannten Gesichtspunkten analysiert. Danach wird der Haustierroboter AIBO beschrieben und unter denselben Punkten analysiert. Im Rahmen einer Diskussion werden die Unterschiede zwischen den beiden Systemen sowie Ähnlichkeiten herausgearbeitet. Zuletzt wird ein Fazit über die gesamte Arbeit gezogen.

## **2 Systemische Analyse des therapeutischen Roboters Paro**

Wird die Entwicklung des therapeutischen Roboters Paro betrachtet, wird deutlich, dass das ursprüngliche Ziel darin lag, ein künstliches Wesen zu entwickeln, welches nicht über eine Schnittstelle, sondern direkt mit dem Menschen interagiert. Eine zentrale Eigenschaft des künstlichen Wesens sollte darin liegen, dass es Charakteristiken und Verhaltensweise eines lebendigen Tieres aufweist [SYY97]. Die kommerziell verfügbare Version des Roboter Paro bewegt die Flossen und den Kopf, imitiert die Geräusche einer Robbe und

drückt auf diese Weise Gefühle aus. Außerdem erkennt er seinen eigenen Namen und lokalisiert die Richtung einer Stimme. Zuletzt ist es möglich, dass Paro das Verhalten erlernt, welches von dem Nutzer bevorzugt wird. Dabei unterscheidet der Roboter zwischen Zuneigung und groben Behandeln und erinnert sich an das Verhalten, welches er zuvor zeigte. Als Konsequenz wird er das jeweilige Verhalten verstärkt oder nicht mehr zu Tage legen [Pa14]. Aktuelle Ziele beim Einsatz des Systems liegen darin, das Wohlbefinden pflegebedürftiger Menschen zu erhöhen. Außerdem hat der Einsatz positive Auswirkungen auf das Kommunikationsverhalten der Pflegebedürftigen [Pa14].

## 2.1 Kontext des Systems

Die Analyse des Wechselspiels zwischen System und Umwelt ist ein essentieller Faktor zum Verständnis des Systems und wird in Abbildung 1 dargestellt. Von besonderem Interesse sind Schnittstellen, welche die Grenzen zwischen System und Umwelt festlegen. Diese Grenze wird von dem physischen Körper des Roboters dargestellt. Der Grund hierfür ist, dass Paro keinen aktiven Austausch von Daten mit seiner Umwelt unterstützt und sich nicht mit dem Internet verbindet [Pa15].

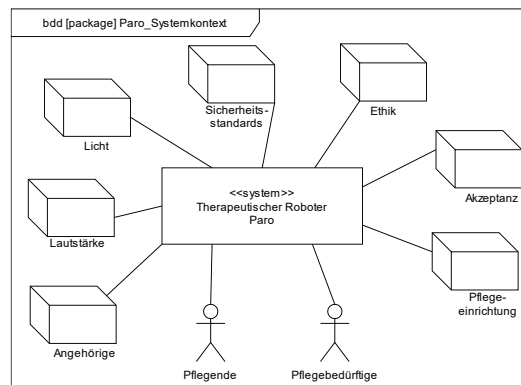


Abb. 1: Systemkontext des Roboters Paro

Unter Systemakteuren werden direkte Interaktionspartner verstanden. Diese werden zum einen von den *Nutzern* selbst repräsentiert. Nutzer des therapeutischen Roboters sind häufig ältere Menschen, können jedoch auch weitere Gruppen Pflegebedürftiger sein. Ein weiterer Systemakteur sind die *Pfleger*, welche von professionellen Pflegern oder Privatpersonen repräsentiert werden, da der Roboter neben Pflegeeinrichtungen auch im privaten Bereich eingesetzt werden kann. In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf dem Einsatz des Roboters in Pflegeheimen, weshalb die *Pflegeeinrichtung* im Systemkontext aufgeführt ist. Auch spielen die Einstellung und Toleranz der *Angehörigen* der pflegebedürftigen Menschen eine große Rolle. Umwelteinflüsse, auf die der Roboter reagiert und die eine mögliche Störung des Systems hervorrufen, sind wechselnde

*Lichtverhältnisse*. Diese können das Sehvermögen des Systems beeinflussen sowie bei direktem Einfluss den Roboter überhitzen. Zudem beeinflusst die *Lärmkulisse* um den Roboter herum dessen Fähigkeiten im Richtungshören und der Erkennung seines Namens [Pa15]. Außerdem wird das System von geltenden *Sicherheitsstandards* beeinflusst. So definieren Normen mögliche Gefahren und Risiken, die von Robotern in der Pflege ausgehen und geben Empfehlungen ab. Des Weiteren spielen *ethische Aspekte* wie der Ersatz eines Lebewesens durch einen Roboter sowie mögliche Täuschungen der Pflegebedürftigen über die Lebendigkeit des Roboters eine Rolle [Ca11]. Zuletzt muss der Roboter von den Pflegebedürftigen sowie dem Personal akzeptiert werden.

## 2.2 Anwendungsfälle

Anwendungsfälle (engl. Use Cases) beschreiben mögliche Aufgaben und Ziele, die ein Nutzer verfolgt, wenn er mit einem System interagiert. Aktive Akteure lösen in der Regel den Anwendungsfall selbst aus und interagieren direkt mit dem System [WS14]. Als Akteure sind auch hier die *Pflegenden* und *Pflegebedürftigen* zu nennen.

Die Pflegebedürftigen interagieren mit dem Roboter ausschließlich auf eine soziale Art und Weise. Ein Use Case liegt darin, dem Roboter einen *Namen zu geben* [Pa15]. Ein weiterer Use Case der Pflegebedürftigen liegt darin, eine *Beziehung zu Paro aufzubauen*. Diese wird durch die regelmäßige, intensive Interaktion zwischen Mensch und Roboter aufgebaut [Wa05]. Ein anderer Use Case seitens der Pflegebedürftigen ist das *Umsorgen* des Roboters, welcher durch Streicheln und dem Schenken von Zuneigung erweitert werden kann. Der Pflegebedürftige erhält dabei das Gefühl von dem Roboter gebraucht zu werden.

Werden die Anwendungsfälle der Pflegenden betrachtet, liegen diese nicht in der sozialen Interaktion mit dem Roboter. Vor allem sorgen sie dafür, dass Paro funktionsfähig bleibt, indem sie sich um das *Aufladen der Batterien* kümmern. Außerdem *reinigen* sie regelmäßig das künstliche Fell des Roboters.

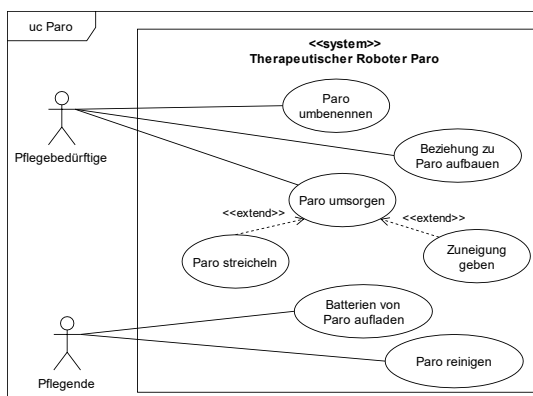


Abb. 2: Use Cases des Roboters Paro

## 2.3 Systemanforderungen

Die vorgestellten Anforderungen spielen besonders für die Tauglichkeit beim Einsatz des Roboters in der Altenpflege sowie dessen Wahrnehmbarkeit als lebendiges Wesen eine entscheidende Rolle. Eine der wichtigsten nicht-funktionalen Anforderungen ist die *Sicherheit*: Paro darf zu keiner Zeit eine Gefahr für den Nutzer darstellen. Ein Teil dieser

Anforderung stellt die Anforderung nach *Hygiene* dar: häufig wird Paro in Pflegeheimen verwendet, daher muss das künstliche Fell des Roboters antibakteriell und einfach zu säubern sein [Pa15]. Das *Aussehen* und *Verhalten* des Roboters müssen stimmig miteinander und kompatibel zu dem der Sattelrobbe sein. Zudem muss sich der Roboter verhalten, als sei er lebendig und habe einen Charakter [WS07]. Eine funktionale Anforderung liegt darin, dass Paro die *Stimme* der Person, die am meisten mit ihm interagiert, *erkennen* muss. Daraus ergibt sich eine nicht-funktionale Anforderung: der Roboter muss *lernfähig* sein. Des Weiteren ist die *Reaktionszeit* eine entscheidende Anforderung der Performance des Roboters. Paro muss in Echtzeit auf Umweltreize reagieren. Besonders bedeutend ist dies bei der Interaktion mit dem Nutzer, da dieser keine Verzögerung in den Reaktionen negativ wahrnehmen soll. Zuletzt ist die *intuitive Interaktion* mit dem Roboter eine weitere Anforderung. Dabei soll die Interaktion mit Paro möglichst einfach erfolgen.

## 2.4 Struktur des Systems

Im Folgenden wird die Struktur des Systems anhand der verwendeten Hardware illustriert. In Abbildung 3 wird die Hardware von Paro dargestellt. Diese ist in den Arbeiten von Shibata et al. [WS07], [SYY97] weniger detailliert erläutert, daher basiert die Darstellung zusätzlich auf der Von-Neumann-Architektur. Zentrum der Hardware sind die beiden 32Bit RISC-Prozessoren [WS07], [SYY97]. Nach der Von-Neumann-Architektur erfolgt die Kommunikation zwischen den Prozessoren und den anderen Komponenten vorrangig über Bussysteme. Auf diese Weise erfolgt auch der Austausch mit dem *Speicher*. Zudem senden die Prozessoren einseitig Daten an den *Lautsprecher*, welcher lediglich als Ausgabemedium dient. Des Weiteren senden die Prozessoren Befehle an die sieben *Aktuatoren*, die ebenfalls der Ausgabe dienen und für Paros Bewegungen zuständig sind. Diese befinden sich jeweils in den Augenlidern, dem Kopf sowie den vorderen und hinteren Flossen des Roboters [WS07]. Zusätzlich stehen die Prozessoren im wechselseitigen Austausch mit den *internen Sensoren*. Diese werden von taktilen Sensoren, Licht-, Temperatur- und Haltungssensoren sowie drei Mikrofonen repräsentiert [WS07]. Flexible, taktile Sensorik, durch die der Roboter die Intensität von Druck sowie dessen Position auf einer Oberfläche wahrnehmen kann, ist unterhalb des Fells [Sh04] an Kopf, Kinn, Torso und Flossen angebracht. Weitere taktile Sensoren sind an den Schnurrharen zu finden [Pa15].

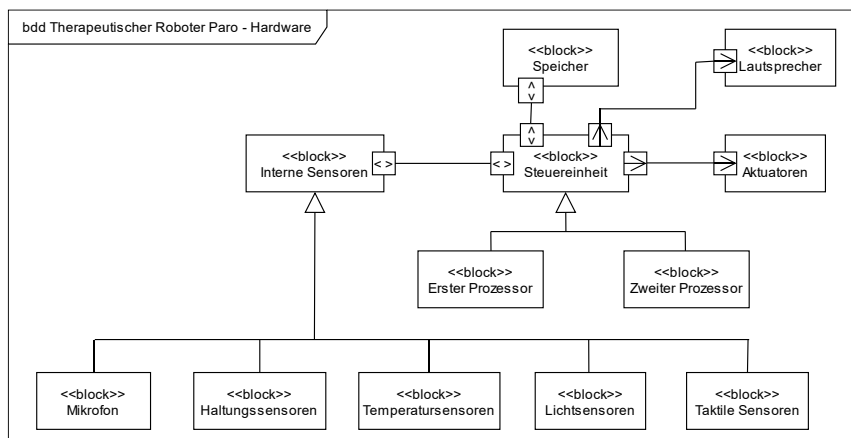


Abb. 3: Blockdefinitionsdiagramm der Hardware des Roboters Paro

### 3 Systemische Analyse des Haustierroboters AIBO

Im Jahr 1999 veröffentlichte Sony die erste Version von AIBO, einem Spielzeugroboter der Ähnlichkeiten zu einem Hundewelpen aufweist. Bis 2006 entstanden drei Generationen des Roboters, die erfolgreich verkauft wurden. 2018 wurde die neueste Version von AIBO, die in der vorliegenden Arbeit betrachtet wird, vorgestellt [KW18]. Ziel dieses Roboters ist es dem Nutzer Gesellschaft zu leisten und ihn zu unterhalten. Zudem bietet er eine futuristische Alternative zu einem Haustier [So20]. AIBO ist ein intelligenter Roboter, der in der Lage ist zu lernen. Die Persönlichkeit des Haustierroboters wandelt sich durch Interaktion mit dem Nutzer und den wahrgenommenen Umweltreizen. Der Nutzer kann mit dem künstlichen Haustier spielen, es füttern und ihm verschiedene Kommandos beibringen. Während der Kommunikation reagiert AIBO auf visuelle und auditive Reize sowie auf Berührungen. Zuletzt zeigt AIBO eigene Wünsche und Emotionen, welche sein Verhalten beeinflussen [So18].

#### 3.1 Kontext des Systems

Die Systemgrenze umschließt nicht mehr nur den physischen Roboter, da dieser eine Internetverbindung über WLAN oder LTE herstellen kann [So18]. Darüber nimmt er Verbindung zu einer *Cloud* auf, durch die verschiedene Daten wie Fotos sowie AIBOs erlernte Tricks über einen Server gespeichert werden. Nur durch die Verwendung dieser Cloud ist AIBO in der Lage zu lernen. Über eine dazugehörige *App* kann der Nutzer mit dem Roboter kommunizieren, Personalisierungen vornehmen und die Tricks verwalten [So18]. Damit umfasst das System neben dem Roboter selbst, auch eine Cloud sowie eine App. Dies wird in Abbildung 4 dargestellt.

AIBO richtet sich vorrangig an Privatpersonen, als Systemakteur kann daher lediglich der *Nutzer* genannt werden. Dieser interagiert aktiv mit dem System und formt die Persönlichkeit des Roboters. AIBO ist zudem an geltende *Sicherheitsstandards* angepasst [So20]. Im täglichen Gebrauch reagiert der Roboter auf seine *räumliche Umgebung*: er weicht Hindernissen aus und findet den kürzesten Weg zu seinem Ziel [So20]. Zudem reagiert er auf zugehörige *Accessoires* wie Spielzeug. Umwelteinflüsse, auf die der Roboter reagiert und die eine mögliche Störung des Systems hervorrufen, sind wechselnde *Lichtverhältnisse* sowie starke Lichteinflüsse. Diese können sich auf die Leistung der Sensoren auswirken [So18].

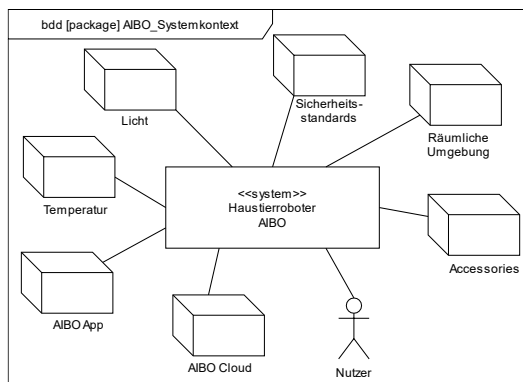


Abb. 4: Systemkontext des Haustierroboters AIBO

### 3.2 Anwendungsfälle

AIBO bietet eine Vielzahl an Anwendungsfällen, welche stetig durch Softwareupdates erweitert werden. Use Cases die sich auf die Unterhaltungsfunktion beziehen, werden in Abbildung 5 illustriert. Da AIBO primär ein Spielzeugroboter ist, liegt ein Use Case darin mit *ihm zu spielen* [So18]. Ein weiterer Use Case ist es *AIBO zu erziehen*. Dabei versucht der Nutzer dem Roboter bestimmte Verhaltensweisen abzutrainieren und stattdessen andere zu fördern sowie die Entwicklung der Persönlichkeit voranzutreiben [So18]. Dieser Use Case kann dadurch erweitert werden, dass AIBO neue *Tricks antrainiert* werden [So18]. Ein weiterer Use Case liegt in der *Personalisierung* des Roboterhunds. Dieser Use Case kann optional erweitert werden, indem der *Name des Roboters geändert* wird. Zuletzt ist es möglich, dass das gesamte *Bewusstsein* und damit alle Erinnerungen und Gelernte des Roboters in die *Cloud gespeichert* werden kann. Dieses bietet eine Backup-Funktion, die besonders dann sinnvoll ist, wenn der physische Roboterkörper Schaden nimmt und die Persönlichkeit AIBOs in einen neuen Körper geladen werden kann [KW18].

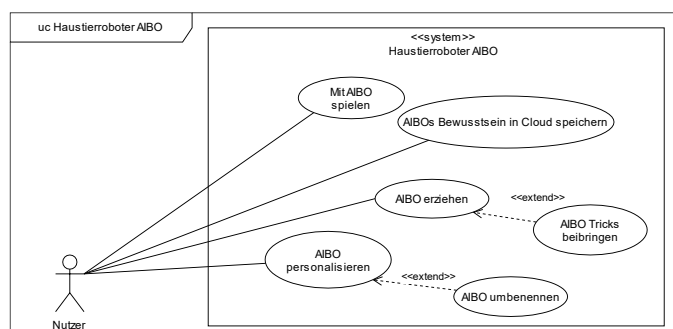


Abb. 5: Anwendungsfalldiagramm des Hausierroboters AIBO

### 3.3 Anforderungen an das System

In diesem Abschnitt werden speziell die Anforderungen an den Roboter betrachtet, die für dessen Unterhaltungsfunktion essentiell sind. Eine Anforderung, die stets gewährleistet werden muss, ist die *Sicherheit* des Menschen [So20]. Wird die Anforderung an das *Aussehen* des Roboters betrachtet, fällt auf, dass dieser nicht wie ein lebendiger Hund aussehen soll, sondern wie ein futuristisches Haustier. Die Merkmale eines Roboters sollen weiterhin deutlich sein [So18]. Weitere Designanforderungen sind die *Bewegungen* des Roboters. Diese sollen zum einen flüssig ablaufen, zum anderen muss AIBO in der Lage sein, eine Vielzahl verschiedener Bewegungen auszuführen. Das *Verhalten* des Roboters ist auch an das eines Hundes lediglich angelehnt. Eine weitere Anforderung ist, den künstlichen *Emotionen Ausdruck verliehen zu können*. Dies geschieht durch Bewegungen sowie den wechselnden Ausdruck in den Augen. Eine weitere Anforderung an das System, ist AIBOs *Lernfähigkeit*. Der Roboter muss sein Verhalten an den Nutzer anpassen sowie neue Tricks erlernen. Eine funktionale Anforderung, die mit der Lernfähigkeit zusammenhängt, ist das Unterscheiden und *Erkennen verschiedener Personen* [So18], [So20]. Zuletzt muss er *Objekte und Bewegungen erkennen*. Dies ist notwendig, damit sich AIBO ohne Kollisionsgefahr frei bewegen kann [So18]. Eine Anforderung, welche die Leistung des Systems betrifft, ist die *Reaktionszeit* des Roboters. Diese muss in Echtzeit erfolgen, damit der Nutzer eine angenehme Erfahrung mit dem Roboter hat und dessen Verhalten glaubwürdig erscheint.

### 3.4 Struktur des Systems

Das Blockdefinitionsdiagramm der Hardware wird in Abbildung 6 dargestellt. Zentrum der Hardware ist der 64Bit Vierkern-Prozessor [So20]. Dieser kommuniziert mit den *internen Sensoren* [Qu20], bei denen es sich um sieben verschiedene Typen handelt. Durch die *Bewegungs-* und *Entfernungssensoren* bewegt sich AIBO in einem Raum fort, ohne mit Menschen oder Hindernissen zu kollidieren. Der *Simultaneous Localization and Mapping (SLAM) Sensor* ermöglicht dem Roboter Orientierung, indem er Karten seiner



Umgebung erstellt und darin seine ungefähre Position schätzt. Zudem unterstützt der *Time off light (TOF) Sensor* den Roboter darin, Hindernissen auszuweichen und seine Umgebung schneller zu überblicken. Mithilfe des *Lichtensors* können Helligkeitsunterschiede erkannt werden. Durch das eingebaute *Mikrofon* kann der Roboter Audiosignale wahrnehmen. Durch die *taktilen Sensoren* registriert der Roboter Berührungen. Diese Sensoren befinden sich in AIBOs Rücken, Kopf und Kiefer [So20]. Des Weiteren kommuniziert der Hauptprozessor mit einem Bewegungsprozessor. Dieser spricht über eine Schnittstelle die 22 *Aktuatoren* des Roboters an [So20]. Hierbei besitzt AIBO drei Aktuatoren im Kopf, jeweils einen in Mund, Nacken und Hüfte, zwei in den Ohren, zwölf Aktuatoren in den Beinen und zwei im Schwanz [So20]. Zudem wird die Hardware durch eine *SIM-Karte* ergänzt, durch die eine Verbindung mit dem mobilen Internet möglich ist. Außerdem besitzt AIBO einen *Speicher*. Zuletzt kommuniziert der Hauptprozessor mit verschiedenen Ausgabemedien, unter anderem dem *Lautsprecher* sowie zwei *OLED-Bildschirmen* in AIBOs Augen und der *Frontkamera* in dessen Nase.

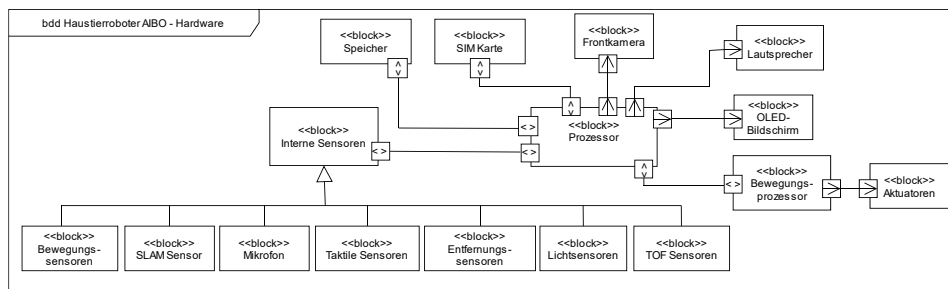


Abb. 6: Blockdefinitionsdiagramm der Hardware des Haustierroboters AIBO

#### 4 Vergleich zwischen dem Haustierroboter AIBO und dem therapeutischen Roboter Paro

Broekens et al. bezeichnet sowohl den therapeutischen Roboter Paro, als auch den Haustierroboter AIBO als Begleitroboter. Diese bieten dem Menschen an erster Stelle Gesellschaft und damit eine Steigerung des psychischen Wohlbefindens [Br09]. Allerdings unterscheiden sich die beiden Systeme grundlegend in ihren Zielen. Das initiale Ziel hinter Paro lag vor allem darin ein künstliches Wesen zu erschaffen, welches ein lebensechtes Verhalten und Aussehen aufweist. Bei AIBO hingegen handelt es sich primär um eine futuristische Alternative zu einem Haustier mit Unterhaltungsfunktion.

Beim Vergleich der Systemgrenzen fällt auf, dass die systemischen Grenzen des therapeutischen Roboters Paro mit dessen physischen Grenzen übereinstimmen. Hingegen wird AIBO von einer Cloud und App ergänzt, was die Systemgrenzen erweitert. Dies ist für Paro nicht möglich, da dieser nicht über einen Zugang zum Internet verfügt. Dies hängt auch mit den Zeitpunkten zusammen, in denen die beiden Roboter jeweils entwickelt

wurden. Gemeinsamkeiten im Systemkontext bestehen zwischen beiden Systemen bezüglich des Einflusses von Licht sowie den Sicherheitsstandards. Bei Paro ist die Lärmkulisse der Umwelt zusätzlich entscheidend, da sie beeinflusst, wie gut der Roboter Stimmen wahrnehmen kann. Bei AIBO wurde diese Einflussgröße nicht aufgeführt, da der Roboterhund sich hauptsächlich in privaten Räumen aufhält, in denen Lärm keine größere Problematik darstellt. Zusätzlich spielen durch den Einsatz Paros in Pflegeeinrichtungen ethische Aspekte eine stärkere Rolle als bei AIBO. Zuletzt besitzt AIBO einige Variablen im Systemkontext, die für Paro unerheblich sind. Ein Beispiel ist die räumliche Umgebung, auf die das System reagieren muss. Hingegen kann Paro sich nicht selbstständig fortbewegen, somit entfällt diese Variable.

Im Bereich der Anwendungsfälle gibt es kaum Überschneidungen zwischen den beiden Systemen. Wird die Zielgruppe von Paro, die pflegebedürftigen Menschen, mit den Nutzern von AIBO verglichen, so unterscheiden sich deren Anwendungsfälle stark. Ein Grund hierfür ist, dass Paros Fähigkeiten eingeschränkter sind, als die des Roboterhunds. Paros Reaktionen auf das Verhalten des Nutzers bestehen aus Bewegungen und Geräuschen. Dabei reagiert er vorrangig auf seinen Namen sowie darauf, ob er gestreichelt oder grob behandelt wird. Demnach beschränken sich die Use Cases bei Paro darauf, ihm Zuneigung zu geben, sowie eine Beziehung zu ihm aufzubauen. Im Vergleich besitzt AIBO vielfältigere Fähigkeiten, ein verbessertes Lernverhalten und eine größere Bewegungsfreiheit. Hier steht weniger das Umsorgen im Fokus, als vielmehr der Spaß.

Anforderungen, die bei von beiden Systemen erfüllt werden müssen, sind Sicherheitsaspekte sowie die Reaktion in Echtzeit, um eine angenehme und authentische Interaktion zu ermöglichen. Die Anforderungen an Aussehen und Verhalten unterscheiden sich zwischen den beiden Robotern. Während Paro möglichst nahe an das Erscheinungsbild und Verhalten einer Robbe heranreichen soll, ist AIBO deutlich als Roboter erkennbar. Bei dem Lernverhalten der beiden Roboter zeigt sich ein ähnliches Bild: Paro lernt lediglich das Verhalten zu zeigen, das vom Nutzer bestärkt wird. AIBO ist zusätzlich fähig, Tricks zu lernen. Bei Paro ist hingegen die intuitive Interaktion deutlich wichtiger. Es ist essentiell, dass sich die verschiedensten Personengruppen mit Paro beschäftigen können, ohne vorher ein Handbuch lesen zu müssen.

Bei dem Gesichtspunkt der Hardware wird ebenso deutlich, dass der Aufbau des Haustierroboters AIBO komplexer ist, als der von Paro. Jedoch ähnelt sich der Grundaufbau der beiden Roboter. Im Zentrum beider Systeme steht der Hauptprozessor. Beide Systeme besitzen einen Speicher, Lautsprecher sowie Aktuatoren. Während Paro mit sieben Aktuatoren arbeitet, besitzt AIBO 22 Aktuatoren. Dadurch ist es AIBO möglich vielfältigere und flüssigere Bewegungen auszuführen als Paro. Zudem werden die Aktuatoren von AIBO nicht direkt vom Hauptprozessor angesteuert, sondern von einem Bewegungsprozessor. Beide Roboter besitzen interne Sensoren. Dabei handelt es sich um taktile Sensoren, Lichtsensoren sowie Mikrophon. Paro besitzt zudem Haltungssensoren um die Lage seines Körpers wahrzunehmen. AIBO beinhaltet dagegen verschiedene Sensoren, wie TOF, SLAM und Entfernungssensoren, mit denen er sich orientieren und frei bewegen kann.

Als Grenze der Arbeit soll angemerkt werden, dass der Roboter AIBO 14 Jahre später als Paro auf den Markt kam und somit von einem enormen technologischen Vorsprung profitiert, was besonders beim Vergleich der Hardware und Fähigkeiten der Roboter zu beachten ist. Zudem wurden die Roboter für unterschiedliche Einsatzgebiete entwickelt, welches die Ziele und Anforderungen stark beeinflusst. Des Weiteren ist keine Allgemeingültigkeit des Vergleichs gegeben und somit kein Rückschluss auf weitere tierähnliche Roboter möglich. Die Arbeit bezieht sich lediglich auf die beiden vorgestellten Roboter.

## 5 Fazit

Der therapeutische Roboter Paro wird vor allem im Bereich der Altenpflege eingesetzt. Der Roboter selbst wird dabei von verschiedenen Variablen in seiner Umgebung wie Akzeptanz, Ethik, den Pflegebedürftigen und dem Pflegepersonal beeinflusst. Bei Betrachtung der Anwendungsfälle der aktiven Nutzer fällt auf, dass Paro vor allem auf soziale Interaktion ausgelegt ist. Die Fähigkeiten des sozialen Roboters beschränken sich vor allem auf einfache Bewegungen und Geräusche, die dem Nutzer das Gefühl vermitteln, der Roboter sei lebendig und emotionsfähig.

Der Haustierroboter AIBO erschien 14 Jahre später als Paro und dient als Spielzeug. Ein Unterschied zu Paro ist die Systemgrenze: das Gesamtsystem wird von einer Cloud und einer App ergänzt. Der Kontext des Systems ist weniger von Ethik und Akzeptanz geprägt, dafür muss er seiner räumlichen Umgebung besser gerecht werden. Die Fähigkeiten von AIBO sind deutlich komplexer als Paros, dadurch ergeben sich mehr Anwendungsfälle. Wird die Hardware des Roboters betrachtet, beinhaltet diese viele Zusatzkomponenten, die AIBOs Fähigkeiten erweitern.

Eine Gemeinsamkeit der beiden tierähnlichen Roboter besteht darin, dass sie selbstständig agieren und auf Umweltreize reagieren. Ihr Verhalten wird so interpretiert, als hätten sie Gefühle. Jedoch beeinflusst der technologische Vorsprung AIBOs sowie der Einsatz in unterschiedlichen Domänen die Ziele, Anforderungen, Struktur und Fähigkeiten der Roboter stark.

## Literaturverzeichnis

- [Az12] Azeem, M. M. et al.: Emotions in Robots. In *Emerging Trends and Applications in Information Communication Technologies*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2012; S. 144–153.
- [Br09] Broekens, J.; Heerink, M.; Rosendal, H.: Assistive social robots in elderly care: a review. In *Gerontechnology*, 2009, 8.
- [Ca11] Calo, C. J. et al.: Ethical implications of using the paro robot with a focus on dementia patient care. In *Proceedings of the 12th AAAI Conference on Human-Robot Interaction in Elder Care*, 2011; S. 20–24.

- [KW18] Knox, E.; Watanabe, K.: AIBO Robot Mortuary Rites in the Japanese Cultural Context, 2018 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). IEEE, 2018; S. 2020–2025.
- [Ma16] Matolycz, E.: Pflege von alten Menschen. Springer, Berlin, Heidelberg, 2016.
- [Pa14] PARO Robots U.S, Inc., [www.parorobots.com](http://www.parorobots.com), Stand: 27.12.19
- [Pa15] PARO Robots U.S, Inc., Gebrauchsanweisung, [www.parorobots.com/maintenance.asp](http://www.parorobots.com/maintenance.asp), Stand: 21.12.19
- [Qu20] Qualcomm Technologies, Inc., [www.qualcomm.com/products/snapdragon-system-package](http://www.qualcomm.com/products/snapdragon-system-package), Stand: 21.12.19
- [Sh04] Shibata, T.: Ubiquitous surface tactile sensor: IEEE Conference on Robotics and Automation, 2004. TExCRA Technical Exhibition Based. IEEE, 2004; S. 5–6.
- [So20] Sony Corporation of America, [us.aibo.com](http://us.aibo.com), [us.aibo.com/feature/spec.html](http://us.aibo.com/feature/spec.html), Stand: 27.12.19
- [So18] Sony Corporation of America, [helpguide.sony.net/aibo/ers1000/v1/en/index.html](http://helpguide.sony.net/aibo/ers1000/v1/en/index.html), Stand: 27.12.19
- [SWT02] Shibata, T.; Wada, K.; Tanie, K.: Tabulation and analysis of questionnaire results of subjective evaluation of seal robot at Science Museum in London: Proceedings. 11th IEEE International Workshop on Robot and Human Interactive Communication. IEEE, 2002; S. 23–28.
- [SYY97] Shibata, T.; Yoshida, M.; Yamato, J.: Artificial emotional creature for human-machine interaction: 1997 IEEE International Conference on Systems, Man, and Cybernetics. Computational Cybernetics and Simulation. IEEE, 1997; S. 2269–2274.
- [Wa05] Wada, K. et al.: Psychological and Social Effects of One Year Robot Assisted Activity on Elderly People at a Health Service Facility for the Aged: Proceedings of the 2005 IEEE International Conference on Robotics and Automation. IEEE, 2005; S. 2785–2790.
- [WS07] Wada, K.; Shibata, T.: Living with seal robots - its sociopsychological and physiological influences on the elderly at a care house. In IEEE Transactions on Robotics, 2007, 23; S. 972–980.
- [WS14] Weilkiens, T.; Soley, R. M.: Systems Engineering mit SysML/UML. Anforderungen, Analyse, Architektur. dpunkt.verl., Heidelberg, 2014.