

*Lisa*

LIVING INDEPENDENTLY  
SÜDTIROL · ALTO ADIGE





# Contents

<b>Project Partners / Die Projektpartner</b>	5
<b>Abstract / Abstrakt</b>	6
<b>List of Abbreviations / Abkürzungsverzeichnis</b>	9
<b>Introduction</b>	10
<b>An Ageing Population / Bevölkerungsalterung</b>	13
<b>Independent Living / Selbstständiges Wohnen</b>	19
<b>The Situation Today / Die heutige Situation</b>	25
<b>LISA 1</b>	28
1.1 <b>User Analysis / Nutzeranalyse</b>	31
1.2 <b>Concept / Konzept</b>	35
1.3 <b>Functions / Funktionen</b>	39
1.4 <b>Entrance Module Prototype / Eingangsmodule Prototyp</b>	43
1.5 <b>Summary of LISA 1 / Zusammenfassung LISA 1</b>	51
<b>LISA 2</b>	54
2.1 <b>Development / Entwicklung</b>	57
2.2 <b>Cost and Business Model / Kosten und Geschäftsmodell</b>	61
2.3 <b>Functions / Funktionen</b>	65
2.4 <b>Prototypes of the Modules / Prototypen der Module</b>	93
2.5 <b>Tests and Results / Tests und Ergebnisse</b>	97
2.6 <b>Summary of LISA 2 / Zusammenfassung LISA 2</b>	101
<b>LISA 3</b>	104
3.1 <b>Connectivity / Konnektivität</b>	107
3.2 <b>Functions / Funktionen</b>	111
3.3 <b>Connectivity Modules / Konnektivitätsmodule</b>	115
3.4 <b>Development of Modules / Entwicklung der Module</b>	139
3.5 <b>Summary of LISA 3 / Zusammenfassung LISA 3</b>	141
<b>Conclusions</b>	142
<b>List of References / Quellenverzeichnis</b>	144
<b>Acknowledgements / Danksagung</b>	146



# Project Partners



**PFEIFER PARTNERS**

**PFEIFER PARTNERS**  
Architecture, Engineering  
& Technical Studio  
[www.pfeiferpartners.it](http://www.pfeiferpartners.it)



**MM DESIGN**  
Industrial Design Studio  
[www.mmdesign.eu](http://www.mmdesign.eu)



**ELEKTRO A.HALLER**  
Electrical systems  
[www.elektro-haller.it](http://www.elektro-haller.it)



**KOFLER ALOIS & CO.KG**  
Joinery & Carpentry  
[www.kofleralois.it](http://www.kofleralois.it)



**GR RESEARCH**  
IoT Research & Design  
[www.gr-research.it](http://www.gr-research.it)



**TUM**  
Technical University  
of Munich  
[www.br2.ar.tum.de](http://www.br2.ar.tum.de)

The project team partners are local businesses offering a wide range of different competencies. This has enabled the topic to be approached in a holistic way that will address all aspects of social life in the future.

Das Projektteam besteht aus lokalen Partnerbetrieben mit einer großen Bandbreite an unterschiedlichen Kompetenzen. Dadurch konnte dem Thema mit einem ganzheitlichen Lösungsansatz begegnet werden, der alle zukünftigen Aspekte des sozialen Lebens anspricht.

# Abstract

Ageing and taking care of the elderly with dignity is one of the great challenges facing our society. The demographic development is leading to considerable changes in the population structure. Aided by a multitude of factors, the average life expectancy in many countries has risen continuously in recent years and a bigger proportion of people are getting older (Figure 1.2). Age-appropriate technical assistive solutions must be provided for the rising demand of social care services and must take age-related impairments of body and cognition into account to enable the elderly to remain independent, as well as self-sufficient.

The built-in environmental possibilities for positively influencing the deteriorating cognitive and physical risks associated with ageing is examined in this publication. It presents the development cycles of the LISA project, raising questions and awareness for Ambient Assisted Living (AAL) in relation to an ageing population.

The so-called “terminals” for the different Life Centers of a living space (bed, bath, living room, and entrance area) have been developed, where service and support modules can be easily attached (e.g. by plug-and-play). Therefore, the proposed AAL solution is highly customisable based on the user’s needs, health situation, and financial resources. The service modules contain functions such as unobtrusive detection of health data (e.g. ECG, temperature, etc.), active support systems like stand-up support (e.g. by integrated handles), and service robotics integrated into the furniture.

To this end, a series of compact, networking, and functional furniture (terminals) was scientifically and systematically developed, with technical assistance functions embedded. The assistance functions were modularised, as well as further evaluated through empirical studies, user studies, usability tests, and living space studies. They were also improved upon with the close cooperation of various institutions.

In conclusion, the publication reflects a growing need of AAL solutions nowadays and illustrates how the LISA project offers the elderly the opportunity to live independently and self-

Das würdevolle Altern und die Pflege alter Menschen gehören zu den großen Herausforderungen für die Gesellschaft unserer Zeit. Die demografische Entwicklung führt zu erheblichen Veränderungen in der Bevölkerungsstruktur. Durch eine Vielzahl von Faktoren ist die durchschnittliche Lebenserwartung in vielen Ländern in den vergangenen Jahren kontinuierlich gestiegen und ein größerer Teil der Menschen wird immer älter (Abbildung 1.2). Altersgerechte technische Assistenzsysteme müssen für die steigende Nachfrage nach sozialen Pflegediensten bereitgestellt werden und altersbedingte Beeinträchtigungen des Körpers und der Kognition berücksichtigen, sodass ältere Menschen unabhängig und selbstbestimmt leben können.

In dieser Veröffentlichung werden die architektonisch-technischen Möglichkeiten zur positiven Beeinflussung der mit dem Altern verbundenen, sukzessiven Einschränkungen von Physis, Kognition und weiteren Funktionen untersucht. Dazu werden die Entwicklungszyklen des LISA-Projekts vorgestellt, zentrale Fragestellungen diskutiert und ein Bewusstsein bzw. Verständnis dafür geschaffen, wie Ambient Assisted Living (AAL) der alternden Bevölkerung nutzen kann.

Es wurden sogenannte „Terminals“ für verschiedene Lebensbereiche einer Wohnung (Bett/Schlafzimmer, Bad, Wohnzimmer, Eingangsbereich) entwickelt, an denen sogenannte Service- und Supportmodule leicht angebracht werden können (z. B. durch Plug-and-Play). Daher ist die vorgeschlagene AAL-Lösung in hohem Maße an die Bedürfnisse, die Gesundheitssituation und die finanziellen Ressourcen des Nutzers adaptierbar. Die Servicemodule enthalten Funktionen wie die unauffällige/unaufdringliche Erfassung von Gesundheitsdaten (z. B. EKG, Temperatur etc.), aktive Assistenzsysteme wie zum Beispiel eine Aufstehhilfe (u. a. durch integrierte Griffe) und in die Möbel integrierte Servicerobotik.

Zu diesem Zweck wurde eine Reihe kompakter, informationstechnisch vernetzter und funktionaler Möbel (Terminals) wissenschaftlich und systematisch entwickelt, wobei Funktionen für eine technische Unterstützung implementiert wurden. Die Assistenzfunktionen wurden

sufficiently in their home environment (Independent Living, Assistance and Care).

modularisiert und durch empirische Studien, Nutzeranalysen, Nutzbarkeits-/Benutzerfreundlichkeitstests sowie Wohnraumtests weiter evaluiert und in enger Zusammenarbeit mit zahlreichen Institutionen verbessert.

Zusammenfassend spiegelt die Veröffentlichung den wachsenden Bedarf an AAL-Lösungen heutzutage wider und illustriert, wie das LISA-Projekt älteren Menschen die Möglichkeit bietet, unabhängig und selbstbestimmt in ihrer häuslichen Umgebung zu leben (selbstständiges Wohnen, Unterstützung und Pflege).

New approaches need to be explored when trying to provide for an ageing society’s needs.

# List of Abbreviations

<b>AAL</b>	Age-appropriate assistance systems for a self-determined life or Ambient Assistant or Active Assisted Living or Ambient Assisted Living	<b>TUM</b>	Technical University of Munich
<b>ADL</b>	Activities of daily living	<b>TV</b>	Television
<b>AI</b>	Artificial intelligence	<b>UI</b>	User interface
<b>API</b>	Application programming interface		
<b>BIS</b>	Berlin institute for social research (Berliner Institut für Sozialforschung)		
<b>ECG</b>	Electrocardiography		
<b>EKG</b>	Electrocardiography		
<b>GDPR</b>	General data protection regulation		
<b>GUI</b>	Graphical user interface		
<b>ICT</b>	Information and communications technology		
<b>IT</b>	Information technology		
<b>KIM</b>	Knowledge and information management		
<b>LISA</b>	Living Independently in Südtirol Alto-Adige Through an Integration of Habitat, Assistance, Bits and Technology by a Value System Based on Local Resources		
<b>LSS</b>	Life support systems		
<b>ÖPNV</b>	Public transportation		
<b>PC</b>	Personal computer		
<b>RFID</b>	Radio-frequency identification		
<b>TRL</b>	Technology readiness level		

AnAgeingPopuation / *Bevölkerungsalterung*  
Independent Living / *Selbstständiges*  
Wohnen **The Situation Today** / *Die*  
*heutige Situation*

**Introduction.**

# An Ageing Population

## Population Aging

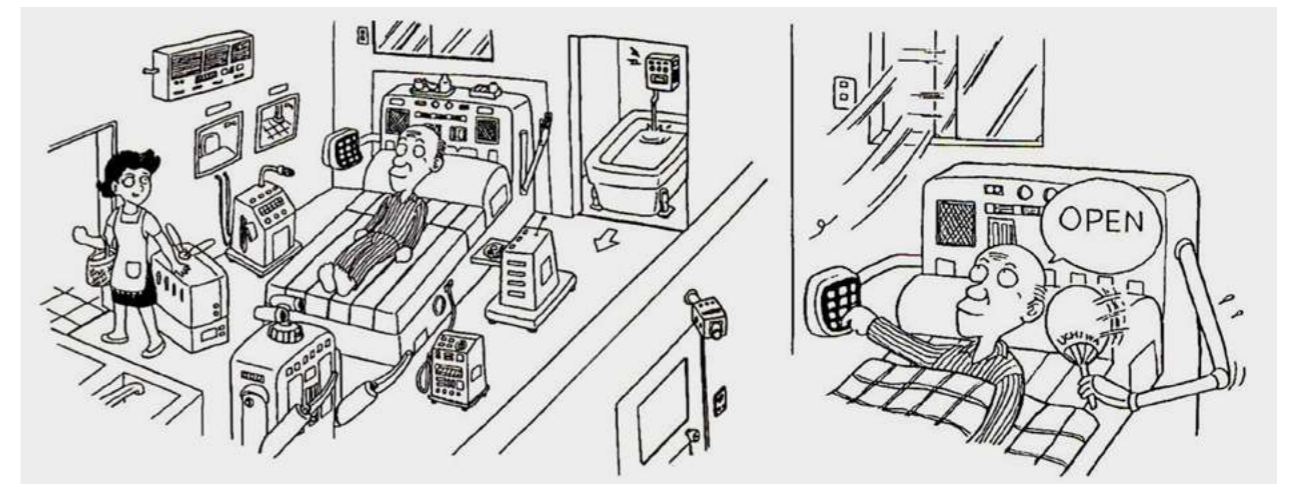
No one wants it, but everyone has to age. Our society is living healthier and longer than all generations before us (Eggen & Knotz, 2009). The fear of getting old and the associations which occur with it are difficult to ignore. Nevertheless, everyone ages. One feels old when discovering the first grey hair, or when offered a seat on the bus for the first time. Long before most people reach an elderly age, many already worry about it. Every other German is afraid of getting old (Studie Zur Zukunft Des Alterns: Jeder Zweite Deutsche Sorgt Sich Vor Dem Älterwerden | Ipsos, 2019). This is because getting old is still strongly linked to the perception of having to sacrifice quality of life and independence. However, if independence is affected because of advanced age, one needs the help of a third party.

For a few years now, a new research area called Ambient Assisted Living (also known as Active Assisted Living, AAL) has existed, which addresses the concerns for older individuals. First ideas from this field, which included the use of technology from several fields (e.g. robotic solutions), date back to the 1970s. Figure 1.1 shows the first sketches of how such systems could have looked at that time.

## Bevölkerungsalterung

Niemand möchte es, aber jeder tut es: altern. Die Gesellschaft lebt gesünder und länger als alle Generationen vor uns (Eggen & Knotz, 2009). Die Angst vor dem Älterwerden und die damit verbundenen Assoziationen sind schwer zu ignorieren, und trotzdem altert jeder Mensch. Die einen fühlen sich alt, wenn sie das erste graue Haar entdecken und die anderen, wenn sie zum ersten Mal einen Sitzplatz im Bus angeboten bekommen. Lange bevor die meisten Menschen ein hohes Alter erreichen, sorgen sich viele darum. Mehr als jeder zweite Deutsche hat Angst vor dem Älterwerden (Studie zur Zukunft des Alterns: Jeder zweite Deutsche sorgt sich vor dem Älterwerden | Ipsos, 2019). Dies liegt daran, dass das Älterwerden immer noch stark mit der Wahrnehmung verbunden ist, Lebensqualität und Unabhängigkeit einbüßen zu müssen. Wenn jedoch die Unabhängigkeit aufgrund des fortgeschrittenen Alters beeinträchtigt wird, benötigt man die Hilfe eines Dritten.

Seit einigen Jahren gibt es ein neues Forschungsgebiet namens Ambient (oder auch Active) Assisted Living (AAL), das sich mit den Anliegen von älteren Menschen befasst. Erste Ideen auf diesem Gebiet, zu denen der Einsatz von Technologie aus verschiedenen Bereichen (z. B. Robotik) gehört, stammen aus



**Figure 1.1** / Mr. Bock finished the report on LLS Life Support Systems for an ageing society in 1988. The notion of Life Support Systems (LSS) is borrowed from life support systems for astronauts in space during studies at the Environmental Center of the University of Houston in Texas, for Prof. Larry Bell, for whom Mr. Bock researched NASA Tech House in Langley in 1979.



Nowadays, the elderly are facing new, more severe socio-economic, technical, and health challenges due to a demographic change.

This phenomenon leads to the collapse of the intergenerational contract. This term demonstrates how younger generations who earn an income finance the older generations. The insufficient retirement funds for future elderly citizens result in a failure to pay for health care services. The residents of elderly homes have deteriorating health conditions. Therefore, there will be an increase and an over-taxing demand on health services..

Additionally, the demographic change is expected to worsen the current situation. Increasing the payable taxes by senior citizens who live in health care facilities is likely to undermine their ability to finance independently. Moreover, the elderly will have fewer financial opportunities due to the collapse of the intergenerational contract. Therefore, in the view of the aforementioned facts, there is an urgent need for a low-cost AAL concept that enables the elderly to live independently in their home environment as long as possible.

The demographic change was triggered by the decrease in the mortality rate of children as compared to the nineteenth century. The survival rate of children (between the ages 0 to 15) was 79% in 1900 (Uhlenberg, 1980). This means that there was a 21% chance of death before reaching 16 years of age. Between one-third and one-half of all children did not reach adulthood at the end of the 18th and early 19th century (Rosenbaum, 2014). Infectious diseases at that time were the cause of child mortality. Only one or two children among a family of twelve children were able to reach adulthood (Kardos & Demain, 2011). With the improvement of hygiene and medical support, the childhood mortality rate was reduced (Kramer, 2014). In 1940, the survival rate was 94% which increased to 98% in 1976 (Uhlenberg, 1980). During 2007 and 2009, the survival rate of children between newborns and 15 years of age reached 99%.

This medical success and high survival rate had a great impact on family structures. There is a negative relationship between family size and educational costs. This implies that if seven to twelve children survive, the family needs to carry out the expenses for all of them and this has caused the general trend in family size, where a family has only one or two children. As shown in Figure 1.2 below, Germany

dem Jahr 1970. Die Abbildung 1.1 zeigt die ersten Skizzen und wie man sich die technische Unterstützung vorgestellt hat.

Heutzutage stehen ältere Menschen aufgrund des demografischen Wandels vor noch größeren und neuen sozioökonomischen, technischen und gesundheitlichen Herausforderungen.

Das Phänomen des demografischen Wandels beeinträchtigt den Generationenvertrag. Dieser Begriff beschreibt, wie jüngere Generationen, die ein Einkommen erwirtschaften, die älteren Generationen durch entsprechende Abgaben (Sozialleistungen) finanzieren. Die unzureichende Altersvorsorge für künftige ältere Bürger führt dazu, dass die Gesundheitsleistungen nicht mehr im vollen Umfang für jeden bezahlt werden können. Die Bewohner von Altenheimen werden immer hilfsbedürftiger und daher wird es erhöhte Anforderungen an das Gesundheitswesen geben.

Hinzu kommt, dass der demografische Wandel die aktuelle Situation noch verschlechtern wird. Eine Erhöhung der zu zahlenden Steuern durch eine höhere Anzahl an Senioren in Gesundheitseinrichtungen kann auch die selbständige Finanzierung im Alter beeinträchtigen. Darüber hinaus haben ältere Menschen aufgrund der Beeinträchtigung des Generationenvertrags weniger finanziellen Handlungsspielraum. In Anbetracht dieser Tatsachen besteht dringender Bedarf an einem kostengünstigen AAL-Konzept, das es älteren Menschen ermöglicht, in ihrer häuslichen Umgebung so lange wie möglich unabhängig leben zu können.

Dieses Bedürfnis, das seinen Ursprung im demografischen Wandel hat, wurde durch die im Vergleich zum 19. Jahrhundert gesunkene Sterblichkeitsrate bei Kindern ausgelöst. Die Überlebensrate von Kindern (zwischen 0 und 15 Jahren) betrug im Jahr 1900 79 % (Uhlenberg, 1980). Dies bedeutet, dass die Wahrscheinlichkeit eines Todes vor Erreichen des 16. Lebensjahres 21 % betrug. Zwischen einem Drittel und der Hälfte aller Kinder erreichten Ende des 18. und Anfang des 19. Jahrhunderts nicht das Erwachsenenalter (Rosenbaum, 2014). Dabei waren Infektionskrankheiten zu dieser Zeit meist die Ursache für die genannte Kindersterblichkeit. Nur ein oder zwei Kinder aus einer Familie mit zwölf Kindern konnten das Erwachsenenalter erreichen (Kardos & Demain, 2011). Mit der Verbesserung der Hygiene und der medizinischen Versorgung verringerte sich jedoch die Kindersterblichkeit (Kramer, 2014). Im Jahr 1940 betrug die Überlebensrate 94 % und stieg bis 1976



Day living becomes an important quality factor especially in the ageing society.

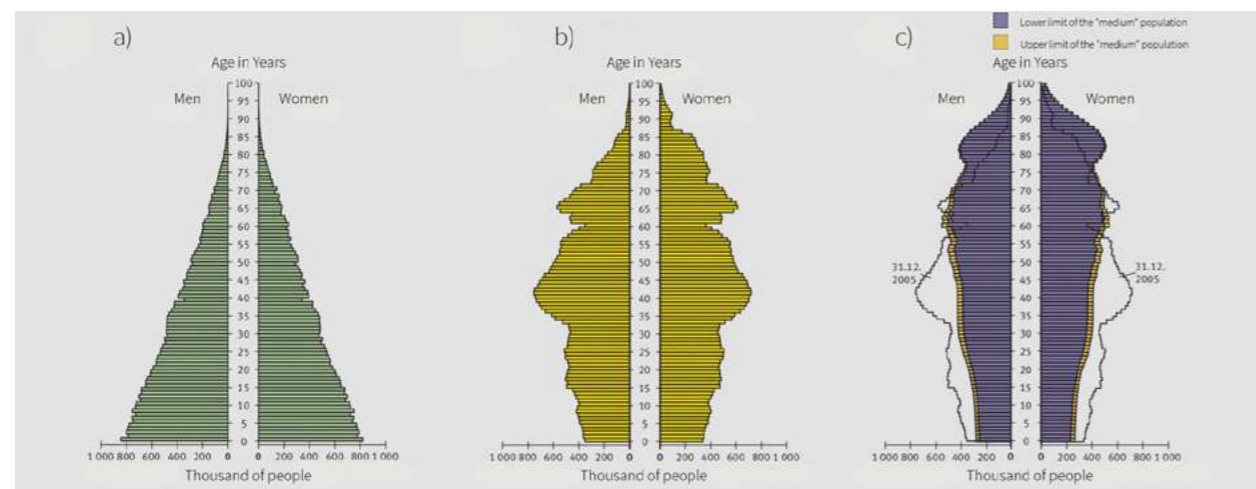
is experiencing a low birth rate of 1.54 children in 2021 (Bundesamt, 2020) in response to increased family expenses, which modifies the age distribution in population. Moreover, only 62% of the population is projected to be between 20 to 66 years of age (known as the labor years) in 2021. In 2060, only 50% of the population will be between 20 to 66 years old. In addition, the projected proportion of people in the population over the age of 67 is expected to increase by 7% between 2021 and 2060 (from 20% to 27%). If we look at the

auf 98 % an (Uhlenberg, 1980). In den Jahren 2007 und 2009 erreichte die Überlebensrate von Kindern zwischen Neugeborenen und 15 Jahren 99 %. Diese hohen Überlebensraten und der Erfolg der medizinischen Entwicklung hatten einen großen Einfluss auf die Familienstrukturen. Dabei besteht ein negativer Zusammenhang zwischen der Familiengröße und den Bildungskosten der Kinder. Dies bedeutet: Wenn sieben bis zwölf Kinder überleben, muss die Familie die Kosten für alle von ihnen tragen und sich damit einer

sight of healthcare cost, as well as the shortage of caregivers. The AAL solution adapts to the home environment and is made affordable and is designed under the premises of holistic inclusion to avoid concepts that are only available to the wealthy.

Aus den obigen Prognosen geht hervor, dass die heutige Generation älterer als auch jüngerer Menschen finanzielle Unterstützung für die Gewährleistung der aktuellen und zukünftigen Rente benötigen (Ebbinghaus, 2015). Der Generationenvertrag funktionierte mit der Altersverteilung von 1900, wird jedoch nicht mit der gleichen Effizienz in Zukunft funktionieren (Abbildung 1.2). Darüber hinaus wirken sich die genannten Statistiken (Abbildung 1.2) bereits heute auf den Gesundheitssektor aus. Die steigende Anzahl an älteren Menschen führt zu einem erhöhten Bedarf an entsprechender Gesundheitsversorgung, allgemeiner Unterstützung und Pflege. Die Kinder älterer Menschen (informelle Pflege) können sich aufgrund des beruflichen Drucks und der damit zusammenhängenden Verpflichtungen nicht mehr ausreichend um ihre älter werdenden Eltern kümmern.

Die vorgeschlagene AAL-Lösung (LISA-Projekt) zielt darauf ab, die Unabhängigkeit und Selbstversorgung im Alter unter Berücksichtigung der Kosten für die Gesundheitsversorgung sowie des Mangels an Pflegekräften zu erhöhen. Die AAL-Lösung wurde an die häusliche Umgebung angepasst und kostengünstig sowie unter den Prämissen der ganzheitlichen Inklusion konzipiert, um zu vermeiden, dass die Lösung lediglich eine Alternative für wohlhabende Nutzer darstellt.



**Figure 1.2** / The age distribution of Germany. (a) The age distribution in 1950. (b) The age distribution in 2021. (c) The expected age distribution until 2060. (Bundesamt, 2019).

development of the age pyramid from 1950 to 2060, there is even an increase of 19% in the population over 67 years old (from 8% to 27%).

As a result, from the above projections, the current generation needs financial assistance for the retirement of the elderly today, and for their retirement in the future (Ebbinghaus, 2015). This intergenerational contract worked with the age distribution in 1900, but it will not work with the future predicted age distribution (Figure 1.2). Additionally, the referred statistics (Figure 1.2) are already making an impact on the healthcare sector. The increased proportion of the elderly demographic leads to an increased need in healthcare. The children of the elderly (informal caregivers) cannot take care of their ageing parents, due to career pressure.

The suggested AAL solution (LISA project) aims to increase independence and self-sufficiency in old age by keeping

noch größeren finanziellen Aufgabe stellen. Dadurch entwickelte sich ein neuer allgemeiner Trend die Familiengröße betreffend, nämlich Familien mit nur noch bis zu zwei Kindern.

In diesem Zusammenhang ist in Abbildung 1.2 zu sehen, dass in Deutschland im Jahr 2021 (Bundesamt, 2020) eine niedrige Geburtenrate von 1,54 Kindern verzeichnet wird, um die gestiegenen Familienkosten zu überwinden, die die Altersverteilung in der Bevölkerung verursacht. Darüber hinaus wird prognostiziert, dass im Jahr 2021 nur noch 62 % der Bevölkerung zwischen 20 und 66 Jahre alt sein wird. Im Jahr 2060 werden es nur noch ca. 55 % sein. Hinzu kommt, dass der prognostizierte Anteil an Menschen in der Bevölkerung über 67 Jahre von 2021 bis 2060 um 7 % steigen soll (von 20 % auf 27 %). Wenn wir die prognostizierte Entwicklung der Alterspyramide im Zeitraum von 1950 bis 2060 betrachten, dann liegt der Anstieg der über 67-Jährigen in der Bevölkerung sogar bei 19 % (von 8 % auf 27 %).

**Our population is changing. Fewer children are being born and simultaneously we are getting older. This leads to age-related challenges.**

# Independent Living

## Independent Living

Older people arguably tend to prefer to stay in their familiar surroundings for as long as possible (Andrews, Gavin J., Phillips, 2004). If the body and mind no longer cooperate properly, problems begin to arise: glasses are just as hard to find as is the front door key. Out of uncertainty about their own fitness or simply because of the weather, some seniors no longer dare to go outside. In order to cope with the restrictions caused by ageing, we developed a concept for independent living, technical assistance, and care in the home environment.

The concept is based on an age-appropriate conversion in connection with an upgrade in the technical support of the living space. Since it will be difficult or even impossible in the foreseeable future to completely convert entire buildings and their technical infrastructure to meet the new needs of individual ageing residents, we developed an assistant terminal that is decoupled from the load-bearing walls and building structure for entrance area of the home (LISA 1). In the follow-up project (LISA Habitec), the approach is scaled and applied to the entire space and to all living areas. It aims to generate a new form of long-term assistance for the elderly with living stations (so called "terminals") to provide a supportive tool and liberate family members or relatives (informal caregivers) from tedious and repetitive tasks involved in taking care of an elderly person. Through this step, the informal caregivers can invest more time into providing emotional support.

However, what are the other reasons for upgrading existing buildings and homes for the elderly to establish long-term care? On the one hand, an elderly person is more comfortable when living in a familiar environment, where the spatial ambience can easily be recognized, thus making orientation easier. On the other hand, primary research shows that renovation is a better choice compared to implementing a new building policy due to environmental issues such as artificial land development, material consumption, and recyclability (Bock, T.; Linner, T.; Güttler, J.; Iturralde, 2019).

Moreover, there is experience (Andrews, Gavin J., Phillips,

## Selbstständiges Wohnen

Ältere Menschen ziehen es in der Regel vor, im Alter so lange wie möglich in ihrer vertrauten Umgebung zu leben (Andrews, Gavin J., Phillips, 2004). Insbesondere wenn Körper und Geist nicht mehr richtig zusammenarbeiten, beginnen die Probleme: Die Brille ist genauso schwer zu finden wie der Schlüssel für die Haustür. Hervorgerufen durch fehlendes Vertrauen in die eigene physische und geistige Fitness trauen sich einige Senioren nicht mehr, nach draußen zu gehen. Um den durch das Altern verursachten Einschränkungen entgegenzuwirken, haben wir ein Konzept für selbständiges Wohnen, technische Unterstützung und Pflege in der häuslichen Umgebung entwickelt (LISA-Projekt).

Das Konzept basiert auf dem altersgerechten Umbau in Zusammenhang mit der Modernisierung von Wohnungen mithilfe von technischen Assistenzsystemen. Da es in absehbarer Zeit schwierig oder sogar unmöglich sein wird, ganze Gebäude und ihre technische Infrastruktur vollständig umzubauen, um den neuen Bedürfnissen der einzelnen alternden Bewohner gerecht zu werden, haben wir ein „Assistenzterminal“ (eine Art Möbelstück, das Assistenzfunktionen konzentriert) entwickelt, das von den tragenden/konstruktiven Wänden und der Gebäudehülle entkoppelt ist und zunächst im Eingangsbereich (LISA 1) der Wohnung situiert ist. Im Folgeprojekt (LISA Habitec) wurde der Ansatz skaliert und auf die gesamte Wohnung und alle weiteren Wohnbereiche angewandt. Ziel ist es, eine neue Form der Langzeitunterstützung für ältere Menschen mit Wohnstationen (sogenannten „Terminals“) zu schaffen, um ein unterstützendes Element zu entwickeln und Familienmitglieder oder Verwandte von sowohl langwierigen als auch repetitiven Aufgaben zu entbinden, die oftmals mit der Langzeitunterstützung von älteren Menschen verbunden sind. Durch diesen Schritt kann die informelle Pflegekraft mehr Zeit in die emotionale und soziale Unterstützung investieren.

Jedoch stellt sich die Frage: Welche anderen Gründe gibt es für die Modernisierung bestehender Gebäude, unterstütztes Wohnen und Altenheime? Einerseits fühlt sich eine ältere Person wohler, wenn sie in einer gewohnten Umgebung lebt,

2004) showing that people in later life feel more comfortable, oriented, self-confident and less lonely if they remain in the same place as they have lived during their senior years, or at least in a place they have chosen. If there is a substantial change to the living space of an elderly person, and especially if he or she does not accept it, the chances of quality of life deteriorate and there is an increase in the decline of health.

However, what if the building environment no longer works for a person or is designed to be age-appropriate? Getting older might force a change in an elderly person's living situation and sometimes requires urgent responses. Normally, in terms of operability, the elderly need bigger bedrooms, bigger bathrooms, and adapted kitchens. On the other hand, compared to other types of households, less overall space is needed because fewer residents live there. It seems obvious that a home conceived for hosting a traditional family is no longer suitable for one or two people. Moreover, especially in dense urban areas (Addae-Dapaah & Wong, 2001), there are economic feasibility issues for ageing in place. When people get older and retire from their jobs, the pension they receive might not be enough to keep and maintain their former homes.

We developed an assistant terminal that is decoupled from the load-bearing walls and building structure for the entrance area of the home.

da das räumliche Ambiente leicht einzuordnen ist und somit die Orientierung leichter fällt. Andererseits zeigt die Forschung, dass die Modernisierung aufgrund von aktuellen Umweltthematiken wie Landversiegelung, Materialverbrauch und Recyclingfähigkeit eine bessere Wahl darstellt verglichen mit der umfangreichen Schaffung neuer Gebäude (Bock, T.; Linner, T.; Güttler, J.; Iturralde, 2019).

Darüber hinaus gibt es Erfahrungen (Andrews, Gavin J., Phillips, 2004), die zeigen, dass sich Menschen im fortgeschrittenen Lebensalter wohler, besser orientiert, selbstbewusster und weniger einsam fühlen, wenn sie an dem gleichen Ort bleiben, an dem sie bereits früher gelebt haben. Denn wenn sich der Wohnort älterer Menschen erheblich verändert, steigt die Wahrscheinlichkeit einer Beeinträchtigung der Lebensqualität, der funktionellen Fähigkeiten und der Gesundheit.

Was aber, wenn die altbekannte Umgebung für eine Person nicht mehr funktioniert bzw. nicht altersgerecht genug konzipiert ist? Wenn also das Älterwerden signifikante Anpassungen der Wohnumgebung an die beispielsweise veränderten funktionalen Fähigkeiten der älteren Person zur Folge hat? Die ersten Anpassungen sind in der Regel, dass ältere Menschen zunächst (im Hinblick auf die Bedienbarkeit) größere Schlafzimmer, größere Badezimmer und veränderte Küchenabläufe benötigen. Andererseits wird im Vergleich zu anderen Haushalten nun weniger Fläche benötigt, da weniger Personen im Haushalt leben. Es scheint offensichtlich, dass ein Haus, das für die Unterbringung einer traditionellen Familie konzipiert wurde, nicht mehr für ein oder zwei Personen geeignet ist. Insbesondere in dichten städtischen Gebieten (Addae-Dapaah & Wong, 2001) kann das Altern in der gewohnten häuslichen Umgebung aus wirtschaftlicher Sicht so oft nur noch schwer realisiert werden. Wenn Menschen älter werden und sich aus dem Arbeitsleben zurückziehen, reicht die Altersrente, die sie erhalten, möglicherweise auch nicht mehr aus, um ihren Wohnraum zu finanzieren.

Viele ältere Menschen leben allein. Einsamkeit kann grundsätzlich durch Kommunikation und das Einbinden in Wohngemeinschaften vermieden werden. Das ist aber nur eine Möglichkeit von vielen, um die Betriebskosten zu verringern und das geringe Einkommen nach der Pensionierung effizient zu nutzen. Darüber hinaus wäre auch eine „Wiederverwendung“ und „Wiederbelegung“ der Eigentumswohnung eine interessante Option.



Additionally, an elderly person might also be living alone. In principle, loneliness can be avoided by living with partners. There are several options for maintaining the operative costs of the building and efficiently utilizing the smaller quantity of retirement income. Furthermore, “re-using” and “re-occupying” the owner-occupied property would be an interesting option. Moreover, especially in big urban areas, the possibility of hosting a younger person within the elderly house as a guest is a viable option. Additionally, co-housing for the elderly (where people share parts of, or the entire living space) might also be an interesting concept.

The aforementioned living alternatives are good in an urban environment and when the real estate market is demanding new building solutions. However, if we are talking about rural regions, where the request of building areas is not as in demand, then some other options, such as co-housing, can be more appropriate.

Außerdem stellt insbesondere in großen städtischen Gebieten die Möglichkeit, einen jungen Menschen als Untermieter/ Mieter oder als Gast im Haus aufzunehmen, eine praktikable Option dar. Zusätzlich könnte Co-Housing (kollektives Wohnen) für ältere Menschen, bei dem Teile oder der gesamte Wohnraum mit anderen geteilt wird, ebenfalls ein interessantes Konzept sein.

Die genannten Wohnalternativen sind insbesondere für den städtischen Kontext gut geeignet sowie dann, wenn der Immobilienmarkt nach neuem Wohnraum verlangt. Wenn es sich jedoch um ländliche Regionen handelt, in denen die Nachfrage nach neuem Wohnraum geringer ist, dann können auch einige andere Wohnkonzepte wie Co-Housing geeigneter sein.

# The Situation Today

## The Situation Today

In the future, new systems, as well as living concepts, will be needed to alleviate hospitals and nursing homes and allow elderly people to be independent and self-sufficient in their accustomed home environment as long as possible. Existing medical, smart home and AAL solutions are available in the public market and are often discrete devices that can only communicate with each other via an internet server. Furthermore, most research teams do not consider the living environment to be an important component of such a system. Through the perfect integration of Information and Communications Technology (ICT) services and robotic functions, the home environment will be able to support its inhabitants seamlessly. The intersection between robotics and architectural implementation ensures a new conceptual approach for the familiar domestic environment.

Nowadays, with the medical achievements of the last centuries, it is possible to enable the seriously ill or dying to live without pain, as a result of palliative medicine. The disadvantage is that medical interventions (such as medications or therapies) are needed to support the elderly in order to live with dignity in their old age. Assistant technical solutions and products transform their home into a kind of hospital room, which is stigmatizing and un motivating for the user. Therefore, the aspect of the unobtrusive implementation of equipment is important for AAL solutions for an approach aimed at extensive independence and participation.

## The challenges of seniors living alone and how to address them.

As a result, assistant systems need to be developed in a way that integrates into existing furniture and living space, while

## Die heutige Situation

In Zukunft werden sowohl neue Systeme als auch neue Wohnkonzepte benötigt, um Krankenhäuser und Altenheime zu entlasten und um es älteren Menschen zu ermöglichen, in ihrer gewohnten häuslichen Umgebung so lange wie möglich unabhängig und selbstbestimmt leben zu können. Bestehende unterstützende oder medizinische Smart-Home- und AAL-Lösungen sind als Produkte erhältlich und häufig Geräte, die digital miteinander verbunden sind. Darüber hinaus betrachten die meisten Hersteller das Lebensumfeld nicht als wichtigen Bestandteil eines solchen Systems. Durch eine weitergedachte Integration der Informations- und Kommunikationstechnologie (IKT) und der Robotik kann die gebaute Umwelt den Bewohner jedoch noch umfassender unterstützen und Teilhabe am Alltag ermöglichen. Die Integration von Assistenztechnologie/-robotik und architektonischer Implementierung ermöglicht neue konzeptionelle Ansätze für das unterstützte Wohnen im häuslichen Umfeld.

Mit den medizinischen Errungenschaften ist es heutzutage möglich, auch schwerkranken oder sterbenden Menschen dank Palliativmedizin ein schmerzfreies Leben zu ermöglichen. Der Nachteil ist, dass dabei häufig zusätzliche medizinische Maßnahmen (in Form von Medikamenten oder Therapien) zum Einsatz kommen, die die Person benötigt, um weiter im Alter in Würde leben zu können. Dabei unterstützende technische Lösungen und Produkte verwandeln die Wohnung schnell in eine Art Krankenhauszimmer, das für den Benutzer stigmatisierend und wenig motivierend wirkt. Daher ist der Aspekt der unauffälligen, integrierten Implementierung im Wohnumfeld für AAL-Lösungen wichtig als Teil eines auf weitgehende Selbständigkeit und Teilhabe abzielenden Ansatz.

Assistenzsysteme müssen so entwickelt werden, dass sie sich in vorhandene Möbelstücke und Wohnungen vollständig integrieren lassen und dabei so intuitiv und robust wie möglich funktionieren. Eine Integration in das Wohnumfeld erhöht die Akzeptanz bei den Nutzern, da sich das Erscheinungsbild der Wohnung nicht ändert und trotzdem gleichzeitig mehr Unterstützung vorhanden ist.

being as flawless as possible. A smooth implementation of the solution into the living environment increases a consumer's acceptance because the appearance of the home does not change, while offering more support at the same time.

In general, such a system can be divided into sensory and service modules. A sensory module focuses on capturing health-related data and aims to increase security and relieve the caregivers (e.g. by automatically documenting a person's health condition). The service module, on the other hand, actively intervenes and helps older people carry out the activities of daily life independently (e.g. via robotic assistance for getting dressed).

This project focuses specifically on sensory modules to assist in the relief of hospitals and nursing homes. Additionally, care homes and private homes can use such systems for the elderly. For example, a self-regulating fever module removes the burden on the nurse to periodically measure an elderly person's body temperature. By digitalizing such work through new ideas that automate such a repetitive measurement, or make it redundant for the caregiver, the caregivers can concentrate more on other tasks, such as social and emotional support. In addition, the fear of being helpless evokes an uncontrolled call for help. Thus, false alarms are usually triggered, which is a burden for caregivers. It is cost efficient and simple to install an alarm system (e.g. crash detection). Caregivers can check for assistance only when it is really needed. Moreover, a fall detection mechanism calms the elderly as they are sure that they will be helped.

In addition, such a system creates the basis for future telemonitoring and e-health applications, as it can record a person's health status continuously. It is therefore important that the devices communicate with each other and that cross-device integration is guaranteed (e.g. in a local network that has multiple devices in one system). For this approach, the module should be responsible for the data management of the entire system. A clear user interface with access to the stored data of the system modules allows the user to use personal health data during a physician consultation visit. Assuming that this approach provides long-term health data records, then family members, supporters, carers, and doctors could be involved and supported.

Moreover, such a system offers unimaginable benefits to medical research, as it may enable comprehensive access to

Grundsätzlich können die genannten Systeme in Sensoren- und Servicemodule unterteilt werden. Das Sensormodul übernimmt die Erfassung gesundheitsbezogener Daten und zielt darauf ab, die Sicherheit zu erhöhen und die Pflegekräfte zu entlasten (z. B. durch digitalisierte und automatisierte Dokumentation des Gesundheitszustands). Das Servicemodul hingegen greift aktiv ein und hilft älteren Menschen, unabhängig die Aktivitäten des täglichen Lebens zu bewerkstelligen (z. B. durch Roboterunterstützung für das Ankleiden).

Dieses Projekt konzentriert sich speziell auf sensorische Module zur Unterstützung in Wohnformen wie dem unterstützten Wohnen und in Altenresidenzen. Darüber hinaus können Alten- und Pflegeheime derartige Systeme/ Konzepte ebenfalls für sich implementieren, da die Verwendung nicht nur auf das private Wohnumfeld älterer Menschen limitiert ist. Zum Beispiel wenn die Krankenschwester die Körpertemperatur regelmäßig messen muss, entlastet ein digitales Fiebermodul bei dieser anstrengenden und repetitiven Tätigkeit. Die Digitalisierung dieser Arbeiten durch neue Ansätze, die eine solch repetitive Messung automatisieren bzw. für die Pfleger redundant werden lassen, ermöglicht es Pflegekräften, sich stärker auf andere Aufgaben wie die soziale und emotionale Unterstützung zu konzentrieren. Darüber hinaus ruft die Angst vor einer Überforderung im Alltag oft eine unkontrollierte Alarmreaktion hervor. Daher werden in der Regel Fehlalarme ausgelöst, was für die Pflegekräfte eine zusätzliche Belastung darstellt. Die Installation eines Alarmsystems (z. B. Unfall- oder Sturzerkennung) ist kostengünstig und einfach. Pflegekräfte müssen lediglich eingreifen, wenn sie wirklich gebraucht werden. Außerdem hat die Sturzerkennung einen beruhigenden Effekt, weil dadurch Sicherheit suggeriert wird und der Nutzer mit der Gewissheit lebt, dass bei einem Unfall unmittelbar Hilfe verständigt wird.

Darüber hinaus schafft ein solches System die Grundlage für zukünftige Telemonitoring- und E-Health-Anwendungen, da es den Gesundheitszustand kontinuierlich erfassen kann. Es ist daher wichtig, dass die Geräte miteinander digital vernetzt sind und die geräteübergreifende Integration gewährleistet ist (z. B. in einem lokalen Netzwerk, an das mehrere Geräte angeschlossen sind). Für diesen Ansatz sollte das Modul für die Datenverwaltung des gesamten Systems verantwortlich sein. Eine übersichtliche Benutzeroberfläche mit Zugriff auf die erfassten Daten und Parameter der Systemmodule

anonymous user data. Its data shows changes in health and the functional abilities over a certain number of years. In addition, hiring new workers for the care sector is difficult nowadays. Significant personal contact between caregivers (often used as an argument against technology) is often overlooked due to a high workload. The situation is deteriorating as the proportion of the elderly in the ageing population increases.

## AAL encourages the elderly to keep physically and mentally active by training their fitness and mental health.

Since AAL is an interdisciplinary development area that can adequately cooperate with all-natural science and engineering disciplines, we tried to address the issues mentioned above, through the LISA project which will be further discussed in the following chapters.

ermöglicht es dem Benutzer, auf persönliche Gesundheitsdaten zurückgreifen zu können. Wenn dieser Ansatz Gesundheitsdaten über einen längeren Zeitraum analysiert, dann könnten Familienangehörige, Unterstützer, Pfleger und Ärzte nachhaltig eingebunden und unterstützt werden.

Außerdem bietet ein solches System der Gesundheitsforschung große Vorteile, da es unter Umständen den umfassenden Zugriff auf anonymisierte Nutzerdaten ermöglicht. Die Daten zeigen Veränderungen der Gesundheit und der funktionellen Fähigkeiten über eine bestimmte Anzahl von Jahren hinweg. Hinzu kommt, dass die Einstellung neuer Arbeitskräfte für den Pflegesektor sich heutzutage als ebenfalls schwierige Aufgabe darstellt. Der persönliche Kontakt (häufig als Argument gegen Technologie verwendet) wird aufgrund der hohen Arbeitsbelastung häufig vernachlässigt. Dabei verschlechtert sich die Situation mit dem zunehmenden Anteil älterer Menschen.

Da AAL jedoch ein riesiges Innovationsfeld ist, das angemessen und interdisziplinär mit fast allen Disziplinen zusammenarbeiten kann, haben wir versucht, die oben genannten Probleme durch das LISA-Projekt zu lösen, das in den folgenden Kapiteln weiter erörtert wird.

**1.1 User Analysis / Nutzungsanalyse** **1.2**  
**Concept / Konzept** **1.3 Functions /**  
**Funktionen** **1.4 Entrance Module Prototype**  
**/ Eingangsmodul Prototyp** **1.5 Summary**  
**of LISA 1 / Zusammenfassung LISA 1**

**1.**



# Understanding needs and limitations.



# User Analysis

## 1.1 User Analysis

More elderly people in our society are living alone and the causes differ a lot. Sometimes relatives have passed away; they live too far away from relatives; or the family informal caregivers are heavily involved in their jobs and cannot provide full-time care. For people in an advanced age, this means that they must cope with everyday life, and all its challenges, on their own. This is often difficult to achieve. They increasingly need help in their home or social environment. If possible, despite their limitations, they still want to participate equally and naturally in social life.

The LISA project focuses on a long-term care solution aimed at supporting those elderly people, who are restricted by age-related degradations, with everyday challenges. Enabling the user to live a decent life through the set of assistive functions was the key, which ensured high customization and flexibility for the individual user. Furthermore, to support everyday tasks, appropriate measures were intended to promote independence and self-confidence.

However, how can the AAL solution (LISA) potentially help the target group and how would a user scenario look like? AAL is not only potentially able to improve health conditions of the user group characterized by the elderly, but it also deals with improving safety conditions, such as fall detection, emergency alerts, and video surveillance systems (Mikael Eklund et al., 2005). Moreover, the support in the activities of daily living (ADL) by mobility support and automation belongs to the field of AAL (Dubowsky et al., 2000). Furthermore, communication technology belongs to this field too, as the elderly can connect and communicate more easily with friends and relatives (Vetere et al., 2009). On the other hand, mobile and wearable sensors are more focused on health-related sensor technology, for example glucometers, blood pressure devices, and cardiac activities devices such as Electrocardiogram (Graf et al., 2009; Mukai et al., 2010; Smarr et al., 2010). The idea that robots belong to the field of AAL has already been proven by several research groups, focusing on assisting with movement sequences (Xu et al., 2009) or with a physical transfer (e.g. from a bed to a wheelchair). Smart homes are a big topic belonging to the AAL sector (Mukai et al., 2010). Here the

## 1.1.1 Nutzeranalyse

Immer mehr ältere Menschen in unserer Gesellschaft leben allein. Die Ursachen dafür sind vielfältig. Manchmal sind Verwandte verstorben, leben zu weit weg oder sind zu stark in ihre Arbeit eingebunden und können keine wirkliche Unterstützung leisten. Für ältere Menschen bedeutet dies, dass sie den Alltag mit all seinen Herausforderungen ganz oder teilweise allein bewältigen müssen. Dies ist oft schwer und sie brauchen dann zunehmend Hilfe im häuslichen bzw. sozialen Umfeld. Trotz ihrer Einschränkungen wollen sie so weit wie möglich am normalen und gewohnten gesellschaftlichen Leben teilnehmen.

Das LISA-Projekt konzentriert sich auf einen Ansatz der technischen Unterstützung, der älteren Menschen mehr Selbständigkeit ermöglicht und so gleichzeitig die Helfer entlastet.

Doch wie kann die AAL-Lösung LISA der Zielgruppe helfen, und wie würde ein Nutzungsszenario aussehen? AAL ist nicht nur potenziell in der Lage, den Gesundheitszustand der von älteren Menschen geprägten Nutzergruppe zu verbessern, sondern befasst sich auch mit der Verbesserung der Sicherheit im Alltag, beispielsweise durch Sturzerkennung, Notfallwarnungen und Video-Monitoring-Systeme (Mikael Eklund et al., 2005). Außerdem gehört die Unterstützung der Aktivitäten des täglichen Lebens (ADL) durch Mobilitätsunterstützung zum Bereich des AAL (Dubowsky et al., 2000). Zusätzlich gehört auch die digitalisierte Kommunikationstechnologie zu diesem Bereich, da ältere Menschen damit leichter mit Freunden und Verwandten in Kontakt treten und kommunizieren können (Vetere et al., 2009). Hinzu kommt, dass mobile und tragbare Sensoren Bestandteile sind von wichtigen Geräten wie Blutzuckermessgeräten, Blutdruckmessgeräten und Herzaktivitätsmessgeräten (Graf et al., 2009; Mukai et al., 2010; Smarr et al., 2010). Die Idee, dass auch der Bereich der Assistenzrobotik zu AAL gehört, wird von zahlreichen Entwicklern und Unternehmen verfolgt, die darauf abzielen, bei Bewegungsabläufen (Xu et al., 2009) oder auch bei einem physischen Transfer (z. B. vom Bett zum Rollstuhl) aktiv zu unterstützen. Smart Homes sind dabei ein großes Themenfeld

analysis and fusion of different types of sensor data helps in obtaining and analyzing information, in order to automate several tasks, as well as to increase comfort primarily (Rashidi & Cook, 2009).

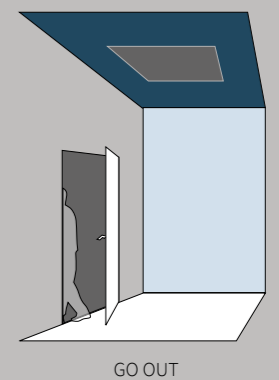
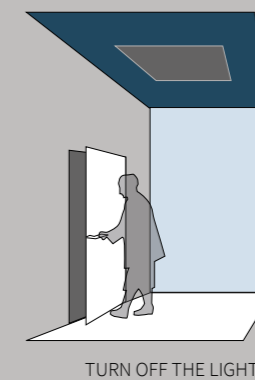
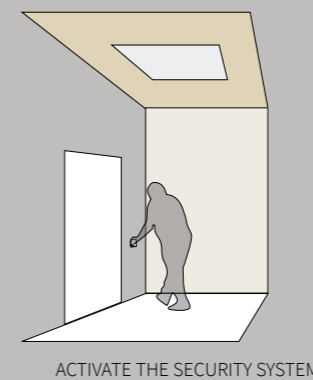
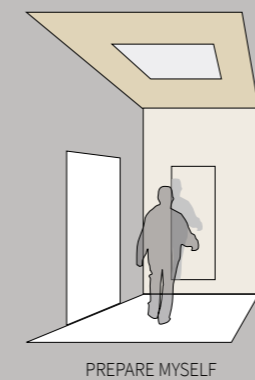
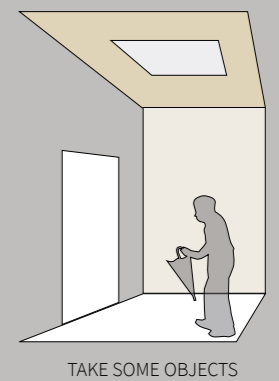
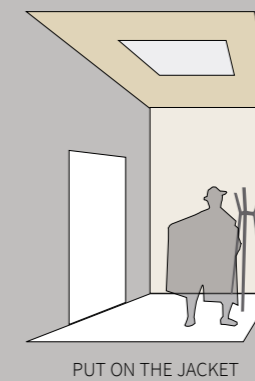
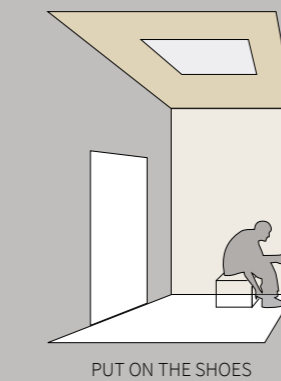
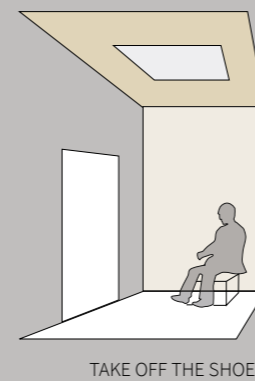
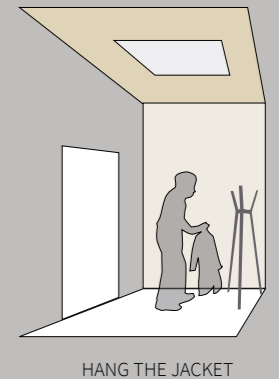
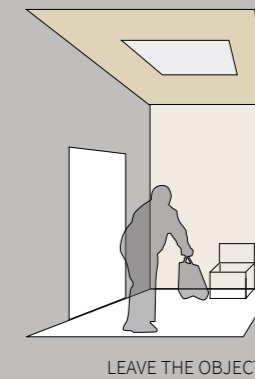
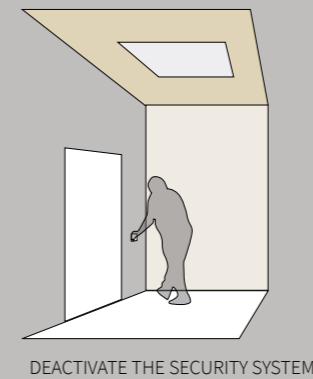
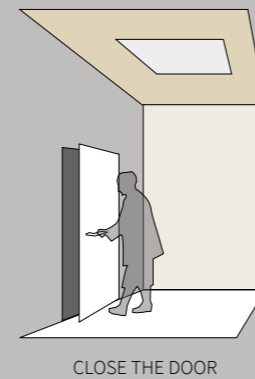
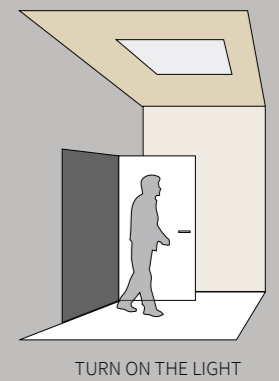
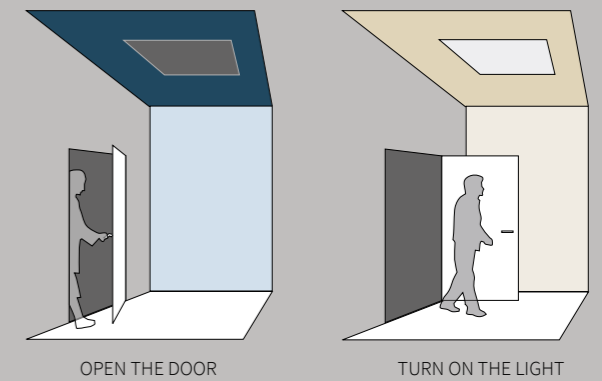
Following this approach, modern AAL projects consider not only sensors and devices for automation and comfort, but also try to fuse the wearable aspects with smart homes. In doing so, the entire living space can be automated resulting in robotic assistance. This scenario can be considered as the ultimate fusion of smart home, wearables, and robotics.

Simultaneously, user integration and bottom-up development were priorities in the implementation process of the LISA project.

des AAL-Sektors (Mukai et al., 2010). Hier hilft die Analyse und Fusion verschiedener Arten von Sensordaten bei der Generierung und Analyse nutzerspezifischer Daten, um Interventionen zu optimieren und gleichzeitig den Komfort zu erhöhen (Rashidi & Cook, 2009).

Dieser Ansatz berücksichtigt nicht nur Sensoren und Geräte für die Interventionsoptimierung und den Komfort, sondern versucht auch, diese Aspekte mit dem Smart Home zu verbinden. Dadurch kann die gesamte Wohnung optimiert werden hin zur Roboter-Assistenz. Dieses Szenario kann als Fusion von Smart Home, assistiver Technologie und Robotik verstanden werden.

# The study of daily activities.



The goal of LISA was to enhance the well-being of the elderly in all situations, increasing self-esteem and support where help is needed.

# 1.2 Concept

## 1.2 Concept

In all three phases of the LISA project, the AAL approach was used as an overarching design concept. The intention was to enable older and fragile people to live an independent and self-determined life through technological support. Based on the AAL concept, the LISA project represented an “inclusive design” composed of modular elements that were specifically designed to enhance the comfort of elderly people.

The vision of the LISA project was to enable the elderly to enjoy an independent lifestyle throughout their ageing process, while also maintaining or stimulating an active social life. Furthermore, the goal of the project was to ensure that the user feels comfortable in all situations of everyday life and provide support where needed, while simultaneously enhancing self-esteem. Through those aspects, it was possible to propose a concept which focuses on a smart living environment/AAL solution with high quality furniture featuring assistant functions.

The concept of the first LISA project (Figure 1.3) aimed at achieving a wall-on-wall system, which mainly targets the entrance area and the related functionality of this space. In LISA 1, the implementation of a novel robotic service wall supporting the ADLs was the main objective. The proposed system followed a modular approach, which, as a result, among other things, demonstrated the implementation of all system elements with “plug and play” characteristics. Such an approach enables an efficient system, which can be arranged into various configurations, and can be easily installed in any residence without requiring specific space dimensions.

In addition, the integration and interaction of various assistant systems works in combination with architecturally ergonomic measures, services, and an elderly person’s respective relatives and caregivers, which was an important conceptual element. Health restrictions and abilities of the elderly can be assessed using a so-called geriatric assessment (Freund, 2013). Statements can then be made to which extent older people are able to carry out ADLs independently and how elevated the need for support is.

## 1.2 Konzept

In allen drei Phasen des LISA-Projekts steht der AAL-Ansatz als ganzheitliches Entwurfskonzept, das Inklusion und Teilhabe ermöglicht. Die Absicht ist es, älteren Menschen ein unabhängiges und selbstbestimmtes Leben durch technologische Assistenz zu ermöglichen. Basierend auf dem AAL-Konzept stellte das LISA-Projekt ein „integratives Design“ dar, das aus modularen Elementen besteht, die speziell entwickelt wurden, um ältere Menschen und ihre Helfer komfortabel im Alltag zu unterstützen.

Die Vision des LISA-Projekts ist es, älteren Menschen zu ermöglichen, während des gesamten Alterungsprozesses einen weitgehend unabhängigen Lebensstil zu führen und Freundschaften und Bekanntschaften aufrechterhalten zu können. Das Ziel des Projekts ist es sicherzustellen, dass sich der Benutzer in allen Situationen des Alltags wohl fühlt, bei Bedarf Unterstützung erhält und gleichzeitig das Selbstwertgefühl gestärkt wird. Dadurch war es möglich, ein Konzept zu entwickeln, das sich auf ein intelligentes Wohnumfeld/eine AAL-Lösung mit hochwertigen Möbeln und integrierten Assistenzfunktionen fokussiert.

Das Konzept des ersten LISA-Projekts (Abbildung 1.3) zielte darauf ab, ein Einbau-System zu schaffen, das hauptsächlich auf den Eingangsbereich und die damit verbundenen Unterstützungsfunktionen abzielte. Dabei war die Implementierung einer neuartigen Roboter-Service-Wand, die ADLs unterstützt, das Hauptziel. Das vorgeschlagene System verfolgte einen modularen Ansatz, der unter anderem durch die Implementierung aller Systemelemente mit „Plug-and-Play“-Eigenschaften zu begründen ist. Ein solcher Ansatz ermöglicht ein optimiertes System, das in verschiedenen Konfigurationen implementiert und leicht in beliebigen Wohnungen installiert werden kann, ohne dass spezifische Raumveränderungen erforderlich sind.

Darüber hinaus war die Integration und Interaktion verschiedener Assistenzsysteme in Kombination mit architektonisch-ergonomischen Maßnahmen, Dienstleistungen und den jeweiligen Angehörigen sowie Unterstützern und Pflegekräften älterer Menschen ein

Another conceptual guideline was the systematic cockpit which was initially developed in the first LISA project. An ergonomically optimized cockpit, with physical and information technology functions, was arranged in the three-dimensional architectural space in such a way that the processes and activities, and thus the operation, could run optimally. Regarding which terminals needed to be developed meant that a terminal could consist of a wall, a floor, and a ceiling element (Figure 1.3). Depending on the Life Center and the individual needs of the user, the assistant functions were placed in the cockpit (consisting of the three aforementioned elements). A terminal can consist of one or more of these three elements. The functions to be implemented in this room were generated from the multidimensional assistant approach, as well as from the analysis of the activities and processes that took place in connection with the ADLs in a Life Center.

Based on the concept that LISA was both a manufacturer and a customer kit, these modules can be adapted to domestic living environments, living environments in retirement homes (assisted living), and hospitals. The modules of the LISA project contained the basic functions that were necessary as a basis for adapting to all scenarios. The specific functions and tasks of the individual modules are discussed further in the following chapters.

wichtiger konzeptioneller Bestandteil. Gesundheitliche Einschränkungen und Fähigkeiten älterer Menschen können mittels des geriatrischen Assessment eingeschätzt werden (Freund, 2013). Anschließend kann festgestellt werden, inwieweit ältere Menschen in der Lage sind, ADLs unabhängig durchzuführen und wie hoch dabei der Unterstützungsbedarf sein soll.

Eine weitere konzeptionelle Richtlinie war die Cockpit-Analogie, die ursprünglich im ersten LISA-Projekt entwickelt wurde. Wie bei einem ergonomisch optimierten Cockpit wurden physische und digitale Funktionen im dreidimensionalen Raum so angeordnet, dass die Prozesse und Aktivitäten und damit Unterstützungs- und Monitoringprozesse optimal ablaufen können. In Bezug auf die zu entwickelnden Terminals (also Möbel, die Assistenzfunktionen beinhalten) bedeutete dies, dass ein Terminal aus einer Wand, einem Boden und einem Deckenelement bestehen kann (Abbildung 1.3). Abhängig von den Bereichen einer Wohnung (Life Center) selbst und den individuellen Bedürfnissen des Nutzers wurden die Assistenzfunktionen entsprechend der Cockpit-Analogie angeordnet (bestehend aus den drei genannten Elementen). Ein Terminal kann aus einem oder mehreren dieser drei Elemente bestehen. Die in diesem Raum zu implementierenden Funktionen wurden aus dem mehrdimensionalen Ansatz sowie aus der Analyse der Aktivitäten und Prozesse generiert, die im Zusammenhang mit den ADLs in einem Life Center stattfinden.

The vision of the LISA project was to enable the elderly to enjoy an independent lifestyle throughout their ageing process, while also maintaining or stimulating an active social life.

Basierend auf dem Konzept, dass LISA sowohl ein Hersteller-Baukasten als auch ein Kunden-Baukasten ist, können diese Module an häusliche an Wohnumgebungen, an Wohnumgebungen in Seniorenheimen (betreutes Wohnen) und Altenheimen und Krankenhäusern angepasst werden. Die Module des LISA-Projekts enthalten zunächst die Grundfunktionen, die als Grundlage für die Anpassung an alle Szenarien erforderlich sind. Die spezifischen Funktionen und Aufgaben der einzelnen Module werden in den nächsten Kapiteln weiter erörtert.

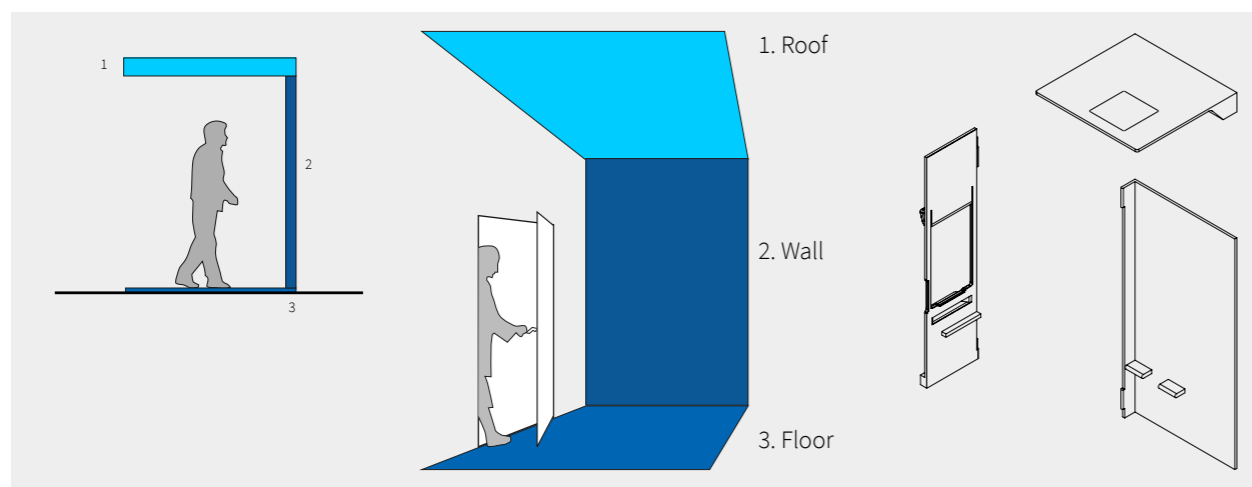
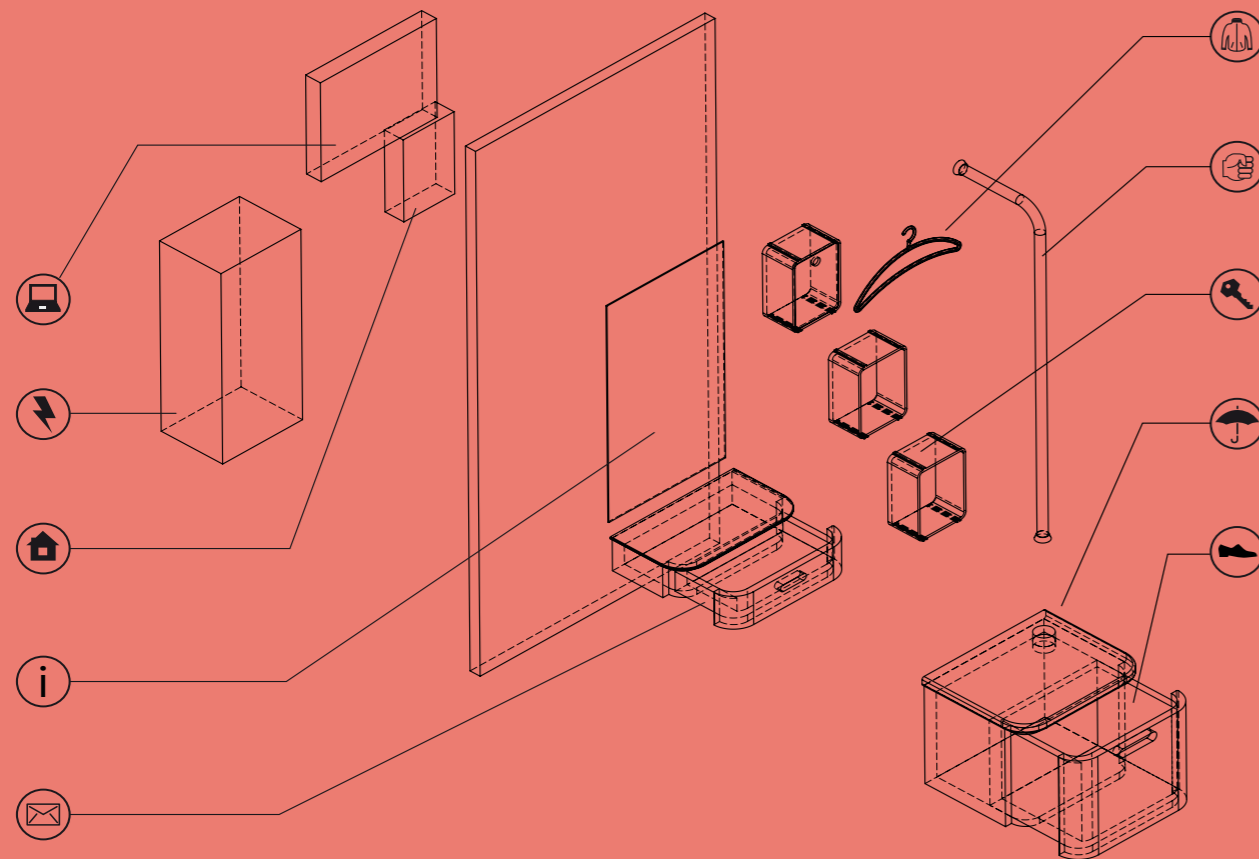


Figure 1.3 / Cockpit system as a type of organisational ergonomics.

# 1.3 Functions



Coming home,  
carefree.

## 1.3 Functions

The first LISA project entrance terminal (Figure 1.4) contained functionality, such as wireless data transmission to a health server for easy access to blood pressure, pulse, blood sugar, and body scales measurements. Additionally, a reminder function using Radio Frequency Identification Technology (RFID) was implemented. This approach enabled a useful way to alert the user (e.g., when keys were forgotten). With the smart mirror, a weather app informed the user about the current temperature, consequently giving support in choosing appropriate clothing.

In the entrance terminal developed in the first LISA project, the focus was on assistance in the set of activities related to sitting, dressing, putting on shoes, and standing up. For this purpose, a stand-up support known as the “Uplift Premium Power Lifting Seat” was mounted in the position of the seat. In addition, a belt lifting system, which was implemented as a mock-up, assisted the user to get into a standing position.

Additionally, Turtlebot was a subsystem of the mechatronic wall and was utilized as an assistant to the user, controlled by vocal commands and hand gestures (Figure 1.4). The

The first LISA project formed the basis for the further conceptual development in the follow up LISA Habitec project.

## 1.3 Funktionen

Der Prototyp des ersten LISA-Projekts (Eingangsterminals, Abbildung 1.4), beinhaltet Funktionen wie z. B. die digitale Datenübertragung an einen Gesundheitsserver für den einfachen Zugriff auf Blutdruck-, Puls-, Blutzucker- und weitere Körpermessungen. Zusätzlich wurde eine Erinnerungsfunktion mit „Radio-frequency identification“ (RFID)-Technologie implementiert. Dieser Ansatz ermöglichte es, den Nutzer in verschiedensten Situationen zu warnen (z. B. dann, wenn die Schlüssel vergessen wurden). Im Smart Mirror informiert eine Wetter-App den Nutzer über die aktuelle Temperatur, um bei der Suche nach der geeigneten Kleidung zu helfen.

Im Eingangsterminal des ersten LISA-Projekts wurde der Schwerpunkt auf die Unterstützung bei Aktivitäten im Zusammenhang mit dem Sitzen, Ankleiden, Anziehen von Schuhen und Aufstehen gelegt. Zu diesem Zweck wurde in den Sitzplatz eine Aufstehhilfe „Uplift Premium Power Lifting Seats“ integriert. Zusätzlich unterstützt ein Gurthebesystem den Nutzer bei Bedarf beim Aufstehen.

Der „Turtlebot“ stellt eine Unterfunktion des Einbausystems dar und wird als eine Art persönlicher Assistent des Benutzers konzipiert, der durch Sprachbefehle und Handgesten intuitiv gesteuert wird. Die verschiedenen Komponenten und Aktuatoren der robotergestützten Servicewand wurden unter Verwendung eines kohärenten Mensch-Maschine-Kommunikationsschemas gesteuert. Der Benutzer gab dem Turtlebot die erforderlichen Befehle, die dann die Aktuatoren und Sensoren der mechatronischen Servicewand steuerten.

Neben der anfänglich implementierten modernen Version eines Stiefelknechts kann in der verbesserten Version zusätzlich eine bewegliche Platte den Schuh anheben und dadurch (siehe Abbildung 1.4) den Benutzer beim An- und Ausziehen der Schuhe noch besser unterstützen. Das integrierte Schuhregal ermöglichte einen einfachen und ergonomischen Zugang zu den Schuhen. Durch das Drehradkonzept des Schuhregals sind die Schuhe für den Benutzer ergonomisch optimiert erreichbar.



**Figure 1.4** / The entrance module; Left: the result of the first LISA project; Right: the designed improved version, with novel assistive functions. As depicted, the original design from the first LISA project has been improved, so that less space for this terminal is now consumed.



**Figure 1.5** / Left: the moveable plate as support to put on shoes; Right: the ergonomic shoe shelf.

various elements and actuators of the robotic service wall were controlled by using a human machine communication scheme. The user provided the necessary commands to Turtlebot, which then controlled the actuators and sensors of the mechatronic service wall.

Situated next to a modern, previously implemented shoehorn system, the improved version has a movable plate which can lift up (as depicted in Figure 1.4), in order to support the user in putting on shoes. The special shoe shelf, mounted to the left, allows for easy and ergonomic access to shoes. Because of the rotatory wheel concept of the shoe shelf, the shoes are always within reach for the user. The first LISA project formed the basis for developing the concept in the follow-up LISA Habitec project. In the following chapter, the assistive functions will be elaborated further and prototypes will be introduced more in-depth.

Das erste LISA-Projekt bildete die Grundlage für die Weiterentwicklung des Konzepts im Folgeprojekt LISA Habitec. Im nächsten Kapitel werden die weiter erarbeiteten Assistenzfunktionen und Prototypen im Detail vorgestellt.

Die implementierten Assistenzfunktionen unterstützen ältere Menschen in ihrem Alltag und ermöglichen ein selbstbestimmtes Leben.

# Entrance Module Prototype

## 1.4 Entrance Module Prototype

In the first LISA project, the technical feasibility of a terminal for the entrance area of the home was examined using an exemplary assistant terminal. Mock-ups and prototypes were built and then tested for their function and usability by test participants. Based on the analyses of the situations, concepts, initial tests carried out on furniture, trials carried out by the Technical University of Munich (TUM) involving test subjects, evaluation of the results, and repeated adaptation of the prototypes, solution approaches were examined with the aim of providing a practical response to the ever-increasing challenges posed by independent living, technical support, and environmental-optimized social care.

To target those challenges for a home environment with its prototypical mock-ups, it was necessary to structure the living space in different areas: living room, bedroom, kitchen, bathroom, and entrance areas (Figure 1.6), because it was important to find unique solutions for each area of the home.

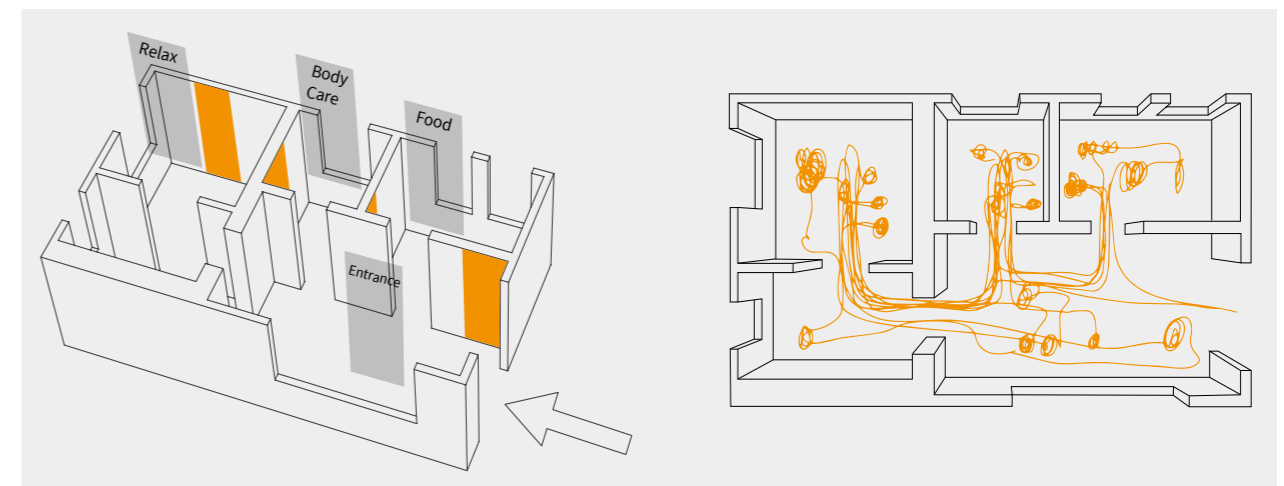
To do this, a basic module that can easily be installed (i.e. within a few hours) was developed. This smart wall served as an interface for various modules which offered different services. According to this approach, different living areas were evaluated. Based on their interface complexity, the

## 1.4 Eingangsmodul Prototyp

Im ersten LISA-Projekt wurde die technische Machbarkeit eines Terminals für den Eingangsbereich einer Wohnung anhand eines beispielhaften Assistententerminals untersucht. Modelle und Prototypen wurden gebaut und dann von Testpersonen auf ihre Funktion und Verwendbarkeit hin getestet. Basierend auf der Analyse von Situationen, Konzepten, ersten Tests an Möbeln, Versuchen der Technischen Universität München (TUM) mit Probanden, Auswertung der Ergebnisse und wiederholter Anpassung der Prototypen wurden Lösungsansätze generiert, die das Ziel hatten, eine praktische Antwort auf die ständig wachsenden Herausforderungen von selbständigem Wohnen, technischer Unterstützung und umfeldoptimierter Pflege zu geben.

Um den Herausforderungen des häuslichen Umfelds mit prototypischen Modellen gerecht zu werden, war es notwendig, die verschiedenen Bereiche der Wohnung zu strukturieren: Wohnzimmer, Schlafzimmer, Küche, Badezimmer und Eingangsbereich (Abbildung 1.6). Es ist wichtig, individuelle Lösungen für jeden Bereich einer Wohnung zu finden (Life Center).

Zu diesem Zweck wurde ein Basismodul entwickelt, das leicht installiert werden kann (d. h. innerhalb weniger Stunden).



**Figure 1.6** / Left, identified apartment areas and the estimation regarding the free space on the walls. Right, schematic of movement inside the housing unit.

results showed that the entrance area was the most promising, according to the elevated need of the elderly there (the elderly and fragile face many challenges, for example forgetting keys or choosing the wrong coat for current weather conditions, which could lead to influenza etc.). This was the least complex area regarding the interface, compared to that of the bathroom and kitchen, which require water supply.

As the next necessary step in this approach, the service functions got defined. Referring to Figure 1.7, the overall functions were considered: light (including color and intensity), reminder function (to avoid the elderly losing or forgetting their keys etc.), shoehorn (to ease putting on shoes), vital measurements (to be aware of potential risks of diseases together with the weather report), and robotic assistance (to carry the belongings of the user).

Diese Smart Wall dient als Schnittstelle für verschiedene Module, die unterschiedliche Dienste anbieten. Nach diesem Ansatz wurden verschiedene Wohnbereiche evaluiert. Aufgrund der Komplexität der Benutzeroberfläche zeigten die Ergebnisse, dass der Eingangsbereich zu den vielversprechendsten Bereichen gehört, gemessen an dem hohen Bedarf älterer Menschen (weil ältere und fragile Menschen vor vielen Herausforderungen stehen, z. B. dem Vergessen von Schlüsseln oder der Auswahl des Mantels für das tatsächliche Wetter, was zu Grippe und anderen Erkrankungen führen kann) und die geringste Komplexität im Vergleich zu Badezimmer und Küche darstellte, da diese eine Wasserversorgungsschnittstelle benötigen.

Als nächster notwendiger Schritt in diesem Ansatz wurden die Servicefunktionen definiert. In Bezug auf Abbildung 1.7

Some functions already exist in the market, like that of vital measurement, which was implemented in the terminal. Every household has a blood pressure meter, a scale, or a blood glucose monitor. Here, however, the main objective of the LISA project was the seamless integration or interfacing of these existing products. The above-mentioned devices use a Wi-Fi transmission to send their data to a local server, which is used to store the data, in order to plot it on a user-friendly graphical user interface (GUI in Figure 1.11). This allows the system to more efficiently interpret the data (e.g. blood pressure in relation to other measurements, rather than just transmitting a single result). The overall system architecture is depicted in Figure 1.10 and shows the communication as part of the reminder function.

wurden die Gesamtfunktionen berücksichtigt: Licht (einschließlich Farbe und Intensität), Erinnerungsfunktion (um zu vermeiden, dass ältere Menschen ihre Schlüssel verlieren oder vergessen etc.), Stiefelknecht (um das An- und Ausziehen zu erleichtern), Vitalmessungen (um potenzielle Krankheitsrisiken zusammen mit dem Wetterbericht herauszufinden) und Roboterassistenz (um bspw. die Einkäufe des Benutzers zu tragen).

Es gibt bereits einige Funktionen auf dem Markt, wie die Vitalmesseinheit, die im Terminal implementiert wurde. Jeder Haushalt verfügt über ein Blutdruckmessgerät, eine Waage oder ein Blutzuckermessgerät. Hauptziel des LISA-Projekts ist jedoch die nahtlose Integration oder Anbindung dieser bestehenden Produkte. Die genannten Geräte verwenden eine Wi-Fi-Übertragung, um ihre Daten an einen lokalen Server zu

The reminder function uses RFID technology to identify, by



Figure 1.7 / Prototype service modules for the smart AAL walls. Bottom right is light and air purifier. Left is a robotic assistance. Top right is a shoehorn for assistance with putting on shoes. Top middle is the blood pressure meter for health status estimation.

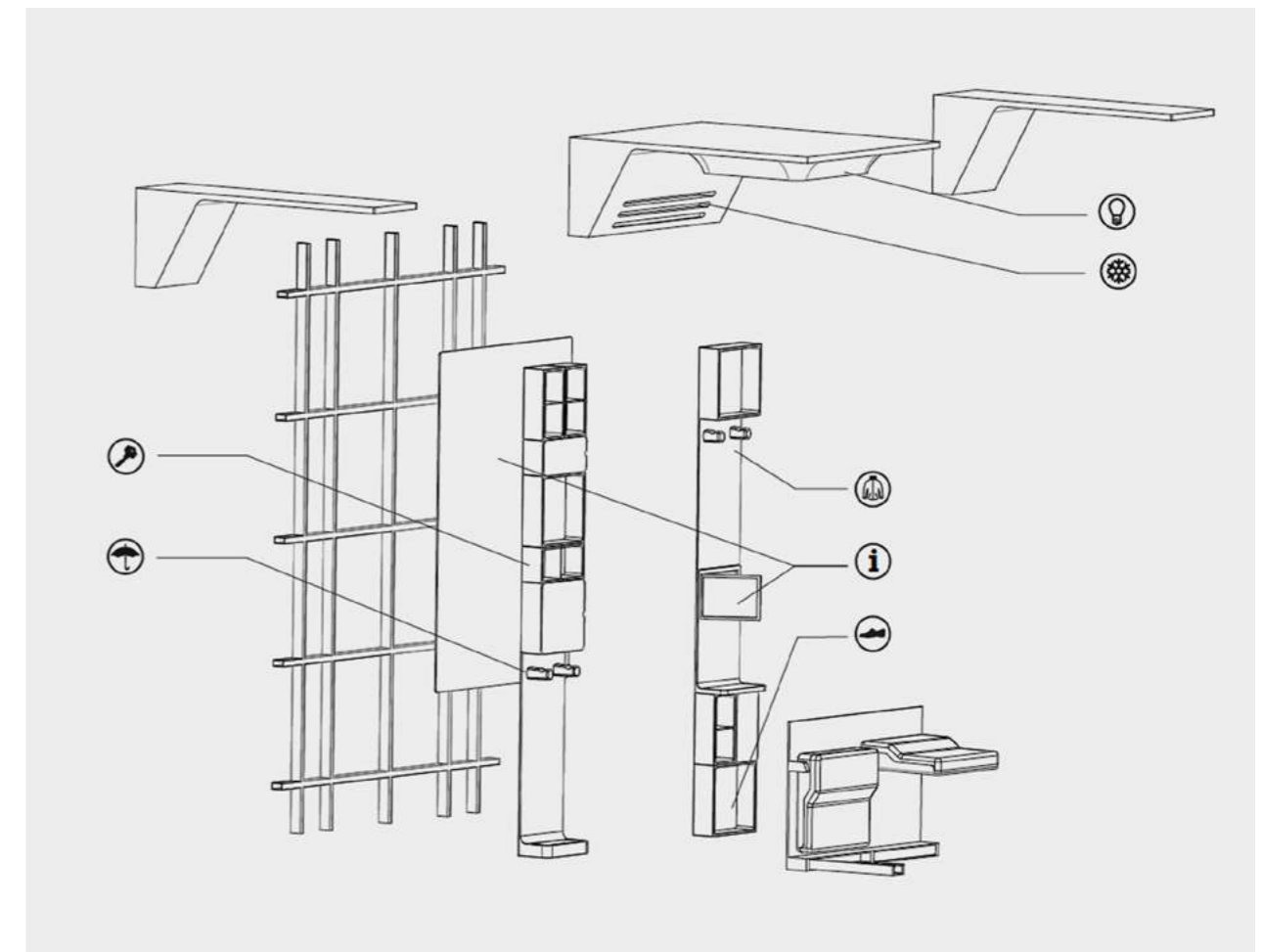
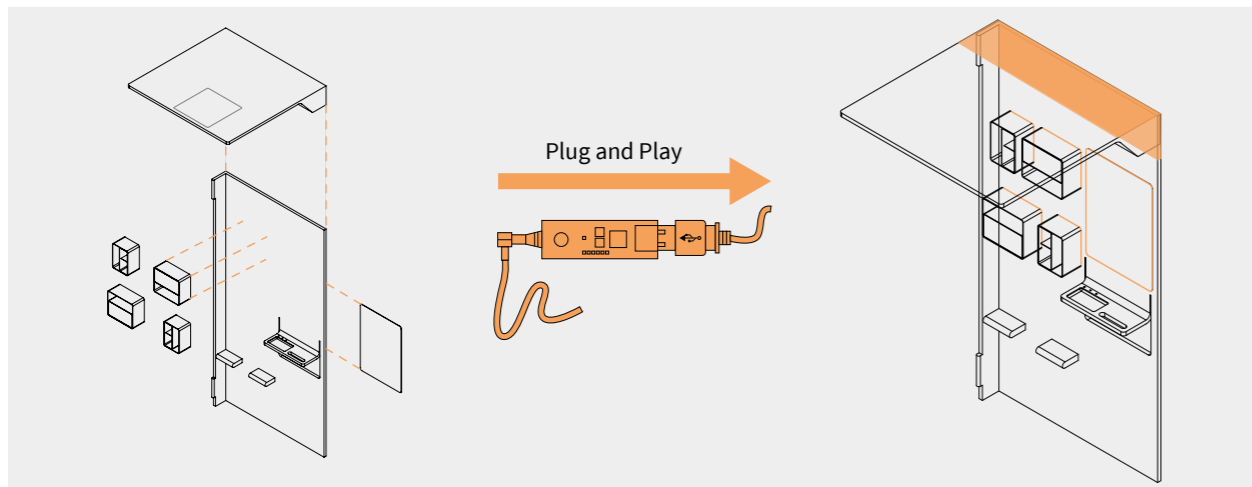


Figure 1.8 / Modular, platform-based approach for an efficient mass customisation service.



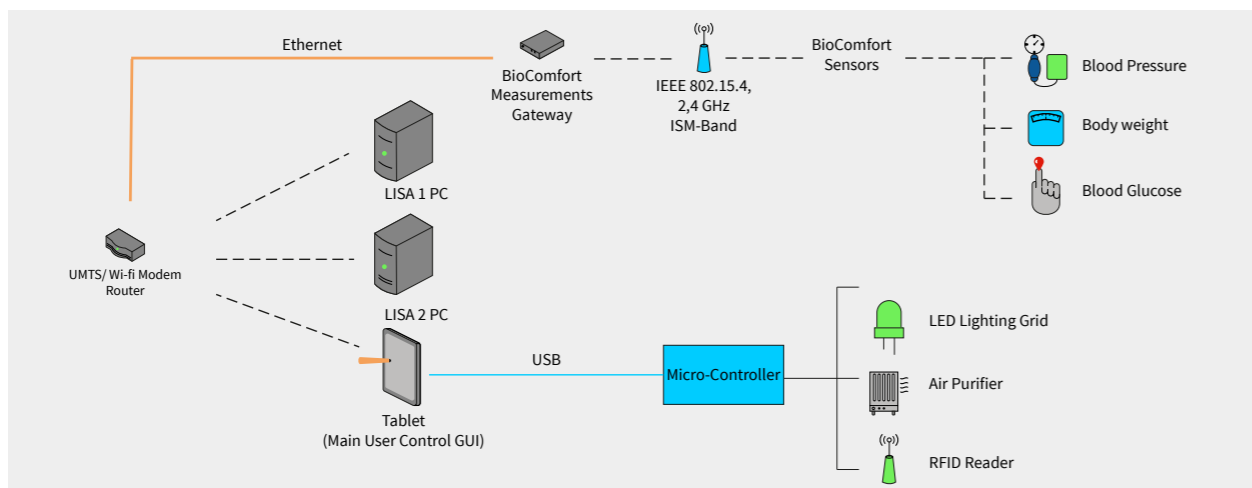


**Figure 1.9** / Integration of various sensors and electronic-based assistive functions. In this case an RFID-antenna and a processing unit with a USB interface.

tags, the appropriately marked objects. The small tags are passively powered (which allows for marking, for example keys, unobtrusively). An antenna implemented in each shell of the shelf can detect the tag (Figure 1.9). Using Arduino Micro as the processing unit, it is possible to read out the RFID antenna and forward the information to the local server, where the availability information of the object is stored. The user is able to access the information by using the LISA GUI as shown in Figure 1.11. As the Arduino is supplied and interfaced by USB, this function is easy to install due to its plug-and-play nature, meaning that the modularity aspect is fulfilled.

senden, auf dem die Daten gespeichert und dann auf einer Benutzeroberfläche (GUI, in Abbildung 1.11) dargestellt werden. Dies ermöglicht es dem System, die Daten effizienter zu interpretieren (z. B. den Blutdruck, wenn die Messungen in Beziehung zueinander stehen, anstatt nur ein einzelnes Ergebnis für sich zu sein). Die gesamte Systemarchitektur ist in Abbildung 1.10 dargestellt und zeigt den Kommunikationsvorgang zur Erinnerungsfunktion.

Die Erinnerungsfunktion verwendet die RFID-Technologie, um die entsprechend markierten Objekte anhand von Tags zu identifizieren. Die Tags werden passiv mit Strom versorgt



**Figure 1.10** / Overall system architecture of the smart LISA AAL wall.

The GUI allows the user to also control the function of the light and air conditioner. It also shows that light, color, and intensity can directly influence the mood of the elderly (Kuijsters et al., 2012). Additionally, there is a possibility to link the RFID reminder function to the light, for example, when the door is opened, in order to enable a silent, not irritating alert, which would warn the user not to forget their keys on the shelf, before closing the door. The modularity aspect of the smart AAL wall in LISA is not limited to the potential service modules. As part of customization, and considering the different sizes of the living quarters, the terminals might be set up as shown in Figure 1.12.

The image below illustrates the different configurations of the smart LISA AAL wall, which supports the various needs of

und können sehr klein sein. Eine in jeder Hülle des Regals implementierte Antenne kann das Etikett erkennen (Abbildung 1.9). Mit Arduino Micro als Verarbeitungseinheit ist es möglich, die RFID-Antenne auszulesen und die Informationen an den lokalen Server weiterzuleiten, auf dem die Verfügbarkeit des Objekts gespeichert wird. Der Benutzer kann über die LISA-Benutzeroberfläche auf die Informationen zugreifen, wie in Abbildung 1.11 zu sehen ist. Da der Arduino über USB angeschlossen wird, ist diese Funktion aufgrund ihres Plug-and-Play-Charakters einfach zu installieren, was bedeutet, dass die Modularität gewährleistet ist.

Über die Benutzeroberfläche kann der Benutzer auch die Funktionen des Lichts und der Klimaanlage steuern. Es zeigte sich auch, dass Licht, Farbe und Intensität die Stimmung eines



**Figure 1.11** / GUI on the touch screen as user interface; showing the result of the RFID tag scan.

elderly people. The configurations can be set up in different spatial entrance situations due to the modular approach and adaptation of the configurations. The “inclusive design” made of modular elements is designed to increase elderly people’s comfort. In all configurations, this is combined with improved ergonomics and technical aids, which enables discreet external support.

The “inclusive design” made of modular elements is designed to increase elderly people’s comfort.

Senioren direkt beeinflussen können (Kuijsters et al., 2012). Zusätzlich besteht die Möglichkeit, die RFID-Erinnerungsfunktion mit dem Licht zu verbinden (z. B. dann, wenn die Tür geöffnet wird, was einen diskreten, nicht irritierenden Alarm aktiviert), der den Benutzer warnt, den Schlüssel nicht im Regal zu vergessen, bevor er/sie die Tür schließt. Der Modularitätsaspekt der intelligenten AAL-Wand ist jedoch nicht nur auf die potenziellen Servicemodule beschränkt. Im Rahmen der Anpassung und unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Größen der Wohnungen können die Terminals, wie in Abbildung 1.11 dargestellt, unterschiedlich konfiguriert werden.

Die untere Abbildung zeigt die verschiedenen Konfigurationen der intelligenten AAL-Wand LISA, die bei verschiedenen Bedürfnissen älterer Menschen assistiert. Die Konfigurationen können aufgrund des modularen Ansatzes und der Anpassungsfähigkeit der Konfigurationen in verschiedenen räumlichen Eingangssituationen implementiert werden. Das „integrative Design“ aus modularen Elementen soll den Komfort älterer Menschen erhöhen. In allen Konfigurationen wird dies mit einer verbesserten Ergonomie mit technischen Hilfsmitteln kombiniert, was eine diskrete Unterstützung/Assistenz von außen ermöglicht.



Figure 1.12 / Different settings of the smart LISA AAL wall.

LISA Entrance

# Summary of LISA 1

## 1.5 Summary of LISA 1

In LISA 1, the system architecture was developed on a prototypical assistance terminal for the entrance area of the home, which can then be scaled and transferred to 5 other terminals in the LISA Habitec project (kitchen, bathroom, living room, working, sleeping). From a technical point of view, a modular, configurable terminal in the form of a wall element for the entrance area of the home was developed in LISA 1 and equipped with the necessary assistant functions (sensors and mechatronics), which enable the home user to carry out ADLs better. For example, the resident can take their shoes off or put them on with less effort thanks to an integrated mechanism. Furthermore, it supports the user when entering the home and when taking off clothes and shopping. In addition, the terminal offers an intuitive human-to-machine interface in the form of a touchscreen on which various types of information, such as the weather forecast or information about public transport, can be called up. The integrated RFID elements in the storage boxes, which enable the localization of personal items, offer support functions that are particularly helpful for the elderly.

An integrated LED lighting system, which can be precisely controlled for all lighting areas, also provides the option of bio-feedback. In the case of high blood pressure or increased heart rate variability, certain light spectra can be used to influence the user positively and in an automated or partially automated manner. In the event of possible dangers (e.g. high blood pressure when leaving the house or forgetting glasses or keys prior to exiting), the user is made aware of this by the terminal. The corresponding warning signals can be set individually. If the user is afraid of being embarrassed by a standard warning signal in front of guests, he/she can use special music or colored light as a warning signal.

The integrated IT communication elements also make it possible for service providers, such as providers of outpatient care, to support their care and emergency service processes via this terminal and thus, they are better able to offer intensive and customer-oriented care "on demand" even without constant attendance. The Technical University of Munich (TUM), currently the leader in Germany in the Ambient

## 1.5 Zusammenfassung LISA 1

In LISA 1 wurde die Systemarchitektur für ein prototypisches Terminal im Eingangsbereich einer Wohnung entwickelt, anschließend skaliert und auf fünf weitere Terminals (Küche, Bad, Wohnzimmer, Arbeiten, Schlafen) übertragen. Aus technischer Sicht wurde in LISA 1 ein modular konfigurierbares Terminal in Form eines Wandelements für den Eingangsbereich einer Wohnung entwickelt und mit den notwendigen Assistenzfunktionen (Sensoren und Mechatronik) ausgestattet, die dem Nutzer ein alltägliches und selbstbestimmtes Leben ermöglichen. Zum Beispiel kann der Bewohner dank eines integrierten Mechanismus seine Schuhe mit weniger Aufwand an- oder ausziehen. Außerdem unterstützt es den Nutzer beim Betreten der Wohnung sowie beim Ausziehen und Einkaufen. Zusätzlich bietet das Terminal eine intuitive Mensch-Maschine-Interaktion in Form eines Touchscreens als zentrale Benutzeroberfläche, auf dem verschiedene Informationen wie Wettervorhersage oder Informationen zum öffentlichen Verkehr abgerufen werden können. Die in den Aufbewahrungsboxen integrierten RFID-Elemente, die das Auffinden persönlicher Gegenstände ermöglichen, bieten Assistenzfunktionen, die insbesondere für ältere Menschen hilfreich sein können.

Ein integriertes LED-Beleuchtungssystem, das für alle Beleuchtungsbereiche präzise gesteuert werden kann, bietet zusätzlich die Möglichkeit des Biofeedbacks. Bei hohem Blutdruck oder erhöhter Herzfrequenzvariabilität können bestimmte Lichtspektren verwendet werden, um den Organismus positiv und automatisiert oder teilautomatisiert zu beeinflussen. Im Falle möglicher Gefahren (z. B. Bluthochdruck, Vergessen der Brille oder Schlüssel beim Verlassen des Hauses) wird der Benutzer vom Terminal darauf aufmerksam gemacht. Die entsprechenden Warnsignale können individuell eingestellt werden. Wenn der Benutzer Angst hat, durch ein Standardwarnsignal vor Gästen in Verlegenheit gebracht zu werden, kann er auch individuelle Musik oder Farben als Warnsignal verwenden.

Die integrierten, digitalen IT-Kommunikationselemente ermöglichen es auch Dienstleistern wie Anbietern ambulanter Versorgung, ihre Pflege- und Notdienste über dieses Terminal

Assisted Living report, has also shown that it is possible to integrate the terminal with various robot systems and allow it to communicate. The mobile robot system communicates with the terminal and can dock to it. It is also able to communicate with the user and pick up purchases at the front door and transport them independently to their destination in the home. In this way, older people can concentrate on immediate tasks and the risk of falling is reduced, so family helpers are relieved. The experiments with the robot assistant system showed that the terminal approach is able to integrate both simple physical-mechanical assistant functions and complex robotized assistant functions. Aluminum profiles are attached to the rear of the entrance module, which represent the link between the wall and the module. Individual elements such as storage boxes or panels can be hooked into these profiles using the “plug-in” principle. An important property of the terminal is the modularity and, thus, flexibility of the system. Since living spaces are often very limited, especially in urban environments, the modules can be adapted to the available space depending on the situation and they can be manufactured in different sizes. Tests carried out as part of the project also showed that it is possible to transport a preassembled terminal to the customer within a few hours, where it can be installed and commissioned quickly and easily (Figure 1.13).

## The prototype terminal was developed with the continuous involvement of the end user.

The prototype terminal was developed in the project with the close and continuous involvement of the end user. At the beginning of the project, the conception of the terminals and the necessary assistant functions were accompanied by an extensive user survey by the University of Trento. The first mock-ups were repeatedly carried out using age simulation

abwickeln zu können und damit ohne ständige Anwesenheit eine intensive und patientenorientierte Versorgung „on demand“ zu gewährleisten. Die TUM, die im Bereich Ambient Assisted Living derzeit in Deutschland führend ist, hat auch gezeigt, dass es möglich ist, das Terminal mit verschiedenen Robotersystemen auszustatten. Das mobile Robotersystem kommuniziert mit dem Terminal und kann an dieses andocken. Es ist in der Lage, mit dem Benutzer zu kommunizieren, Einkäufe an der Wohnungstür abzuholen und sie eigenständig zu ihrem Ziel in der Wohnung zu transportieren. Ältere Menschen können sich auf unmittelbare Aufgaben konzentrieren, das Sturzrisiko wird verringert und die Familienhelfer (informelle Pfleger) werden entlastet. Die Experimente mit dem Roboterassistenzsystem haben gezeigt, dass der Terminalansatz sowohl einfache physikalisch-mechanische Assistenzfunktionen als auch komplexe roboterassistierte Assistenzfunktionen integrieren kann. An der Rückseite des Eingangsmoduls sind Aluminiumprofile angebracht, die die Verbindung zwischen Wand und Modul darstellen. Einzelne Elemente wie Aufbewahrungsboxen oder Paneele können nach dem „Plug-and-Play“-Prinzip in diese Profile eingehängt werden. Eine wichtige Eigenschaft des Terminals ist die Modularität und damit Flexibilität des Systems. Deswegen können die Module je nach Situation an den verfügbaren Raum angepasst und in unterschiedlichen Größen hergestellt werden (insbesondere, weil in städtischen Umgebungen der verfügbare Raum häufig sehr begrenzt ist). Im Rahmen des Projekts durchgeführte Tests haben auch gezeigt, dass es möglich ist, ein vormontiertes Terminal innerhalb weniger Stunden zum Kunden zu transportieren, wo es schnell und einfach installiert und in Betrieb genommen werden kann (Abbildung 1.13).

Das Prototyp-Terminal wurde im Rahmen des LISA-Projekts unter enger und kontinuierlicher Einbeziehung des Endnutzers entwickelt. Zu Beginn des Projekts wurde die Konzeption der Terminals und der erforderlichen Assistenzfunktionen von einer umfassenden Benutzerumfrage der Universität Trient begleitet. Die ersten Modelle wurden wiederholt mit Alterssimulationsanzügen und Benutzerfreundlichkeitstests von realen Testpersonen in einer Testwohnung der TUM zusammen mit den Projektpartnern durchgeführt. Der endgültige Prototyp wurde in einer mehrtägigen und mehrzyklischen Abschlussbewertung von einer Professur für geriatrische Probleme mit älteren Menschen aus der Zielgruppe getestet.

Die Tests wurden systematisch und wissenschaftlich

suits and usability tests by real test participants in a test space at TUM, together with the project partners. The final prototype was tested in a final evaluation, which lasted several days and went through several cycles. It was controlled by a professor for medical geriatric issues with older people from the target group. The tests were systematically and scientifically evaluated and formed an important basis for further development (LISA Habitec).

As with the first LISA project, technical and information-based hardware (with product architecture based on a platform) was prototypically created and inscribed into a built-in wall element (terminal). Additional new assistant functions could be “plugged in” on this platform and various applications (e.g. access to vital data by a doctor or a care provider) could be developed from the software based on this, and, finally, the platform could be implemented into further built-in wall elements, which could be integrated in other living areas (scaling of the system in the consecutive LISA Habitec project in Chapter 2).

ausgewertet und bildeten eine wichtige Grundlage für die weitere Entwicklung (LISA Habitec).

Mit dem ersten LISA-Projekt (LISA 1) wurde eine physisch und informationstechnisch aktive Hardwarearchitektur als Plattform prototypisch erstellt und in ein Möbelwandelement (Terminal) übersetzt. Einerseits konnten auf dieser Plattform zusätzliche neue Assistenzfunktionen „eingesteckt“ werden, andererseits konnten auf dieser Basis auf der Softwareseite verschiedene Anwendungen (z. B. Zugriff auf wichtige Daten durch den zuständigen Arzt) entwickelt werden. Letztlich konnte die Plattform auch in weitere Möbelwandelemente (als Einbausystem konzipiert) implementiert werden, die in andere Wohnbereiche integriert werden konnten (Skalierung des Systems im nachfolgenden LISA Habitec Projekt).

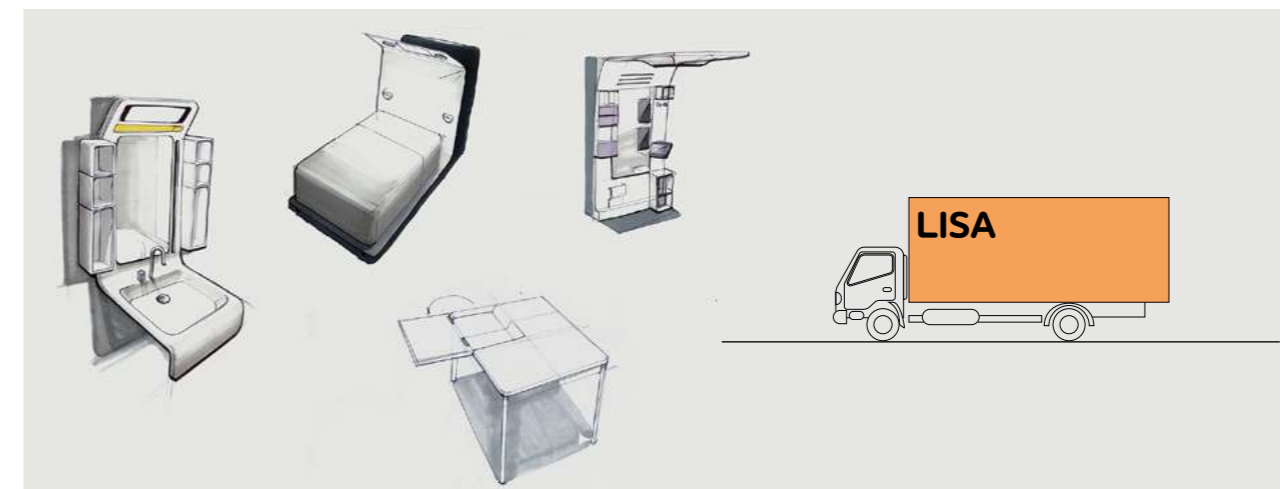


Figure 1.13 / Fast delivery and assembly of LISA and the consecutive project LISA Habitec.

# 2.

**2.1 Development / *Entwicklung*** **2.2 Cost and Business Model / *Kosten und Geschäftsmodell*** **2.3 Functions / *Funktionen*** **2.4 Prototypes of the Modules / *Prototypen der Module*** **2.5 Tests and Results / *Tests und Ergebnisse*** **2.6 Summary of LISA 2 / *Zusammenfassung LISA 2***

# Life Center for Independent Living.

## Development

### 2.1 Development

The project LISA Habitec (Living independently in Südtirol Alto-Adige through an Integration of Habitat, Assistance, Bits and Technology) is a follow-up project based on the preliminary work of LISA 1. LISA Habitec was especially built on the scientific and technical foundations created in LISA, applying these principles on a large scale and then adapted them to individual specific usage scenarios.

LISA Habitec sees itself as a link between the more fundamental research in LISA and a product development/market launch phase. The first LISA project was very scientific and experimental (i.e. alternating between short developmental phases with tests and evaluations), whereas the second LISA project (LISA Habitec) proceeded in a more targeted manner due to the expanded level of knowledge (i.e. longer developmental phases with two clearly defined intermediate and final evaluations), and therefore created a strong consensus for adequate further development of the concept.

Investigations into the first LISA project showed that the classic spatial understanding was giving way to a function-oriented understanding and that the living functions were no longer primarily organized around rooms, but around functional focal points. LISA Habitec suggested six Life Centers for the overall concept approach and of those, four

### 2.1 Entwicklung

Das LISA Habitec Projekt (Living independently in Südtirol Alto-Adige through an Integration of Habitat, Assistance, Bits and Technology) ist das Nachfolgeprojekt, das auf die Vorarbeit von LISA 1 aufbaut. Insbesondere baut LISA Habitec auf den in LISA 1 geschaffenen wissenschaftlichen und technischen Grundlagen auf, wendet sie in einem größeren Maßstab an und personalisiert sie für einzelne spezifische Nutzungsszenarien.

LISA Habitec versteht sich als Bindeglied zwischen der Grundlagenforschung in LISA 1 und einer Produktentwicklung sowie einer Markteinführungsphase. Während im ersten Projekt eher wissenschaftlich-experimentell vorgegangen wurde (Abwechslung kurzer Entwicklungsphasen mit Tests/Evaluationen), konnte im zweiten LISA-Projekt (LISA Habitec) aufgrund des erweiterten Wissensstandes strukturierter vorgegangen werden (längere Entwicklungsphasen mit zwei strukturierten Zwischen- und Schlusstestserien) und somit ein starker Konsens für eine angemessene Weiterentwicklung des Konzepts geschaffen werden.

Untersuchungen im ersten Projekt ergaben, dass klassische räumlich-architektonische Ansätze zunehmend einem funktionsorientierten Verständnis weichen und sich die Wohnfunktionen in der Zukunft nicht mehr vorwiegend um Räume, sondern mehr um funktionale Konzentrationspunkte

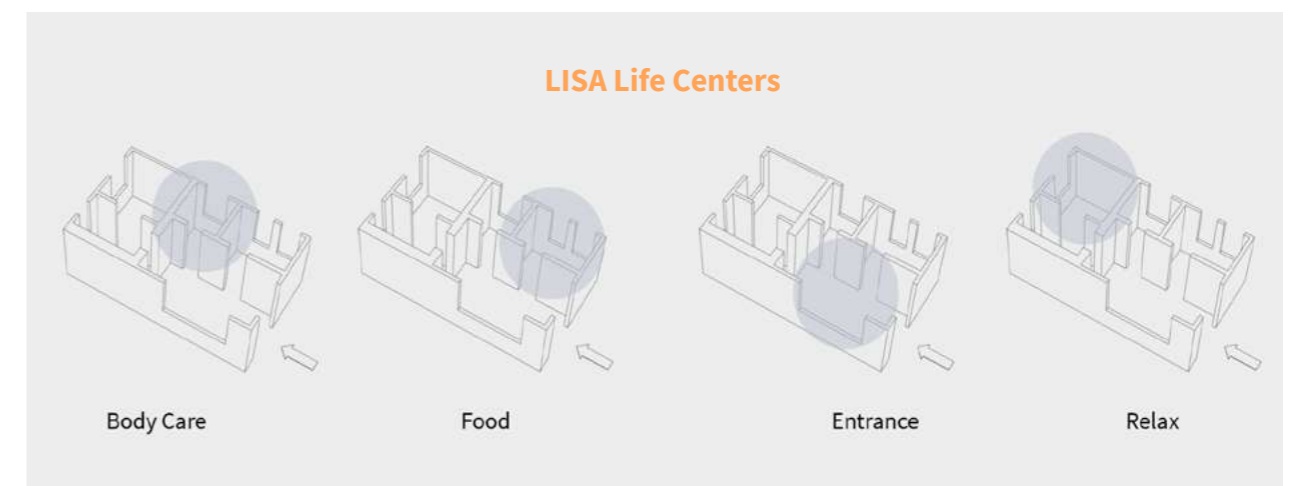


Figure 2.1 / The four habitats studied for LISA Habitec.

were prototypically realized. The six Life Centers (Figure 2.1 and Figure 2.2) are characterized by the fields of Entrance/Mobility, Body Care, Food, Relaxing, Working (undeveloped), Living (undeveloped).

LISA Habitec developed the terminals for the Life Centers in three subsequent iterative development cycles. The first developmental cycle was based on interviews and discussions with a defined user group from three focus groups, each with 10 exemplary users (N=30). From these discussions, as well as reviews with care providers and care home operators, as well as a systematic literature review, the system requirements and functions were identified and the initial design of the terminals was developed.

In the second developmental cycle, the Life Center terminals were prototyped as 1:1 scale mock-ups with the most important functionality evident (e.g. mechanical support systems, sensors, basic functions such as lighting systems,

organisieren werden. LISA Habitec schlug deshalb sechs sogenannte Life Center vor, wovon vier prototypisch realisiert wurden.

Die Life Center (Abbildung 2.1 und Abbildung 2.2) werden repräsentiert durch die Bereiche Eingang/Mobilität, Bad/Körperpflege, Essen/Ernährung, Bett/Entspannung, Tisch/Arbeiten (nicht entwickelt) und Wohnen (nicht entwickelt). LISA Habitec entwickelte die Terminals für die Life Center in drei aufeinanderfolgenden iterativen Entwicklungsstufen.

Im ersten Entwicklungszyklus wurden Befragungen und Diskussionen mit der definierten Benutzergruppe in drei Fokusgruppen mit jeweils 10 beispielhaften Benutzern (N=30) mittels Diskussionen und Lösungsbewertungen mit Pflegeanbietern und Pflegeheimbetreibern sowie einer systematischen Literaturrecherche durchgeführt. Damit wurden die Systemanforderungen und -spezifikationen definiert und das ursprüngliche Design der Terminals entwickelt.

environment of an assisted care facility, indicating the first potential operator.

Overall, in all three developmental cycles, in order to be able to minimize bias, user feedback and testing was organized and conducted by an objective entity (BIS), which was not involved in the actual development process.

vorgesehene Funktionalität zu optimieren. Im dritten Entwicklungszyklus wurden die optimierten Terminals über einen Zeitraum von mehreren Tagen in einer (realen) Betriebsumgebung/Einrichtung für betreutes Wohnen mit angeschlossenem Pflegeheim getestet (zusammenfassender, summativer Abschlusstest). Insgesamt wurden in allen drei Entwicklungszyklen zur Gewährleistung von Objektivität und Qualität, Befragungen und Tests von einem externen Partner geplant und durchgeführt, und zwar dem Berliner Institut für Sozialforschung (BIS), das nicht am technischen Entwicklungsprozess beteiligt war.

**LISA Habitec created four Life Centers characterized by the fields of Body Care, Food, Living and Entrance/Mobility.**



**Figure 2.2** / In LISA Habitec, assistance terminals are developed for every Life Center.

etc.), and were tested in an AAL-test that was flat assembled in the laboratory in a comprehensive care scenario. In this stage, in the controlled laboratory environment, a usability test with 9 test subjects (formative pre-testing) was conducted to provide feedback and usability requirements, which could be used to improve and expand integrated functionality.

In the third developmental cycle, the improved terminals were tested (final testing and overall outcome summary) over a duration of several days in a (real-world) operational

Im zweiten Entwicklungszyklus wurden die Life-Center-Terminals als 1:1-Modelle mit den wichtigsten Funktionen (z. B. mechanische Assistenzsysteme, Sensoren, Grundfunktionen wie Beleuchtungssysteme etc.) als Prototyp gebaut und in einer AAL-Testwohnung im Labor mit einem simulierten Unterstützungs- und Pflegeprozess evaluiert.

In dieser Phase wurde in der kontrollierten Laborumgebung ein Benutzbarkeitstest mit 9 Testpersonen (formativer Vortest) durchgeführt, um Feedback bezüglich der Nutzeranforderungen zu generieren und damit die

# What are the costs for an affordable AAL system for seniors?

## Costs and Business Model

### 2.2 Costs and Business Model

The overall business model for the LISA terminals consisted of a combination of carefully selected business concepts. In addition to selling the LISA modules using a “no frills” approach (in order to keep the initial investment for customers low), the aim was to generate continuous streams of income over the product’s life cycle. In addition to users (e.g. operators of retirement homes, etc.) and elderly people/relatives, providers of services for whom LISA serves as a mediator should also be addressed as customers. Individual project partners would also offer product-related services themselves.

A step-by-step approach for the modules, in order to make the system more accessible, is crucial. The system implementation will take place in elderly people’s residences, retirement homes, and hotels before that of end customers, who want to install them in their own homes.

In terms of destination marketing, LISA highlights quality of life, production from local materials (wood), physical assistant functions, and aspects of psychology and health as the central “anchor” elements of the system. The design of the system (e.g., functions, modularity, ergonomics, etc.) corresponds to these requirements of the business model in terms of a manufacturer’s kit. Furthermore, the modularity of the system means that inexpensive, standardized basic versions could be implemented with the possibility of adaptation. Through the selection of the suitable configuration, and possibly even individual production of specific modules, it is possible to start with a lower investment. The system could adjust over time to changing circumstances and could adapt to the user, from which the basic setup could be gradually expanded. If necessary, individual modules can even be borrowed and returned (in the sense of an operator model).

The development of the overall aforementioned LISA business model, as shown graphically in Figure 2.3, was carried out in different steps: the environment analysis (analysis of influencing factors, relevant actors, system dimensions, additional services, and implementation of workshops), brainstorming (workshop with partners, users, and stakeholders for generating ideas), the design of the business

### 2.2 Kosten und Geschäftsmodell

Das Geschäftsmodell für die LISA-Terminals setzt sich aus einer Kombination ausgewählter Geschäftskonzepte zusammen. Ziel ist es, neben dem Verkauf der LISA-Module im „No Frills“-Ansatz (um die Anfangsinvestition für die Kunden gering zu halten) weiter kontinuierliche Einnahmeströme über den Produktlebenszyklus zu generieren. Neben den Nutzern (Betreiber von Altenwohnheimen, etc.) und älteren Menschen/Angehörigen sollen auch Anbieter von weiteren Dienstleistungen angesprochen werden, für die LISA als Mediator agieren soll. Einzelne Projektpartner werden zudem selbst produktbegleitende Dienstleistungen anbieten (Beratung bei der Planung; Pfeifer; Installation/Erweiterung; Kofler; Wartung; GR Research; Entwicklung kundenindividueller Erweiterungsmodule: MM Design).

Ein stufenweises Vorgehen ist essentiell und sieht vor, die Module zunächst über die Anwendung in Seniorenresidenzen, Altersheimen und Hotels einem breiten Publikum zugänglich und bekannt zu machen, bevor direkte Endkunden, die sich einen Einbau im eigenen Wohnraum vorstellen könnten, in großem Maßstab angesprochen werden sollen.

LISA wurde im Sinne eines Destinationsmarketings mit den zentralen Ankerpunkten Lebensqualität, Fertigung aus heimischen Materialien aus Südtirol (Holz), physische, alltagsunterstützende Assistenzfunktionen, Wohnpsychologie und Gesundheit definiert. Die Umsetzung des Systems (Funktionen, Modularität, Gestaltung, etc.) entsprach den Anforderungen des Geschäftsmodells im Sinne eines Herstellerbaukastens. Darüber hinaus bedeutet die Modularität des Systems, dass kostengünstige standardisierte Basiskonfigurationen mit der Möglichkeit der Anpassung/Erweiterung implementiert werden können. Durch die Auswahl der geeigneten Konfiguration und möglicherweise sogar die individuelle, lokale Herstellung spezifischer Module ist es möglich, das System zunächst mit einer geringeren Investition zu installieren. Es kann sich dann im Laufe der Zeit an wechselnde Umstände und den Nutzer anpassen, wobei die Basiskonfiguration schrittweise erweitert werden kann. Bei Bedarf können einzelne Module sogar lediglich ausgeliehen



model (design of the terminals to enable the business model) and the implementation (final tests of the prototypes and tests in real life).

Current general costs of the LISA systems are quite high,

und dann wieder zurückgegeben werden (im Sinne eines Leihmodells).

Die Entwicklung des oben genannten LISA-Geschäftsmodells, wie in Abbildung 2.3 grafisch dargestellt, erfolgte in verschiedenen Schritten: Umfeldanalyse (Analyse von

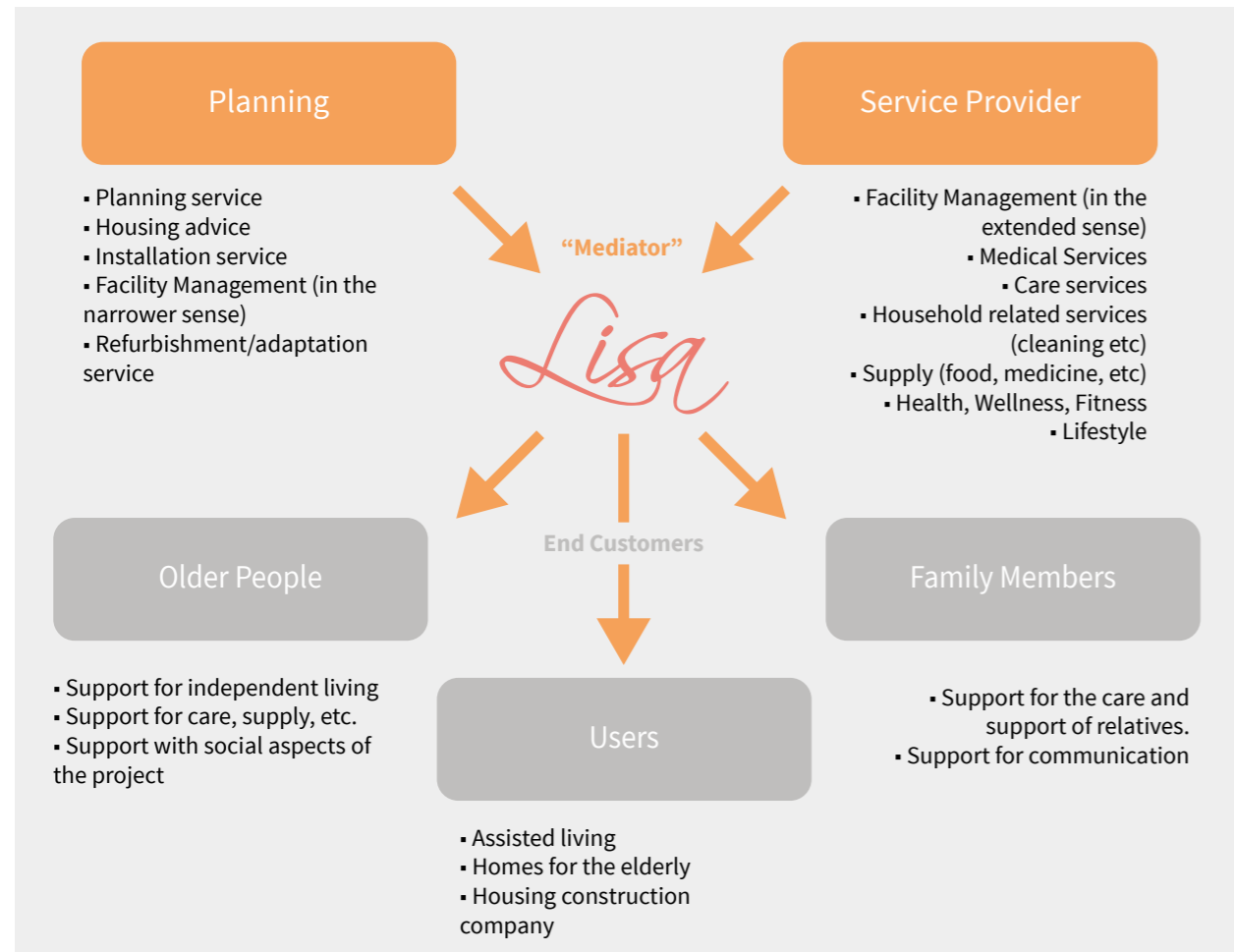


Figure 2.3 / The development of the LISA business model as a field of action was carried out in the following steps: environment analysis, brainstorming, business model design and implementation.

therefore, it is unrealistic to directly sell the product to elderly individuals. A promising solution would be a rental system from an operating company, which rents out the system to individuals, communities, or nursing homes when they need it. After the system is no longer needed (due to reasons such as change of residence, death, etc.), they can return it to the rental company.

Due to high modularization and rapid installation of the system, the rental process can be relatively fast and easy. This

Einflussfaktoren, relevanten Akteuren, Systemdimensionen, Zusatzleistungen, Durchführung von Workshops), Ideenfindung (Workshop mit Partnern, Nutzern, Interessengruppen zur Ideengenerierung), Ausgestaltung des Geschäftsmodells (Gestaltung der Terminals zur Ermöglichung des Geschäftsmodells) und Implementierung (Abschlussstests mit den Prototypen und Tests in der Realität).

Dennoch sind die Kosten für die Anschaffung eines LISA-Systems als nicht unerheblich anzusehen, weshalb es

approach of renting instead of buying would offer a dynamic way to constantly adapt the system during the monthly rental period. Furthermore, with this option, maintenance and functionality can be guaranteed over the long term. In addition, basic packages with individually tailored functions could be offered as a 24/7 service.

The business model shown in Figure 2.4 summarizes the basic characteristics of the LISA business model.

## A step-by-step approach for the modules is crucial to make the system more accessible.

zunächst nicht als direktes Produkt für den Endnutzer vorgesehen ist. Als eine vielversprechende Lösung wird ein Verleih- oder Leasingssystem angesehen, wodurch das System bei Bedarf an Einzelpersonen, Gemeinden oder Pflegeheime vermietet werden könnte. Nachdem die Systeme nicht mehr benötigt werden (aus verschiedenen Gründen wie Wohnortwechsel, etc.), können sie an den Verleiher zurückgeben werden.

Aufgrund der hohen Modularisierung und schnellen Installation der LISA-Teil-Systeme kann der Mietprozess relativ einfach und schnell vonstattengehen. Dieser Miet- statt Kaufansatz würde ein dynamisches System für eine kontinuierliche und progressive Anpassung im Sinne einer dynamischen Dienstleistung ermöglichen. Darüber hinaus können damit Wartung und Funktionalität langfristig garantiert werden. Außerdem können Basispakete mit individuell zugeschnittenen, digital gestützten Pflegedienstleistungen als 24/7-Service angeboten werden.

Das in Abbildung 2.4 gezeigte Geschäftsmodell fasst die grundlegenden Merkmale des LISA-Geschäftsmodells zusammen.

The Business Model Canvas				
<b>Key Partners</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Producers</li> <li>2. Suppliers</li> <li>3. St. Elisabeth Foundation</li> <li>4. VDS</li> <li>5. individual service providers (others can be seen as customers)</li> </ul>	<b>Key Activities</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Planning</li> <li>2. Production</li> <li>3. Distribution</li> <li>4. Service</li> <li>5. Management of the actors</li> <li>6. continuous improvement + upgrades</li> </ul> <b>Key Resources</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Competence Consulting</li> <li>2. Competence Planning</li> <li>3. Competence Manufacturing</li> <li>4. Competence</li> <li>5. Maintenance and Upgrade</li> <li>6. Competence Networking of Actuators</li> </ul>	<b>Value Propositions</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Social model (political dimension!)</li> <li>2. Personalization</li> <li>3. Networking</li> <li>4. Comprehensive system integration</li> <li>5. Optimization of personnel deployment</li> <li>6. Cost optimization</li> <li>7. New markets for hotels</li> <li>8. Support for carers</li> <li>9. Time bank/working borse in the sense of a "community" business model</li> </ul>	<b>Customer Relationship</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Briefing</li> <li>2. Service Provider Contracts</li> </ul> <b>Channels</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Associations</li> <li>2. Operator</li> <li>3. Internet</li> <li>4. Media</li> <li>5. App (configurator)</li> <li>6. Showcase project</li> <li>7. Showroom Shop</li> <li>8. Fairs</li> <li>9. Policy</li> <li>10. Furnishing companies for retirement homes, clinics, etc.</li> </ul>	<b>Customers Segments</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. End user</li> <li>2. Nursing Homes</li> <li>3. Clinic</li> <li>4. Hotels</li> <li>5. Members</li> <li>6. Therapists</li> <li>7. Physicians</li> <li>8. Service provider</li> <li>9. Health insurance</li> <li>10. Politics/City/Province: in terms of a social model</li> </ul>
<b>Cost Structure</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>1. Sale</li> <li>2. Leasing</li> <li>3. Leasing of some special functions (in the sense of a 4. Betreiber model)</li> <li>5. License (foreign countries)</li> <li>6. Sales Partner</li> <li>7. Services</li> <li>8. Third party providers (e.g. of services)</li> <li>9. Data evaluation</li> </ul>				

Figure 2.4 / Preliminary Business Model Canvas.

# The functions of the LISA Habitec work as a new interconnecting and operative framework.

## 2.3 Functions

### 2.3 Functions

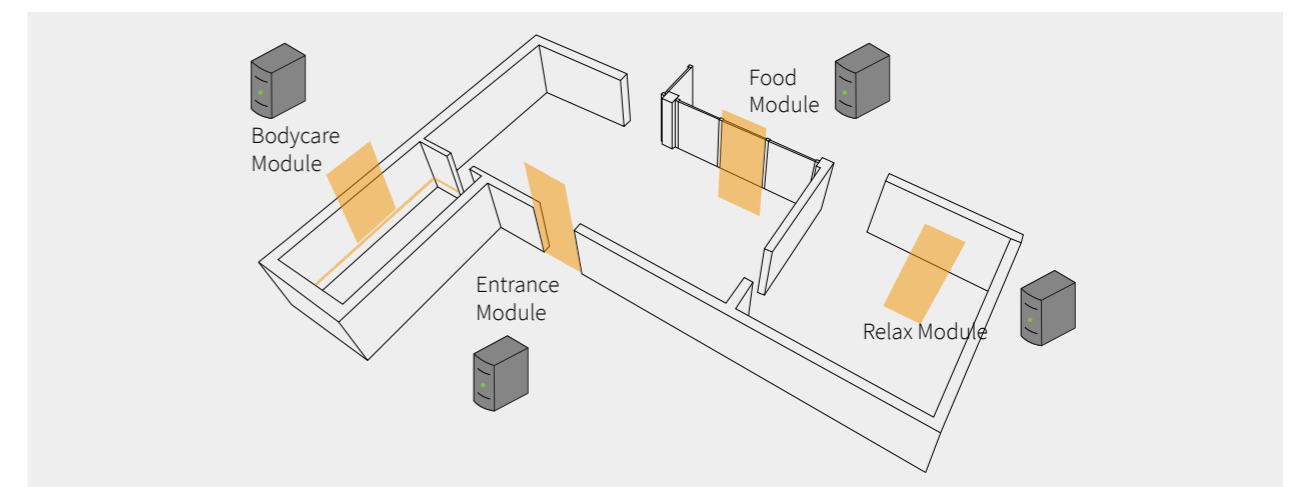
The implemented functions were initially focused on the entrance area in the first LISA project, but in the subsequent LISA Habitec, the approach was further developed in order to install terminals for the other Life Centers as a new interconnecting and operative framework. In addition, new features were added and prototypically implemented in order to investigate how to improve the developed assistive functions. This system architecture of information and communication systems comprising of terminals that connect with each other and with the user interfaces (e.g. the ambient negotiator) is schematically illustrated in Figure 2.5.

In order to integrate individual terminals and the overall system, the different modules embedded in and distributed over various Life Center-based terminals communicated with each other wirelessly using an XBee network, using Wi-Fi for server applications, such as the weather function or remote controlling mobile platforms. Through this approach, as well as an integrated mini-PC, it was possible to increase connectivity between the terminals. Moreover, LISA Habitec aimed to add modular systems to the existing terminal in a plug-and-play manner. The existing terminals provided all necessary supplies (e.g. electricity and parts of the building

### 2.3 Funktionen

Die einzelnen Terminals des Gesamtsystems, in denen verschiedene Module integriert sind, kommunizieren drahtlos miteinander. Die Implementierung im ersten LISA-Projekt fokussierte zunächst auf den Eingangsbereich. In LISA Habitec wurde der Ansatz jedoch weiterentwickelt, um Terminals für die anderen Life Center anbieten zu können. Darüber hinaus wurden neue Funktionen hinzugefügt und prototypisch implementiert, um zu untersuchen, wie sie optimiert werden können.

Um sowohl die einzelnen Terminals als auch das Gesamtsystem zu integrieren, kommunizieren die einzelnen Module und Funktionen, die in die Terminals eingebettet sind, drahtlos über ein XBee-Netzwerk miteinander und verwenden Wi-Fi für Serveranwendungen (wie z. B. Internetdienste zum Abfragen des Wetters oder die Steuerung von Aktuatoren). Durch diesen Ansatz sowie einen jeweils integrierten Mini-PC konnte die digitale Konnektivität zwischen den einzelnen Terminals erreicht werden. In Abbildung 2.5 wird die Systemarchitektur des Informations- und Kommunikationssystems, das die Terminals untereinander und mit den Benutzerschnittstellen (beispielsweise dem „Ambient Negotiator“) vernetzt, schematisch illustriert.



**Figure 2.5** / Simplified visualization of the system architecture. Each terminal has a mini-PC, which coordinates with the assistive systems.

# Overview of the Modules

technology) that the corresponding modules needed. After the installation of the terminal, the service modules were easily attached using plug-and-play connectors to upgrade and personalize the assistive capability over time.

Since the project was looking for a control element that mediated between the user and the terminals in an intelligent, adaptive, and intuitive way (thus reducing the complexity of the controls), this control element was referred to in the project as the “Ambient Negotiator.” The identification of an innovative “Ambient Negotiator,” and its adaptation and integration, were an important part of the project. In addition, the new functional scope of the terminals was characterized by several new functions in different cockpit configurations.

Außerdem können in LISA Habitec die vorhandenen Terminals per Plug-and-Play um weitere Module und Funktionen erweitert werden. Die vorhandenen Terminals liefern dazu alle notwendigen Schnittstellen (z. B. für Strom, Teile der Gebäudetechnik etc.), die die entsprechenden Module benötigen. Nach der Installation des Terminals können die Servicemodule mithilfe von Plug-and-Play-Anschlüssen problemlos angeschlossen werden, um die Assistenzfunktionen auch im Laufe der Zeit aktualisieren und personalisieren zu können. Da im Projekt nach einem Bedienelement gesucht wurde, das auf intelligente, adaptive und intuitive Weise zwischen dem Nutzer und den Terminals vermittelt und so die Bedienkomplexität vermindert, wurde dieses Bedienelement als „Ambient Negotiator“ bezeichnet. Die Identifizierung eines innovativen „Ambient Negotiator“ und seine Anpassung und Einbindung waren wichtige Bestandteile des Projekts. Darüber hinaus zeichnete sich der neue Funktionsumfang der Terminals durch mehrere zusätzliche Funktionen in unterschiedlichen Konfigurationen entsprechend der Cockpit-Analogie aus.

Understanding basic functions was the central input for developing LISA's modules.

## LISA's Modules

The LISA built-in not only addresses requirements in terms of ergonomics and assistant technology, it also combines natural materials, such as wood and felt, with high quality design. All the furniture is modular and therefore adaptable to the resident's individual and changing needs.

## LISA-Module

Die LISA-Möbel erfüllen nicht nur die Bedürfnisse in Bezug auf Ergonomie und assistierende Technik, sie vereinen zudem natürliche Materialien wie Holz und Filz mit einem hochwertigen Design. Jedes Möbelstück ist modular aufgebaut und damit an die individuellen und sich verändernden Bedürfnisse des Bewohners anpassbar.



Body Care Module



Kitchen Module



Bed Module



Entrance Module

# Bodycare Module

The Bodycare Module assists with personal care and, through various functions, enables the user to establish a care routine in a targeted manner. The Module is designed with a flexible lighting system, plenty of space for personal belongings, adjustable height configurations, and easily accessible electrical power sockets (Figure 2.6).

The implemented and intended scope of functions is organized around the central washbasin module. This module is completely adjustable for height, has an integrated reminder function and, if necessary, medication logistics.

Das Badezimmermodul unterstützt bei der Körperpflege und ermöglicht es dem Nutzer durch verschiedene Funktionen, gezielt eine Pflegeroutine zu entwickeln. Das Modul verfügt über ein flexibles Beleuchtungssystem, viel Platz für persönliche Gegenstände, höhenverstellbare Konfigurationen und leicht zugängliche Steckdosen (Abbildung 2.6).

Der implementierte und beabsichtigte Funktionsumfang ist um das Waschbeckenmodul organisiert. Dieses Modul ist vollständig höhenverstellbar und verfügt über eine integrierte Erinnerungsfunktion und eine optionale Medikamentenlogistik.



**Figure 2.6** / The Body Care Module aims to help with personal hygiene. It has an adjustable height, rails to hold on to, generous storage space, powerful lighting, and overall easy operations.

In addition, a cabinet lifting system was realized as a mock-up (Figures 2.7 and Figure 2.8). This small lift needed only very small actuators in order to move objects from the top of the cabinet down to the user. Furthermore, this Life Center was characterized by a user interface, which was a supportive guidance on hygiene, in case the elderly individual needs to be reminded of several basic but crucial habits, in order to maintain an independent and self-sufficient lifestyle. Additionally, this Life Center offered an interface to the Ambient Negotiator (as did every Life Center).

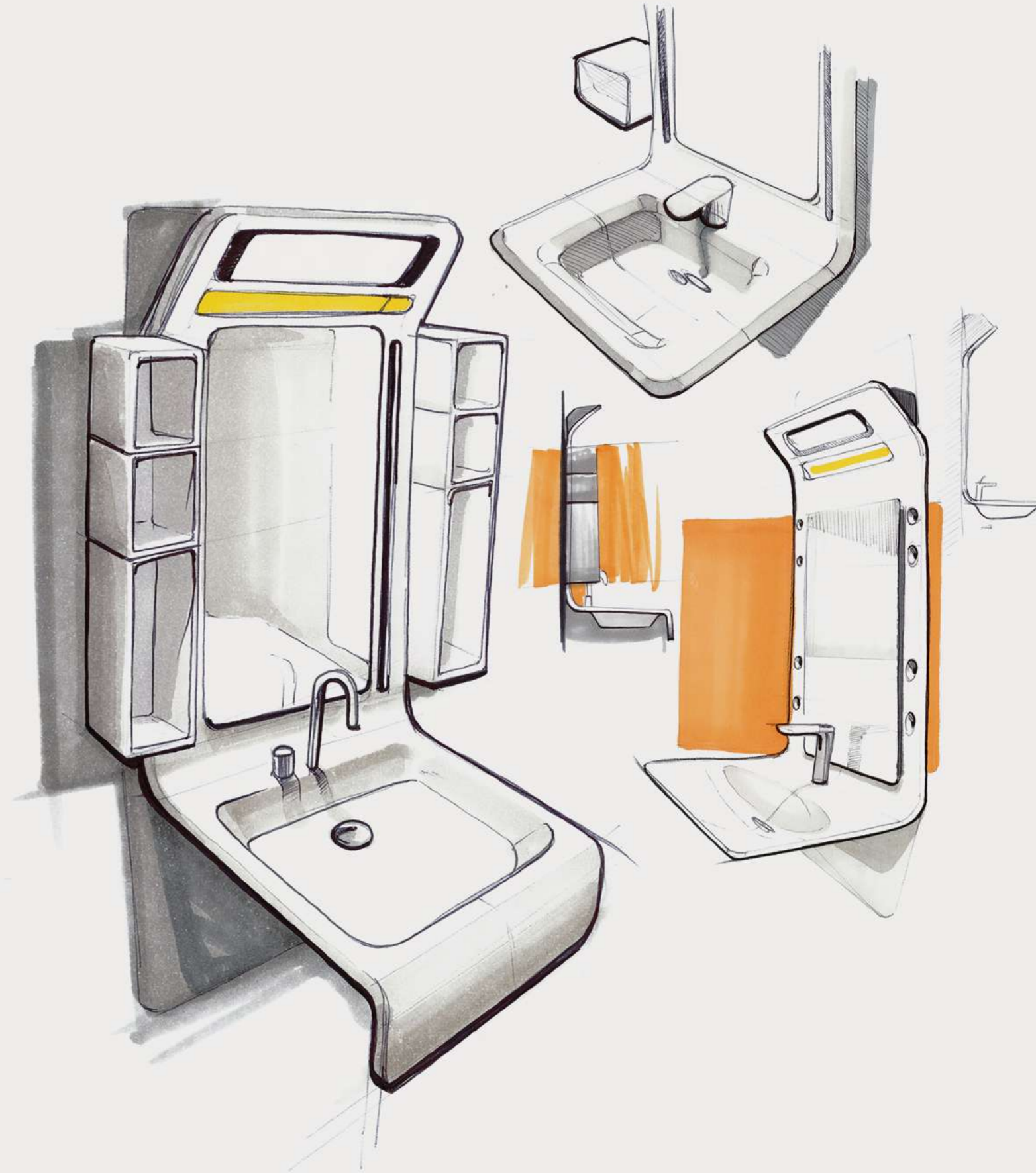
Zusätzlich wurde ein mobiles Seitenregal als Vorführmodul realisiert (Abbildungen 2.7 und Abbildung 2.8). Dieses System benötigt nur sehr kleine Aktuatoren, um dem Benutzer Objekte ergonomisch optimiert zuzuführen. Darüber hinaus verfügt das Life Center über eine Benutzerschnittstelle, die den Nutzer durch Hygiene-Aufgaben leitet, um ein unabhängiges und selbstbestimmtes Leben zu gewährleisten, falls ältere Menschen an solche Alltagsaufgaben erinnert werden müssen. Zusätzlich enthält dieses Life Center eine digitale Schnittstelle zum „Ambient Negotiator“ (wie jedes Life Center).



Figure 2.7 / Left: the bath terminal module. Right: testing the fever detection.



Figure 2.8 / Testing the mock-up cabinet lift system.



The Bodycare Module is designed to ease daily care routines, from washing to checking the user's body temperature



# Kitchen Module



The Kitchen Module assists with cooking procedures and, through various functions, provides a new age-appropriate dining and kitchen configuration. The module is characterized by a kitchen, chair, and table component. The Module features a thoughtful chair design with walking aids, a bookrest, plenty of space for kitchen equipment, and additional handles (Figure 2.9). The scope of functions includes ergonomically optimized arrangements and a work area. In addition, there is an information system for nutritional instructions according to an integrated health or care plan.

Das Küchenmodul unterstützt beim Kochen und bietet durch verschiedene Funktionen eine neue, altersgerechte Ess- und Küchenkonfiguration. Das Modul bietet eine Küchen-, Stuhl- und Tischkomponente. Es verfügt außerdem über ein durchdachtes Stuhl-Design mit Gehhilfen, eine Bücherstütze, viel Platz für Küchengeräte und zusätzliche Griffe (Abbildung 2.9). Der Funktionsumfang umfasst ergonomisch optimierte Einbauten und einen Arbeitsbereich. Darüber hinaus gibt es ein digitales Informationssystem für Ernährungstipps nach einem integrierten und optimierten Gesundheits- oder Pflegeplan. Das gewährleistet zusätzliche Unterstützung durch personalisierte Anleitung, um aktiv und gleichzeitig



**Figure 2.9** / The Kitchen module aims at helping with everyday cooking, but that is just the beginning. It also combines all basic furniture, designed to simplify cooking, dining but also other activities such as reading and working.

This enables additional support for the user through proper guidelines to live actively, while staying healthy through balanced nutrition. Moreover, the elderly individual can find standardized possibilities to store, reheat, or prepare food. To guarantee the safety of the elderly individual at all times, a security system was integrated (the stove automatically switches off, etc.).

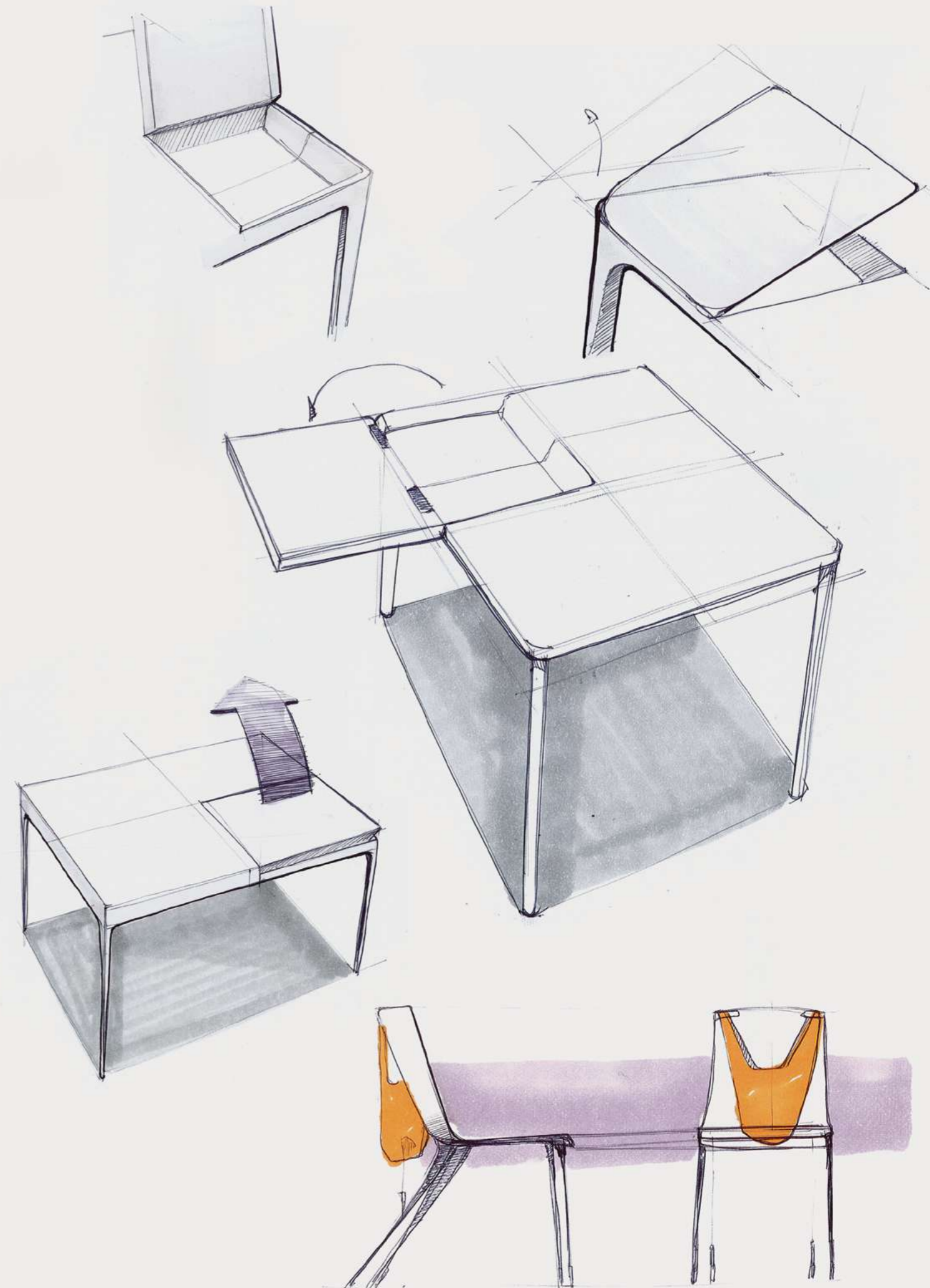
(durch ausgewogene Ernährung) gesund zu leben. Außerdem verfügt das Küchenmodul über ein System an integrierten Aufbewahrungsboxen, die flexibel angeordnet werden können und die es ermöglichen, Lebensmittel zu lagern und aufzuwärmen/zuzubereiten. Um die Sicherheit älterer Menschen zu gewährleisten, wurde zusätzlich ein Sicherheitssystem integriert (automatischer Abschaltungsmechanismus für den Ofen etc.).



**Figure 2.10** / Food terminal module with a mobile platform hidden in a table. It can autonomously drive and be controlled by a touchscreen, which is placed on the table.



**Figure 2.11** / The capacitive electrodes modular, attached to the sides of the armrests of a test chair with the controlling touchscreen for the table.







The scope of functions of the Food Life Center, including ergonomically optimized arrangements and a work area.

# Bed Module

The Bed Module contributes to good sleep and thereby to a healthy well-being. A prerequisite for good sleep is good quality of sleep, that is, restful sleep, and a sufficient amount of sleep. The Module can provide that with new elderly-friendly furniture to maintain a good night's sleep. The Module is designed with a bedside table for keeping books or having breakfast, a reading light, support rails, and a control system for adjusting the bed (Figure 2.12). Integrated functions include an assistive bed with stand-up function and ergonomic

Das Bettmodul trägt zu einem guten Schlaf und damit zum Wohlbefinden sowie zur Gesundheit des Nutzers bei. Voraussetzung für einen guten Schlaf ist eine gute Schlafqualität und daher ein erholsamer Schlaf sowie eine ausreichende Schlafmenge. Das Modul kann dies mit neuen Funktionen gewährleisten. Es verfügt über einen Nachttisch zum Auflegen von Büchern oder zum Frühstück, ein Leselicht, ergonomisch optimierte Stützgriffe und ein Steuerungssystem zum Einstellen des Bettes (Abbildung 2.12).



**Figure 2.12** / The Bed Module aims to provide the best conditions for resting, but also for related activities, such as reading and having breakfast. There is the possibility of changing the height of the bed, using retractable handles, and having dedicated reading support and lighting.

aids (e.g., handles, bed table, etc.) to guarantee independent movement. Additionally, there is a light and music system, which is used with a possible wake-up function.

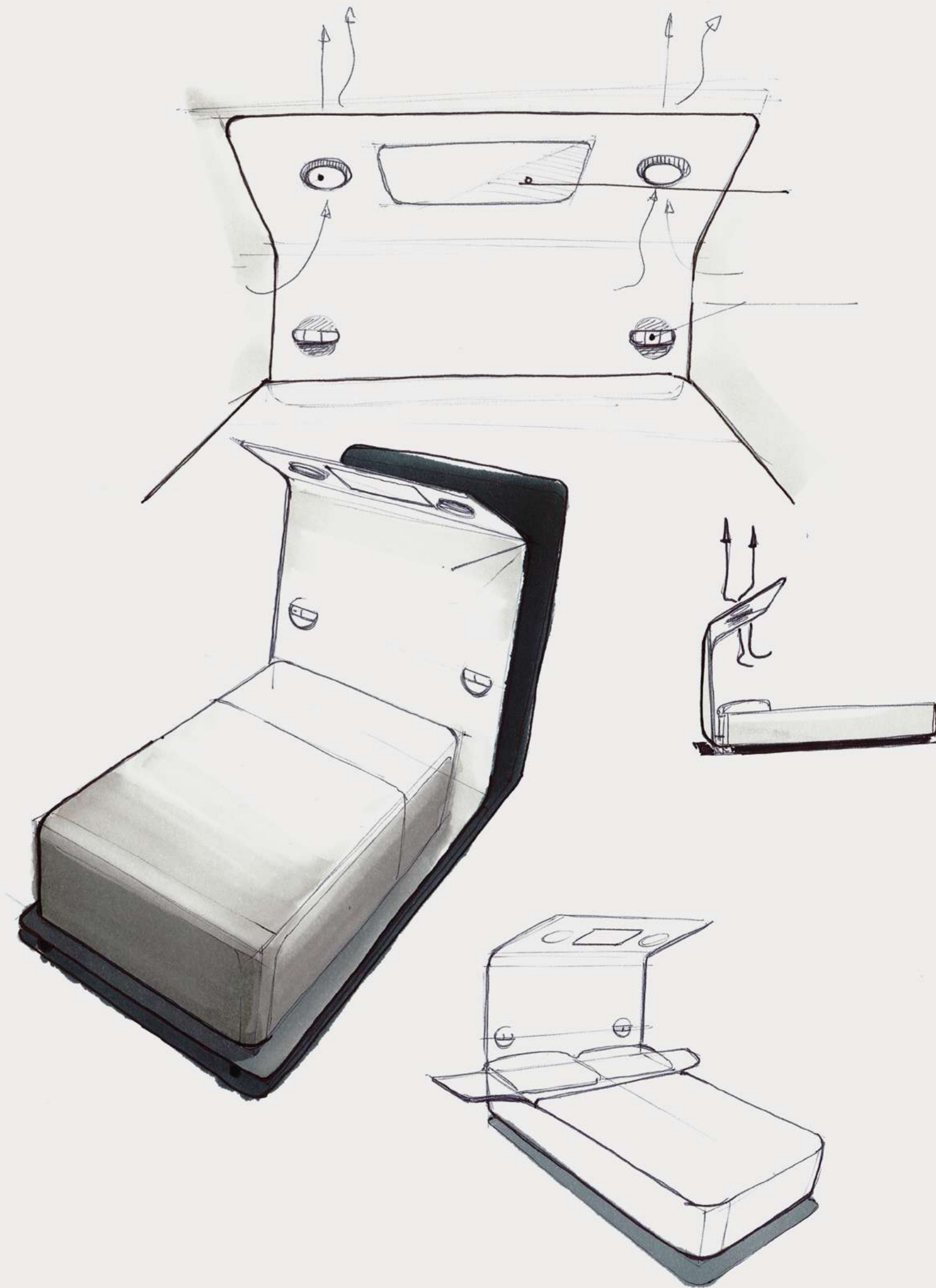
Das Bett funktioniert auch als integrierte Aufstehhilfe und ist mit ergonomischen Hilfsmitteln versehen (z. B. Griffe, Betttisch etc.), um möglichst lange Unabhängigkeit in diesem Lebensbereich zu gewährleisten. Zusätzlich gibt es ein Licht- und Musiksystem, das optional mit einer Weckfunktion verwendet werden kann.



Figure 2.13 / The bed terminal module.



Figure 2.14 / Left: the unobtrusive implemented handles. Right: the remote-controlled handle. Left bottom: the integrated table on a sliding rail, which was unfolded in the figure at the right bottom.



The Bed Module enables the user to recover from the buzz of everyday life.



# Entrance Module

The entrance of a home generates a first impression and is often used in everyday life, as one enters and leaves a home. The Entrance Module assists with the process through various functions (Figure 2.15). The Module is designed with a flexible lighting system, space for keys, additional grips, an umbrella or walking stick bracket, and assists with taking off and putting on shoes, as well as standing up.

Der Eingang vermittelt den ersten Eindruck einer Wohnung und wird durch das häufige Ein- und Ausgehen im Alltag sehr oft genutzt. Das Eingangsmodul unterstützt das Ankommen und Verlassen durch verschiedene Funktionen (Abbildung 2.15). Das Modul verfügt über ein flexibles Beleuchtungssystem, Stauraum für Schlüssel, zusätzliche Griffe, eine Regenschirm- oder Gehstockhalterung und hilft beim Aus- und Anziehen von Schuhen sowie beim Aufstehen.



**Figure 2.15** / The Entrance Module was designed to welcome the user back home and also to facilitate the operations of getting ready to leave, from tying their shoes and standing up, to reminding the user to take their keys.

The terminal has an electric seat lift assistance to support the user to stand up from a seated position. Additional safety grips were also implemented to support the elderly individual to stand up in an easier way. The terminal also consists of a flexible lighting system, which maintains a proper entrance light and even has the possibility of regulating the user's mood through various lighting colors/settings (mood nudging).

There is also a lot of storage space for small belongings, such as keys or books, making it easy and convenient to organize personal belongings appropriately. This can be especially important for people who suffer from cognitive impairments and need to follow a proper organizational scheme in their home. The overall modularity of the terminal ensures great flexibility for the user, from which an individualized entrance situation is configured.

Darüber hinaus verfügt das Terminal über eine elektrisch verfahrbare Sitzlifthilfe, um den Benutzer beim Aufstehen aus der Sitzposition zu unterstützen. Außerdem wurden zusätzliche Sicherheitsgriffe implementiert, um älteren Menschen beim Aufstehen zu assistieren und einen einfacheren Aufstehprozess zu gewährleisten. Das Terminal ist mit einem flexiblen Beleuchtungssystem ausgestattet, um ein angemessenes Eingangslicht aufrechtzuerhalten und die Möglichkeit zu bieten, die Stimmung des Benutzers durch verschiedene Beleuchtungsfarben/-einstellungen beeinflussen zu können (Mood Nudging).

Zusätzlich gibt es viel Stauraum für kleine Gegenstände wie Schlüssel oder Bücher, was es einfach und praktisch macht, persönliche Gegenstände angemessen zu organisieren. Dies kann besonders wichtig für Menschen sein, die an kognitiven Einschränkungen leiden und eine besonders stark strukturierte Wohnung benötigen. Die Modularität des Terminals gewährleistet dem Benutzer große Flexibilität durch eine Eingangssituation, die individuell konfiguriert werden kann.

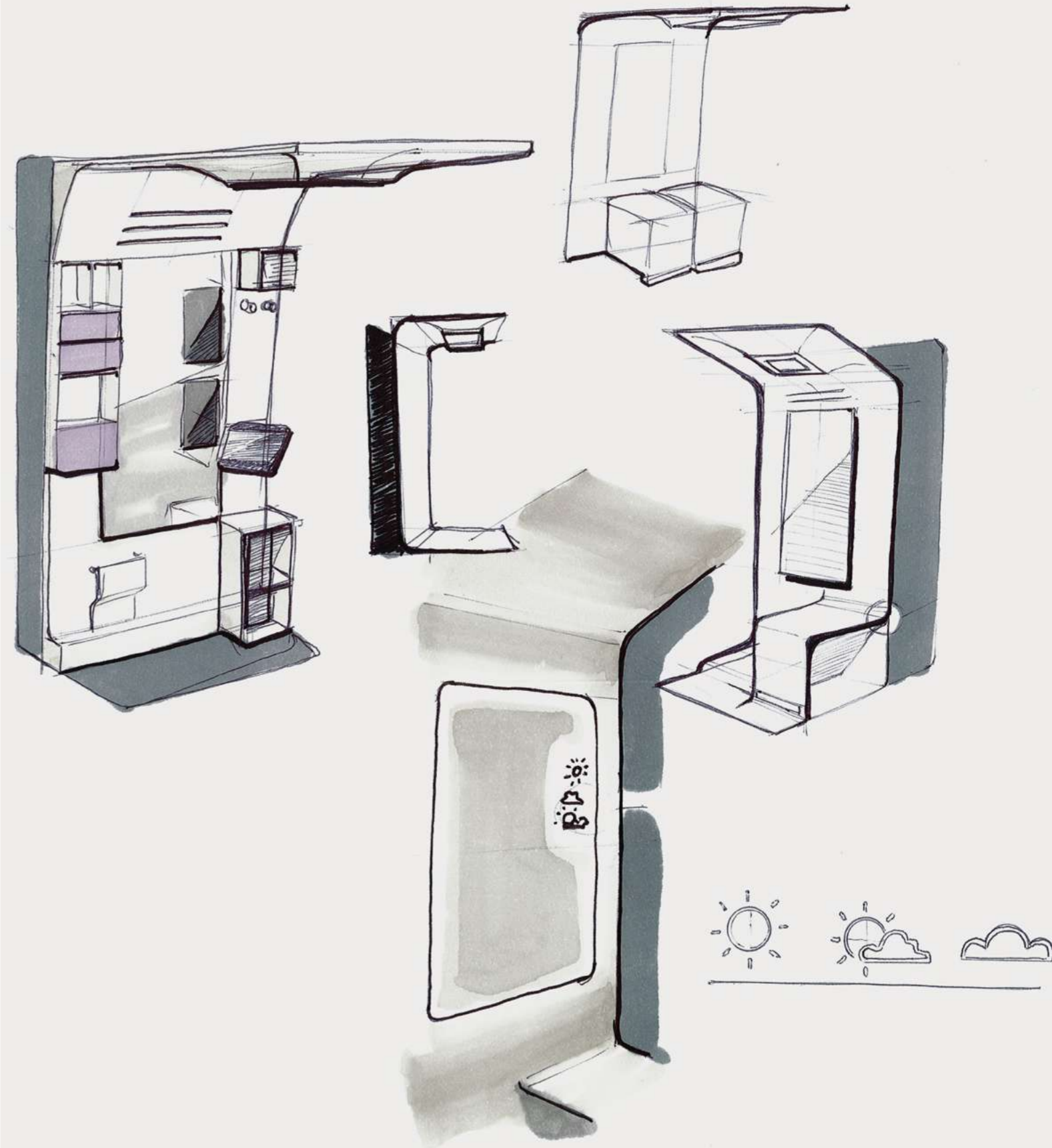


Figure 2.16 / The entrance terminal module.



Figure 2.17 / Detail of shoe rack.



The Entrance Module aims to achieve maximal mobility and entrance comfort through assistive functions based on previous investigations.



# Prototypes of the Modules

## 2.4 Modules Prototypes

The subject of the development of the prototypes was based on the results of the analyzed functions mentioned above, which needed to be evaluated afterwards. Based on the scope of the prototypes, these functions were selected for implementation from those that were most relevant to the user, as not all functions could be implemented in the given time. The realization of the prototypes (Figure 2.18) was divided accordingly among the partners.

While the various modular service technological function prototypes were being developed at TUM, the Kofler Company in Bolzano manufactured the first terminals, on the basis of the design developed at MM Design. After completion, these terminals were transported to TUM, where they were installed in a 35 m<sup>2</sup> test apartment (scale 1:1) located at the Department for Building Realization and Robotics. In the apartment, the focus was then on the subtle and imperceptible integration of ICT solutions into these terminals. The first functional developments of the integrated ICT solutions in the terminals were checked directly on site at TUM in the first laboratory test.

## 2.4 Prototypen der Module

Eine Betrachtungsebene bei der Entwicklung der Prototypen waren die Ergebnisse der oben analysierten Funktionen, die anschließend ausgewertet und analysiert wurden. Vom gesamten Funktionsumfang der Terminals wurden solche Teilfunktionen für die Implementierung ausgewählt, die für den Benutzer am relevantesten waren, da nicht alle Funktionen in der angegebenen Zeit implementiert und getestet werden konnten. Die Realisierung der Prototypen (Abbildung 2.18) wurde auf die Partner aufgeteilt.

Während an der TUM die verschiedenen Prototypen für modulare Assistenzsysteme entwickelt wurden, stellte die Firma Kofler in Bozen die ersten Terminals auf der Grundlage des bei MM Design entwickelten Designs her. Nach Fertigstellung wurden diese Terminals zur TUM transportiert, wo sie in einer 35 m<sup>2</sup> großen Testwohnung (Maßstab 1:1) am Lehrstuhl für Baurealisierung und Baurobotik installiert wurden. In der Wohnung lag der Fokus dann auf der Integration der Assistenzsysteme in diese Terminals. Die Qualität dieser Integration wurde im Labor direkt vor Ort an der TUM überprüft.



Figure 2.18/ Testing the various prototypes.





Figure 2.19 / Schematics of Body Care and Bed Modules

Based on the scope of the prototypes, the functions were selected for implementation from those that most relevant to the user.



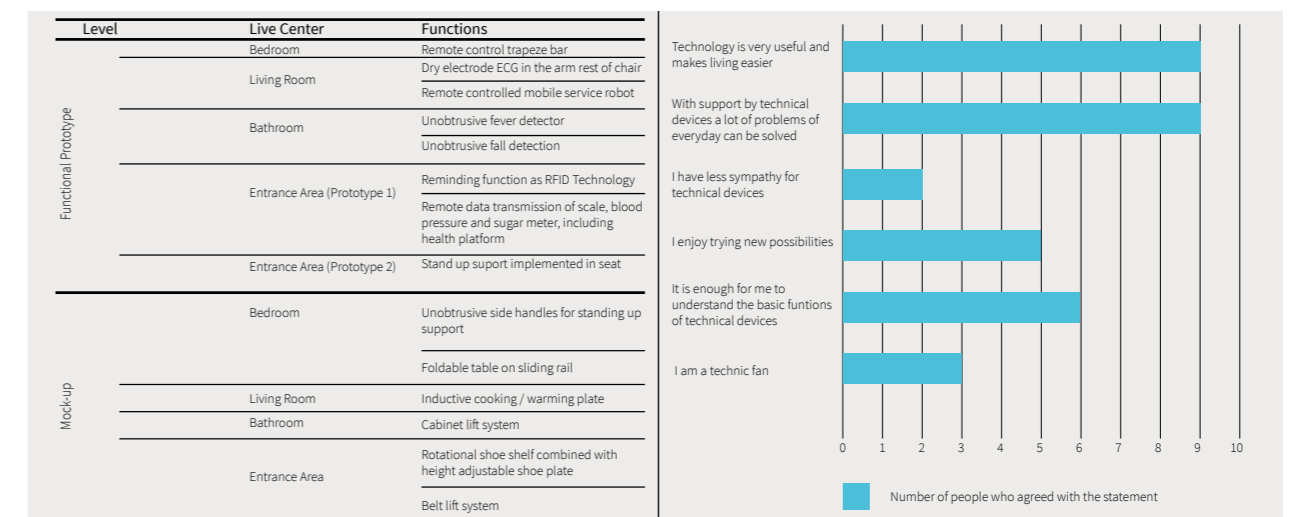
# Tests and Results

## 2.5 Tests and Results

The proposed terminals, including the implemented mock-ups and prototypes, were tested by nine invited elderly individuals, with the support of the Berliner Institut für Sozialforschung (BIS). Participants ranged from 63 to 92 years of age, with a median age of 74.1 years. Since the functionality spectrum was quite large, as can be seen by Figure 2.20, the laboratory test was composed of six subsequent stages. In the first stage, participants filled in questionnaires provided by BIS, which obtained insights into motivational aspects and the technical affinity of the study subjects. The technical affinity of the study subjects is depicted in Figure 2.20.

## 2.5 Tests und Ergebnisse

Die vorgeschlagenen Terminals, einschließlich der implementierten Modelle und Prototypen, wurden von 9 älteren Personen mit Unterstützung des Berliner Instituts für Sozialforschung (BIS) als objektivem externen Partner getestet. Das Alter dieser Menschen lag zwischen 63 und 92 Jahren und betrug im Durchschnitt 74,1 Jahre. Da das Funktionsspektrum groß war, wie aus Abbildung 2.20 ersichtlich, bestand der Labortest aus 6 aufeinanderfolgenden Phasen. In der ersten Phase füllten die Personen die vom BIS bereitgestellten strukturierten Fragebögen aus, die Einblicke in Motivationsaspekte und die technische Affinität der Studienteilnehmer gaben.



**Figure 2.20** / Left: implemented functions in the different Life Centers of the laboratory apartment, distinguished in functional prototype and partly functional mock-ups. Right: Documented technical acceptance of the test participant.

In the subsequent stage, the test apartment was demonstrated to the test participant. Then, the tester had to use each terminal according to the provided demonstration, and after completing an activity in a Life Center, the participant had a break when they were asked to complete a questionnaire, which helped to obtain user acceptance and functionality levels with regard to the tested terminals and functions. In order to make the use case understandable for the participants, a user scenario was developed, which explained how the

Die technische Affinität der Probanden ist in Abbildung 2.20 dargestellt.

Als nächstes wurde die Testwohnung den Probanden vorgeführt und erklärt. Anschließend sollten die Probanden jedes Terminal gemäß der bereitgestellten Anleitung verwenden und nach Abschluss der Nutzungsaktivitäten in einem Life Center eine Pause machen und die Fragebögen ausfüllen, die die Akzeptanz und Funktionalität der Benutzer in Bezug auf die einzelnen

different terminals integrate into one single AAL laboratory apartment. In this scenario the test user had to imagine that they felt uncomfortable after waking up in bed (for example, because of weak blood circulation). The functions implemented in the bed terminal allowed the user to get out of bed and go to the bathroom to get ready for the day. The fever measurement reassured the user, since no fever was detected, and their dizziness was probably only caused by a change in the weather.

## The testing process ensured that the design team could focus on the most important aspects of living.

At the table, the mobile platform brings the food, and the implemented inductive stove keeps the food warm until the user is ready to eat. In order to be sure that no serious health issue exists, the user can perform an ECG health check to be reassured about any health-related worries in that moment. Finally, with the implemented functions of the shoehorn support, the user can quickly prepare to leave the apartment. Dizziness is not an obstacle in standing up, since there are several supporting options provided in the entrance terminal.

To pass all four test stations (terminals: bed, bath, table, and entrance) an hour was allocated for each participant. At each station, the test participant had 10 minutes to test the modules, as well as the implemented prototypes and mock-ups, before they filled out the questionnaire (for approximately 5-10 minutes). Once Stages 1-5 were completed, the test user had a guided interview with the experts from BIS for approximately 15-20 minutes. The results of the questionnaires showed that the fall detection, as well as the unobtrusive stand-up support systems in the bed terminal, were the most preferred functions for the elderly (Figure 2.21).

Most of the test participants could imagine implementing parts of the tested functions into their homes. Moreover, the results indicated that moving into a care home equipped with

Module erfassen sollten. Um den Anwendungsfall für die Benutzer verständlich zu machen, wurde ein Benutzerszenario entwickelt, in dem erläutert wird, wie die verschiedenen Terminals in eine einzelne AAL-Laborwohnung integriert werden.

In diesem Szenario sollten sich die Probanden vorstellen, dass sie sich im Bett befinden und sich nach dem Aufwachen unwohl fühlen (z. B. verursacht durch eine schwache Durchblutung). Die im Bettterminal implementierten Funktionen ermöglichten es dem Benutzer, aus dem Bett zu steigen und ins Bad zu gehen, um sich auf den Tag vorzubereiten. Die Fiebermessung beruhigte den Benutzer, da kein Fieber festgestellt wurde und der Schwindel wahrscheinlich nur durch einen Wetterwechsel verursacht wurde.

Am Tisch brachte die mobile Plattform das Essen, und der implementierte Induktionsherd hielt das Essen warm, bis der Benutzer zum Essen bereit war. Um sicherzustellen, dass kein ernsthaftes Gesundheitsproblem vorlag, führte der Benutzer eine EKG-Gesundheitsprüfung durch, die ihn von allen Bedenken befreien konnte. Schließlich konnte sich der Benutzer mit den implementierten Funktionen der Schuh-Anziehhilfe schnell auf das Verlassen der Wohnung vorbereiten. Dabei waren mögliche Unsicherheiten beim Aufstehen kein Hindernis, da im Eingangsterminal mehrere assistierende Optionen integriert waren. Um alle vier Teststationen (Terminals: Bett, Bad, Tisch und Eingangsterminal) zu durchlaufen, wurde für jeden Probanden eine Stunde Zeit bemessen. An jeder Station hatte die Testperson 10 Minuten Zeit, um die Module und die implementierten Prototypen und Modelle zu testen, bevor die Testperson den Fragebogen ausfüllte (ca. 5 bis 10 Minuten). Nach Abschluss der Phasen 1 bis 5 führten die Experten der BIS ein 15- bis 20-minütiges Interview mit der Testperson.

Die Ergebnisse der Fragebögen zeigten, dass die Sturzerkennung sowie die unauffällige Aufstehhilfe im Bett-Terminal die am meisten geschätzten Funktionen für ältere Menschen waren (Abbildung 2.21).

Die meisten Probanden konnten sich vorstellen, Teile der getesteten Funktionen in ihre privaten Wohnungen zu implementieren. Darüber hinaus zeigten die Ergebnisse, dass der Umzug in ein Alten- oder Pflegeheim, das mit den vorgeschlagenen Technologien ausgestattet ist, von den Probanden bevorzugt wurde (im Vergleich zu einem herkömmlichen Alten- oder Pflegeheim). Die Probanden

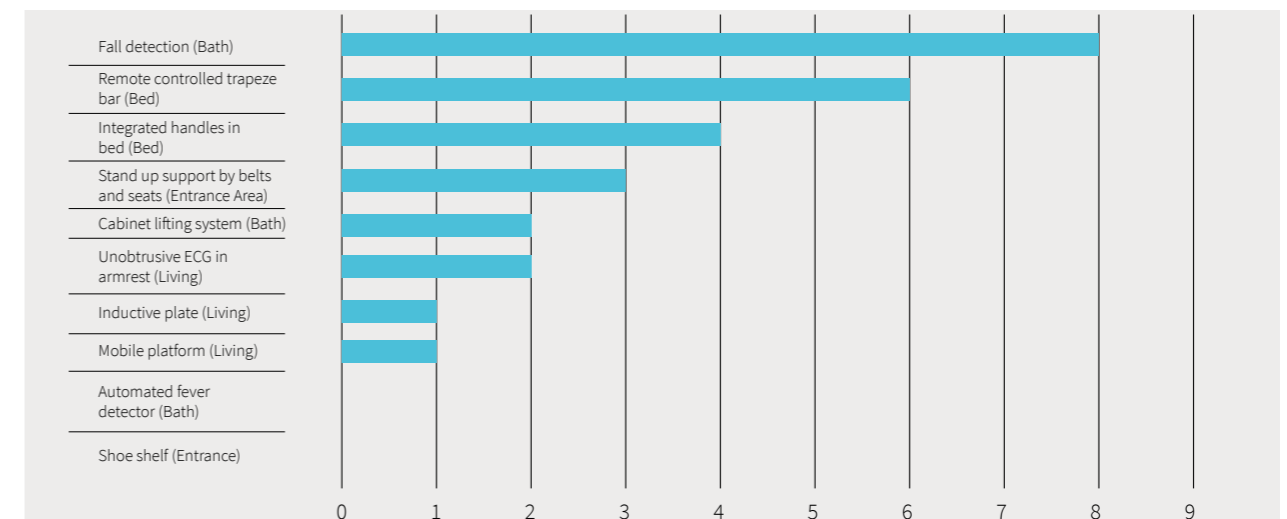


Figure 2.21 / Favorite functions of the test participants.

the proposed technologies would be preferred (compared to a traditional care home). The test participants also suggested improving the automation (e.g. work flow, data interpretation, etc.) as it might be, for example, too difficult for the end-user to interpret the measurement values correctly without medical knowledge or to operate the proposed complex mechanical systems.

Additionally, the test subjects suggested that the overall modular approach could be taken further, so that the users could combine and customize the upper body raising support, which was considered to be useful, but not fully developed technologically and ergonomically speaking. The stand-up support solution and the table functions were considered the most useful and important functions, and further automation of these functions was suggested. The usability of the fever detection system was considered low, whereas the fall detection system was labeled as having good usability and high importance.

In the context of the kitchen terminal, the mobile robotic table and the food warming functionality integrated into the table were rated to be of good usability and importance. However, the usability of the vital signs measurement function integrated into the chair warrants further improvement in terms of reliability and user interface. In the entrance terminal, the set of functionalities related to standing up, sitting, and putting on shoes was considered useful, but requires further improvement in terms of ergonomic aspects, workflow, and automation.

schlugen vor, die Automatisierung von einzelnen Prozessen (z. B. Arbeitsabläufe, Dateninterpretation etc.) zu verbessern, da es für den Endbenutzer beispielsweise zu schwierig sein könnte, die Messwerte ohne medizinisches Wissen korrekt zu interpretieren und die vorgeschlagene Bedienung der mechanischen Systeme zu komplex war.

Darüber hinaus schlugen die Probanden vor, den modularen Gesamtansatz weiter zu verfolgen, damit die Benutzer die Unterstützung für das Anheben des Oberkörpers kombinieren und anpassen können. Diese Unterstützung wurde als nützlich, aber noch nicht technologisch und ergonomisch ausgereift angesehen. Die Aufstehhilfe und die Tischfunktionen wurden als die nützlichsten und wichtigsten Funktionen eingeschätzt und eine weitere Automatisierung dieser Funktionen wurde vorgeschlagen. Die Brauchbarkeit des Fiebererkennungssystems wurde als gering eingestuft, während dem Sturzerkennungssystem eine gute Brauchbarkeit und hohe Bedeutung beigemessen wurde.

Im Rahmen des Küchen-Terminals wurden der mobile Robotertisch und die in den Tisch integrierte Funktion zum Erwärmen von Lebensmitteln als gut brauchbar beschrieben. Die Brauchbarkeit der im Stuhl integrierten Vitalzeichenmessfunktion erforderte eine weitere Verbesserung in Bezug auf Zuverlässigkeit und Benutzeroberfläche. Im Eingangsterminal wurden die Funktionen zum Aufstehen, Sitzen und Anziehen von Schuhen als nützlich angesehen, die jedoch hinsichtlich ergonomischer Aspekte, Arbeitsablauf und Automatisierung weiter verbessert werden mussten.

# Summary of LISA 2

## 2.6 Summary of LISA 2

The research project LISA Habitec targeted the design, development, and integration of assistive functions in building components (ceiling, wall, etc.) to enable independent living by making structured environments (micro-robotic rooms), based on experimental studies using mock-ups and prototypes. The modular design of these micro-robotic rooms can be industrially produced, efficiently adapted to a wide range of cases, and can be retrofitted quickly and inexpensively in old buildings. The approach allows for the possibility that in the future, living spaces could be converted into intelligent environments by combining the plurality of such micro-robotic rooms.

Vital data measurements, such as body temperature and ECG, as well as a fall detection mechanism, are unobtrusively implemented into terminals, to avoid stigmatizing the user.

## 2.6 Zusammenfassung LISA 2

Das Forschungsprojekt LISA Habitec fokussierte auf das Design und die Entwicklung von Assistenzfunktionen, die in konstruktive Bauteile (Decke, Wand etc.) und Möbel integriert wurden, um dem Nutzer ein unabhängiges Leben zu ermöglichen.

Dabei wurden strukturierte Assistenzumgebungen auf der Grundlage experimenteller Entwicklung mit Modellen und Prototypen geschaffen. Der modulare Aufbau dieser Assistenzsysteme kann industriell effizient und an eine Vielzahl von Anwendungsbeispielen angepasst werden. Außerdem können die genannten Assistenzsysteme auch in alte Gebäude kostengünstig integriert werden. Mit diesem Ansatz können Wohnungen in Zukunft durch eine Kombination mehrerer intelligenter Assistenzsysteme in ein unterstützendes Smart Home transformiert werden. Nicht nur wichtige



**Figure 2.22** / Project partners and the Provincial Counselor for Health, Marta Stocker.

The combination of various support technologies enables the user to be more independent. Through the modular approach, the terminals can be personalized, depending on the individual's financial situation, as well as the actual user's needs.

The test apartment allowed for the testing of the usability in an early developmental stage of the terminal approach,

Vitaldatenmessungen, wie Körpertemperatur und EKG, sondern auch die Sturzerkennung einer Person wurden unauffällig in die Terminals integriert, um eine Stigmatisierung des Benutzers zu vermeiden. Durch den modularen Ansatz können die Terminals in Abhängigkeit zur finanziellen Situation sowie zu den tatsächlichen Benutzeranforderungen personalisiert werden.

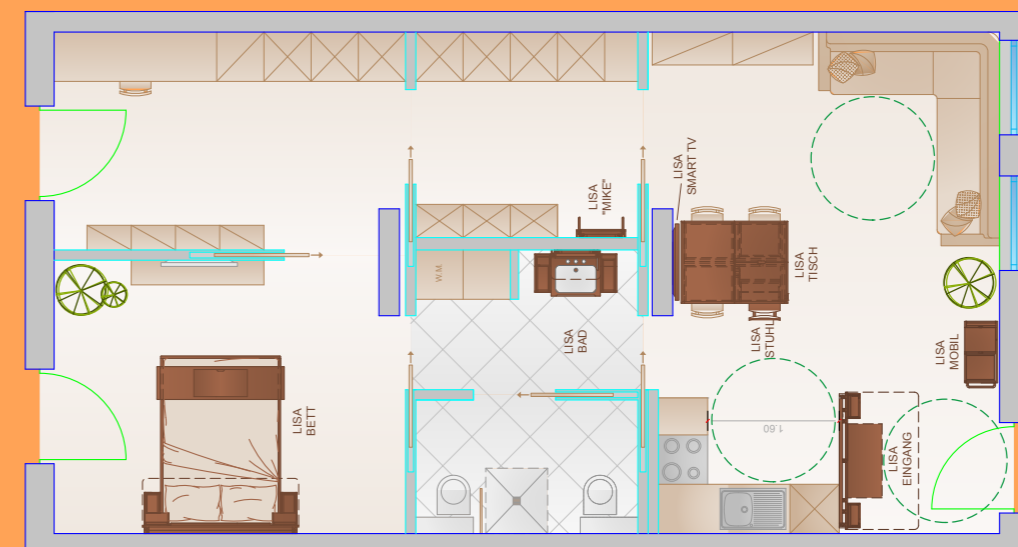
through which the end user feedback was considered very early on in the implementation. For this purpose, a laboratory test was done with nine test subjects (N = 9) with an average age of 74.1 years. The test concluded with the second developmental and evaluation cycle in the LISA Habitec project, in which standardized qualitative testing was conducted in a laboratory test apartment. The terminals of four different Life Centers have been evaluated in dimension, such as technology verification, workflows, and usability, to provide feedback and observations that can be translated into inputs for the improvement, automation, and extension of the functionality of each terminal in the following final stage.

Die Testwohnung an der TUM ermöglichte es, die Benutzerfreundlichkeit/Nutzbarkeit in einem frühen Entwicklungsstadium des Projektansatzes zu evaluieren. Dadurch wurde das Feedback des Endnutzers bei der Implementierung berücksichtigt. Zu diesem Zweck wurde ein Labortest mit neun Probanden (N = 9) durchgeführt. Der Test endete mit dem zweiten Entwicklungs- und Evaluierungszyklus im LISA Habitec Projekt, in dem durch standardisierte qualitative Tests in einer Testwohnung die Terminals von vier verschiedenen Life Centers hinsichtlich Technologie, Arbeitsabläufen und Benutzerfreundlichkeit/Nutzbarkeit bewertet wurden. Dadurch konnte direktes Feedback eingeholt werden, das dann zur Verbesserung der Assistenzsysteme und Erweiterung der Funktionalität jedes Terminals im nächsten Entwicklungsschritt übersetzt werden konnte.



Figure 2.23 / Presentation of the LISA modules.

## Grieserhof: the first LISA home trials.



# 3.

**3.1 Connectivity / Konnektivität** **3.2 Functions / Funktionen** **3.3 Connectivity Modules / Konnektivitätsmodule** **3.4 Development of Modules / Entwicklung der Module** **3.5 Summary of LISA 3 / Zusammenfassung LISA 3**

# 3.1 Connectivity

## 3.1 Connectivity

Based on the experience and results from the previous two developmental phases, the purpose of the third development phase of the LISA project was to improve upon connectivity and to develop a robust software platform that significantly improves the digital connection and information transfer. Furthermore, it is planned that this phase will serve as an incubator for marketable development.

The overall system (Figure 3.1) consists of various components that interlock seamlessly. The main software system was developed by GR Research. This interconnecting framework

## 3.1 Konnektivität

Basierend auf den Erfahrungen und Ergebnissen der beiden vorherigen Entwicklungsphasen bestand die Absicht der dritten Entwicklungsphase des LISA-Projekts darin, die Konnektivität zu verbessern und eine robuste Softwareplattform zu entwickeln, die die digitale Verbindung und den Informationstransfer erheblich verbessert. Darüber hinaus war geplant, dass diese Phase als Inkubator für die marktfähige Entwicklung dient.

Das Gesamtsystem (Abbildung 3.1) bestand aus verschiedenen Komponenten, die nahtlos ineinandergreifen.



Figure 3.1 / LISA connectivity system.

is organised around the LISA Cloud Server and is then divided into various responsibilities (Macroscale) and internal relationships (Microscale). The system components are the new LISA App, LISA Manager, LISA Service Partner, Emergency and LISA Smart TV, which interlink or correlate with sensors and the LISA Homeknx Server. These system components are essential and necessary to ensure a smooth and carefree user experience. Communication mainly takes place via the LISA Server. This ensures a secure and central data exchange. The individual software components and systems are Linux-based.

The LISA App was developed with special software components and tools to ensure its compatibility with both Android and iOS mobile platforms. Throughout this third developmental phase, the following programming languages and technologies were used: JavaScript, PHP, MySQL, WLAN,

Das Hauptsoftwaresystem wurde dabei von GR Research entwickelt. Dieses System ist um den LISA Cloud Server herum organisiert und wurde in verschiedene Zuständigkeiten (Makro) und interne Beziehungen (Mikro) gegliedert. Die Systemkomponenten sind die neue LISA-App, LISA Manager, LISA Service Partner, Notfallanschluss und LISA Smart TV, die mit Sensoren und dem LISA Homeknx Server verknüpft sind. Diese Systemkomponenten sind unerlässlich und notwendig, um eine reibungslose und unbeschwerte Benutzung zu gewährleisten. Die Kommunikation erfolgt hauptsächlich über den LISA-Server. Dies gewährleistet einen sicheren und zentralen Datenaustausch. Die einzelnen Softwarekomponenten und -systeme basieren auf Linux.

Die LISA-App wurde mit speziellen Softwarekomponenten und -tools entwickelt, um die Kompatibilität mit mobilen Android- und iOS-Plattformen sicherzustellen. Während

Bluetooth, Android TV, and WebRTC. The software development was carried out entirely by the project partner GR Research. Only the development of the LISA App was outsourced. The network scheme is shown in Figure 3.2.

Embedded in the overall connectivity system, there are various new connectivity modules (LISA Smart TV, LISA App, LISA TV Stand Module, and the Mike Module) which express the correlations between each other through a wide range of functions. The individual functions and the new connectivity modules are discussed in more detail in the following sections.

dieser dritten Entwicklungsphase wurden die folgenden Programmiersprachen und -technologien verwendet: JavaScript, PHP, MySQL, WLAN, Bluetooth, Android TV und WebRTC. Die Softwareentwicklung wurde vollständig vom Projektpartner GR Research durchgeführt. Nur die Entwicklung der LISA-App wurde extern vergeben. In Abbildung 3.2 ist das Netzwerkschema zu sehen.

Eingebettet in das gesamte Verbindungssystem sind verschiedene neue Konnektivitätsmodule (LISA-Smart-TV, LISA-App, LISA-TV-Standmodul, Mike-Modul), die die Korrelationen untereinander durch eine Vielzahl von Funktionen ermöglichen. Die einzelnen Funktionen und die neuen Konnektivitätsmodule werden in den folgenden Kapiteln näher erläutert.

The LISA App was developed with special software components to ensure its compatibility with both Android and iOS mobile platforms.

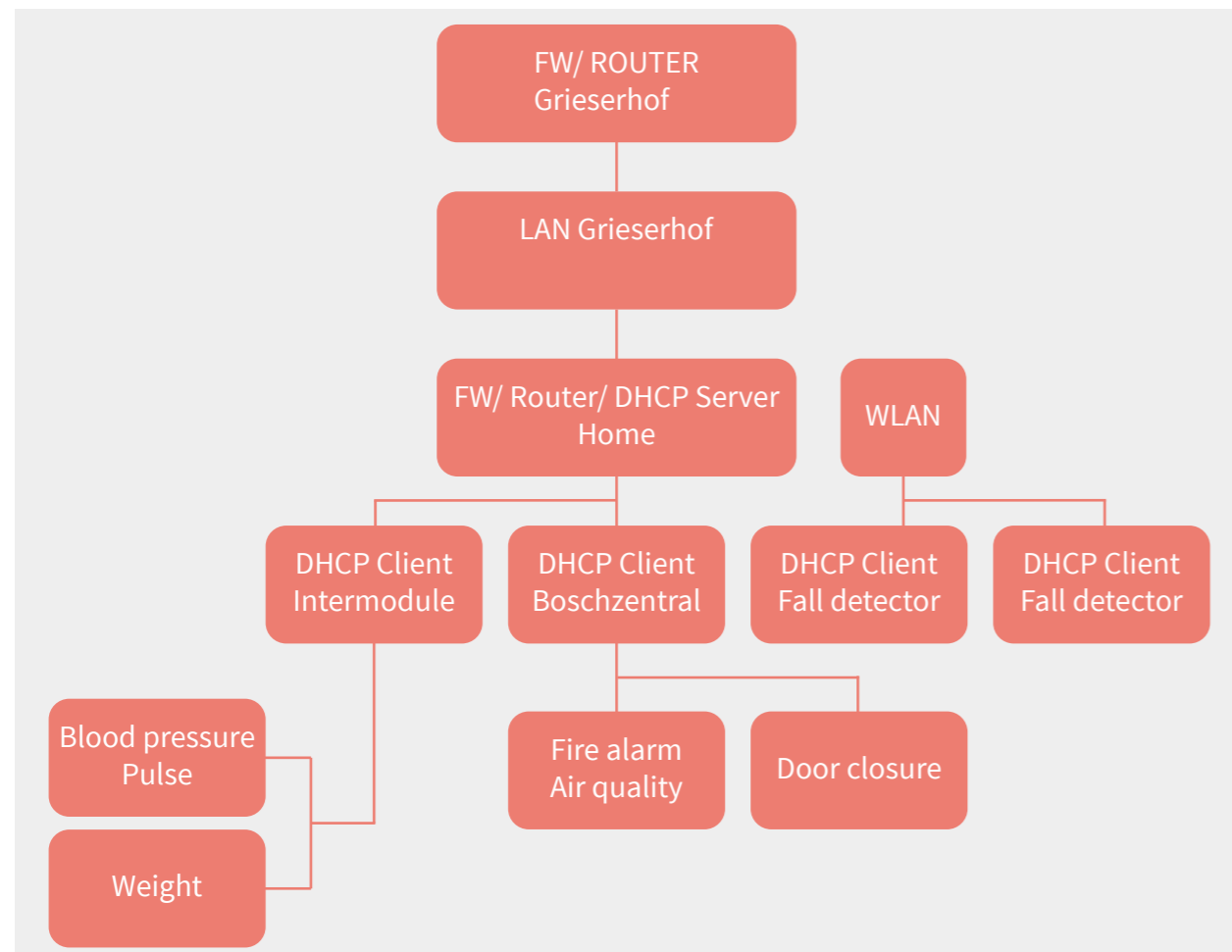


Figure 3.2 / The network scheme.



# 3.2

## Functions

### 3.2 Functions

There are several functions that were implemented for the modules during this new development. Firstly, vital signs data, such as body weight, blood pressure, and blood sugar were recorded and implemented. These data-recording functions enable adequate monitoring and supervision of the elderly individual's overall health status. In addition, a fall detection functionality was implemented as a safety monitor for the elderly. By recognising when the elderly individual falls, this sensor system alerts his/her relatives and caregivers, preventing potential severe injuries.

**From fall detection and health monitoring to getting dressed and staying in contact with your doctor, LISA Smart Modules will help you.**

A room climate measurement system was established to provide the elderly with a consistently pleasant room temperature, facilitating better health and well-being. A daily and weekly planning tool was implemented to allow the resident to develop a routine by simply calling to edit the schedule digitally. These simple supportive tools greatly assist the elderly in better structuring their everyday life and helping them live more independently.

Additionally, a communication function was integrated to enable seamless and flexible communication with relatives and service providers via video screen chat. This

### 3.2 Funktionen

Während der Neuentwicklung wurden für die Module mehrere Funktionen implementiert. Zunächst werden Vitaldaten wie Körpergewicht, Blutdruck und Blutzucker aufgezeichnet. Diese Datenaufzeichnungsfunktionen ermöglichen ein angemessenes Monitoring und eine Kontrolle des allgemeinen Gesundheitszustands älterer Menschen. Zusätzlich wurde eine Sturzerkennungsfunktion als Sicherheitskontrolle für ältere Menschen integriert. Durch die sensorische Erkennung, ob eine ältere Person hingefallen ist, kann im Notfall gehandelt werden und können Verwandte Verwandte oder Pfleger alarmiert werden, um mögliche Verletzungen zu behandeln.

Darüber hinaus wurde ein Messgerät für die Raumtemperatur bzw. das Raumklima eingerichtet, um älteren Menschen eine konstant angenehme Raumtemperatur zu bieten und eine bessere Gesundheit durch mehr Wohlbefinden zu gewährleisten. Ein tägliches und wöchentliches Planungstool wurde implementiert, damit der Bewohner eine Routine entwickeln kann, indem er die gesamte Wochenplanung durch wenige Handgriffe digital bearbeiten und abrufen kann. Diese einfachen unterstützenden Hilfsmittel assistieren älteren Menschen erheblich dabei, den Alltag besser zu strukturieren und unabhängiger zu leben.

Zusätzlich wurde eine Kommunikationsfunktion integriert, um eine nahtlose und flexible Kommunikation mit Verwandten und Dienstleistern über Videochat zu ermöglichen. Diese Kommunikationsplattform ermöglicht es älteren Menschen, sich auf intuitive und einfache Weise virtuell mit ihren Angehörigen oder dem Pflegepersonal zu verbinden. Die Plattform fördert das Pflegen von Beziehungen, indem es die Verbindungen zwischen älteren Menschen und ihren Angehörigen bereichert und soziale Isolation verhindert.

Alle diese Funktionen (z. B. Monitoring physiologischer Daten, Regulierung des Raumklimas, tägliche Planung) tragen zur Etablierung eines zentralen Monitoring- und Managementsystems bei, das ältere Menschen bei der Organisation ihres Alltags unterstützt. Darüber hinaus ist eine proaktive Kommunikation mit den Benutzern durch intelligente Erinnerungsfunktionen möglich.

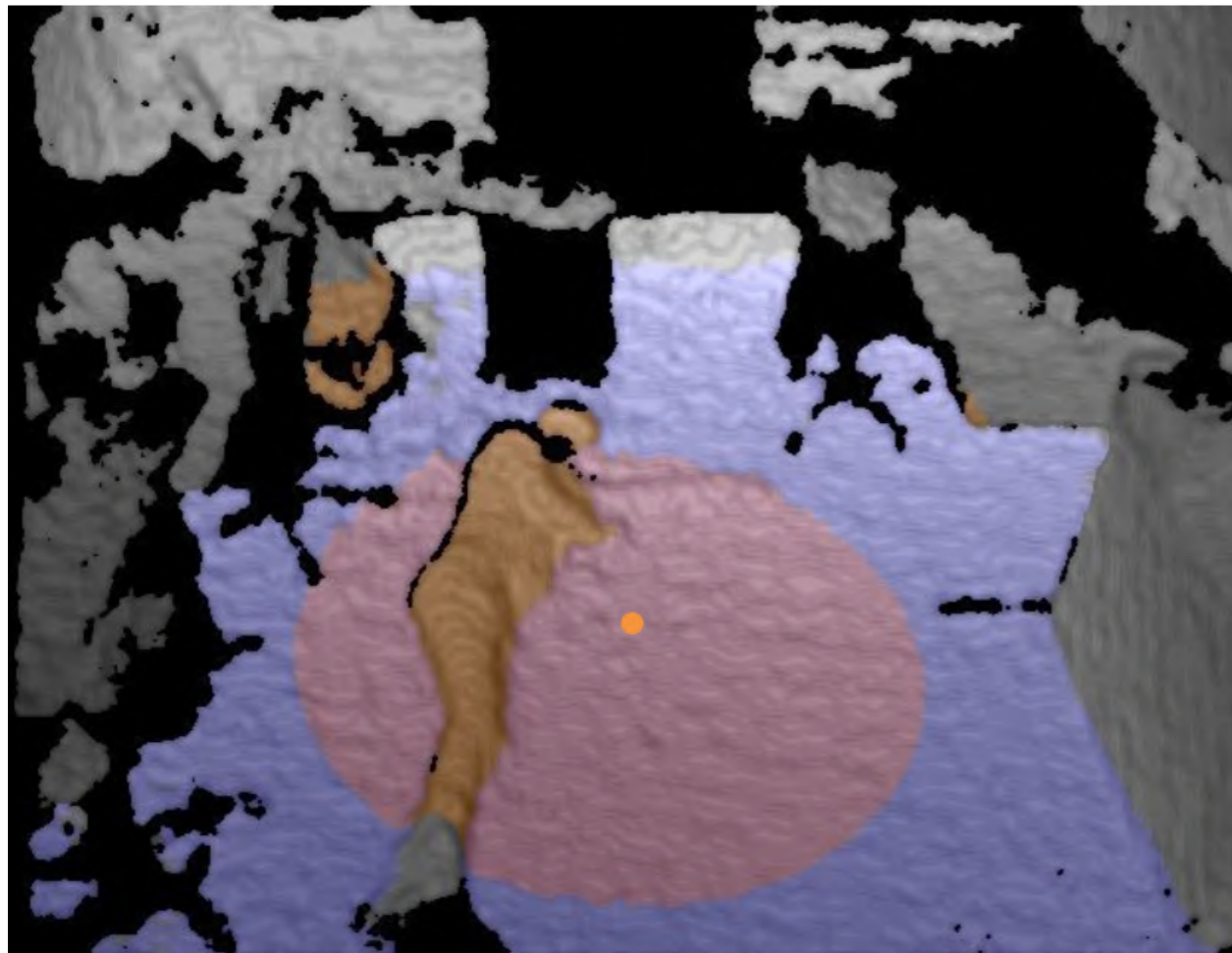


communication platform enables the elderly individual to connect virtually with his/her loved ones or service providers in an intuitive and simple way. It further cultivates his/her relationships by enriching connections between the elderly individuals and his/her relatives, preventing social isolation.

All these functions (e.g. physiological data monitoring, room climate regulation, and daily planning) help establish a central monitoring and management system that supports the elderly individual to organise his/her everyday life. Additionally, proactive communication with the users is possible through smart reminders.

In the next section, the functions mentioned for the connectivity modules are specified and described in more detail.

Im nächsten Abschnitt werden die für die Konnektivitätsmodule genannten Funktionen spezifiziert und detaillierter beschrieben.



**Figure 3.3** / Fall detection functionality.



# Connectivity Modules

## 3.3 Connectivity Modules

The software system with the server implemented in the LISA project's third developmental phase relates to the newly developed connectivity modules LISA Smart TV, LISA App, LISA TV Stand Module, and the Mike Module.

In the overall structure of the system (Figure 3.1), the cloud server represents the logical core of the platform and handles all relevant calculations and tasks centrally and securely. The server also includes the corresponding application database. Both systems run on General Data Protection Regulation (GDPR) compatible cloud solutions.

## 3.3 Konnektivitätsmodule

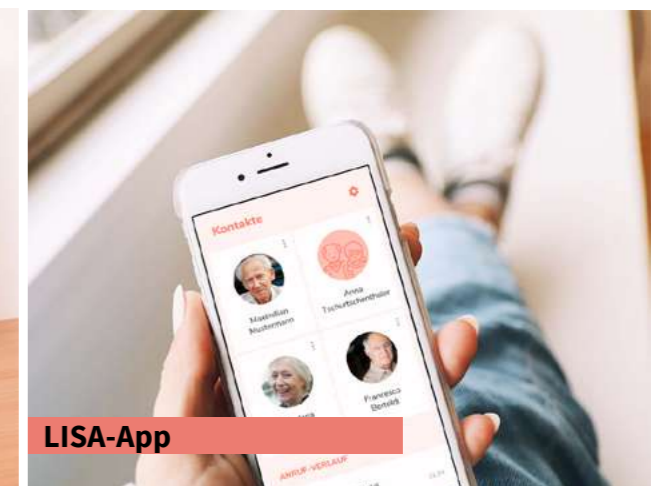
Das in der dritten Entwicklungsphase des LISA-Projekts implementierte Softwaresystem mit dem Server bezieht sich auf die neu entwickelten Konnektivitätsmodule LISA-Smart-TV, LISA-App, LISA-TV-Standmodul und Mike-Modul.

In der Gesamtstruktur des Systems (Abbildung 3.1) stellt der Cloud-Server den Kern der Plattform dar und verwaltet alle relevanten Berechnungen und Aufgaben zentral und sicher. Der Server hat auch die entsprechende Anwendungsdatenbank integriert. Die Systeme laufen auf GDPR-kompatiblen Cloud-Lösungen (General Data Protection Regulation).

This platform enables seniors to connect with their loved ones or service providers.



LISA Smart TV



LISA-App



LISA TV Stand Module



Mike Module

# LISA Smart TV

The first implemented connectivity module was the LISA Smart TV. It is a smart television that functions as a central communication and information platform for the user.

The operation of a television set for elderly adults is as natural as making a call with the in-house telephone. Precisely for this reason, a TV set is the ideal user platform for LISA since it can combine many useful functions (Figure 3.4). All these functions (e.g. physiological data monitoring, room climate regulation, and daily planning) help establish a central monitoring and management system that supports the elderly individual to organise his/her everyday life. Additionally, proactive communication with the users is possible through smart reminders. In the next section, the functions mentioned for the connectivity modules are specified and described in more detail.

## Friends and family can call you directly via your LISA Smart TV or through the LISA-App.

In connection with a very simple and elderly-friendly remote control, as well as an intuitive menu navigation, the LISA Smart TV offers the following functions in addition to those of a classic television: video telephone, display of vital data, appointment calendar with the reminder function, weather reports, and emergency call capabilities.

Video telephone is intended for effective communication between older residents, relatives, and nursing staff or service

Das erste implementierte Konnektivitätsmodul war der LISA-Smart-TV. Dieses Modul ist ein intelligenter Fernseher, der als zentrale Kommunikations- und Informationsplattform für den Benutzer fungiert.

Der Betrieb eines Fernsehers ist für ältere Erwachsene so selbstverständlich wie das Telefonieren mit dem hauseigenen Telefon. Genau aus diesem Grund ist ein Fernseher die ideale Benutzerplattform für LISA, da es viele nützliche Funktionen kombinieren kann (Abbildung 3.4). In Verbindung mit der Fernbedienung sowie einer intuitiven Menüführung bietet der LISA-Smart-TV neben klassischen auch weitere Funktionen: Videotelefonie, Anzeige wichtiger Vitaldaten, Terminkalender mit Erinnerungsfunktion, Wetterberichte und Notruffunktion.

Das Videotelefon ist für eine effektive Kommunikation zwischen älteren Bewohnern, Verwandten, Pflegepersonal oder Dienstleistern vorgesehen. Um einen geliebten Menschen anzurufen, kann durch das einfache Bestätigen zweier Tasten auf der Fernbedienung eine Videoverbindung hergestellt werden. Umgekehrt ist es auch möglich, Anrufe direkt am Fernseher zu empfangen.

Wie bereits erwähnt, können lebenswichtige physiologische Daten (Vitalparameter) über den LISA-Smart-TV angezeigt werden. Die regelmäßigen Messungen von Blutdruck, Blutzucker, Körpergewicht und Temperatur sind wichtig für die Vorbeugung oder Behandlung einer Vielzahl von Krankheiten. Die selbst gemessenen Werte werden automatisch auf das Fernsehgerät übertragen und dort übersichtlich angezeigt. Bei Bedarf können diese Daten (natürlich nur mit der Zustimmung des Nutzers) auch dem Hausarzt zur Verfügung gestellt werden.

Zusätzlich wurde ein Terminkalender mit Erinnerungsfunktion integriert, damit der Benutzer den nächsten Arzttermin nicht verpasst, sich an die Geburtstagstage seiner Liebsten erinnern kann oder einfach nicht vergisst, seine täglichen Medikamente einzunehmen. Der LISA-Smart-TV speichert und zeigt alle wichtigen Erinnerungen über diesen integrierten Terminkalender an.

providers. To call a loved one, simply confirm by pressing two buttons on the remote control, which will establish a video connection. Conversely, it is also possible to receive calls directly on the TV set.

As mentioned, essential vital physiological data can be displayed via the LISA Smart TV. Regular measurements of blood pressure, blood sugar, body weight, and temperature are important for the prevention or treatment of a wide variety of diseases. The self-measured values are automatically transferred to the TV set and clearly displayed there. If necessary, this data can also be made available to the user's own family doctor with the elderly individual's formal consent.

Friends and family can call you directly via your LISA Smart TV or through the LISA App.

Eine Notruffunktion wird ebenfalls vom Modul unterstützt. Insbesondere wenn der Benutzer allein zu Hause ist und sich plötzlich unwohl fühlt, muss er lediglich einen Knopf auf der Fernbedienung drücken und ein automatischer Notruf stellt eine Verbindung zu einem Familienmitglied her, das über das integrierte Videotelefon feststellen kann, wie akut die Situation ist, um gegebenenfalls einen Rettungsdienst zu benachrichtigen. Darüber hinaus ist diese Notruffunktion auch mit der automatischen Sturzerkennung verbunden. Der Notruf startet automatisch, sobald ein Sturz erkannt wird.

Eine weitere wichtige Komponente für den LISA-Smart-TV ist der LISA-Manager (Cloud). Denn damit alle Funktionen des Fernsehgeräts möglich sind, ist eine zentrale Plattform erforderlich, die als Knoten zwischen den einzelnen Benutzern des Systems fungiert. Das Modul bietet Administratoren

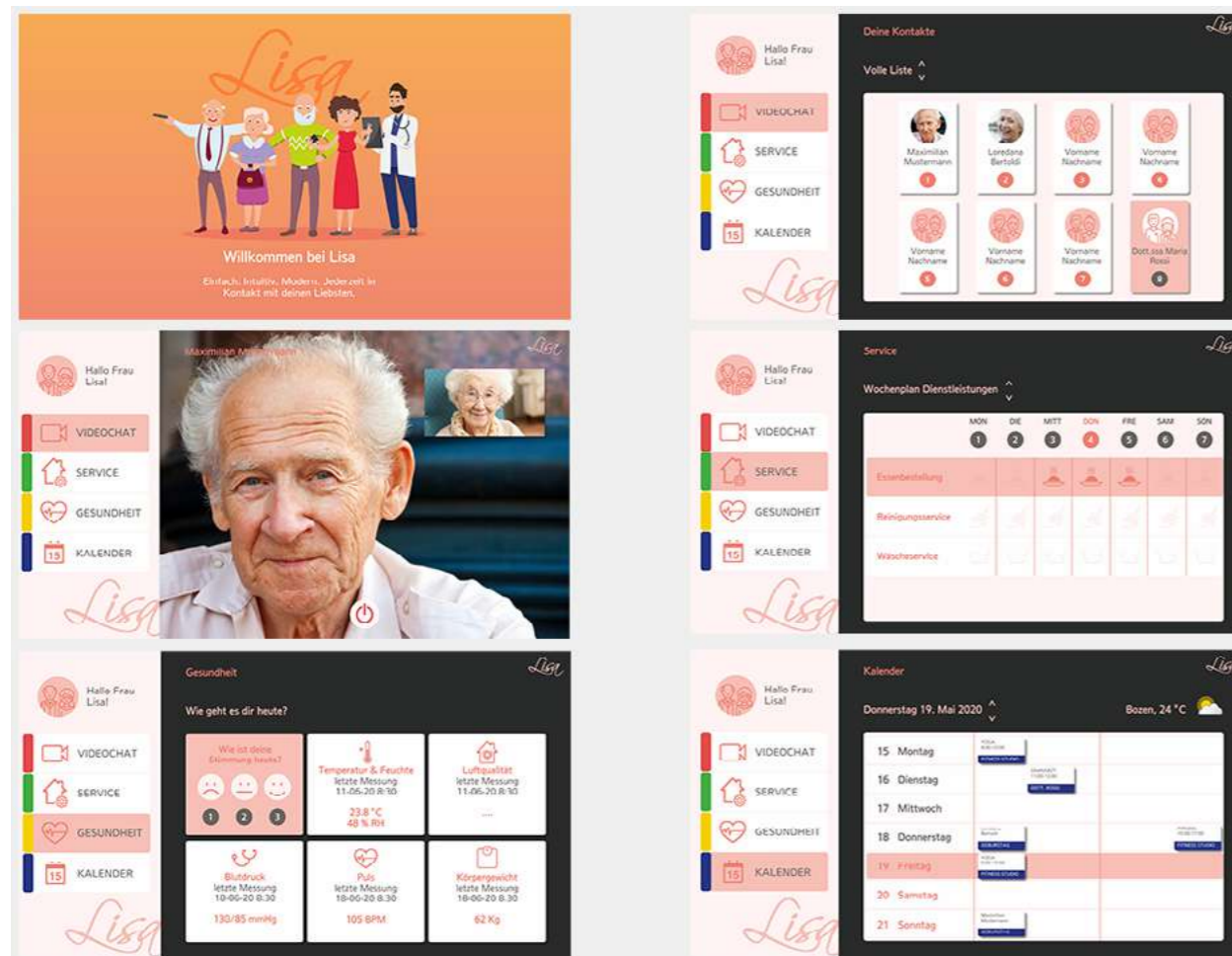
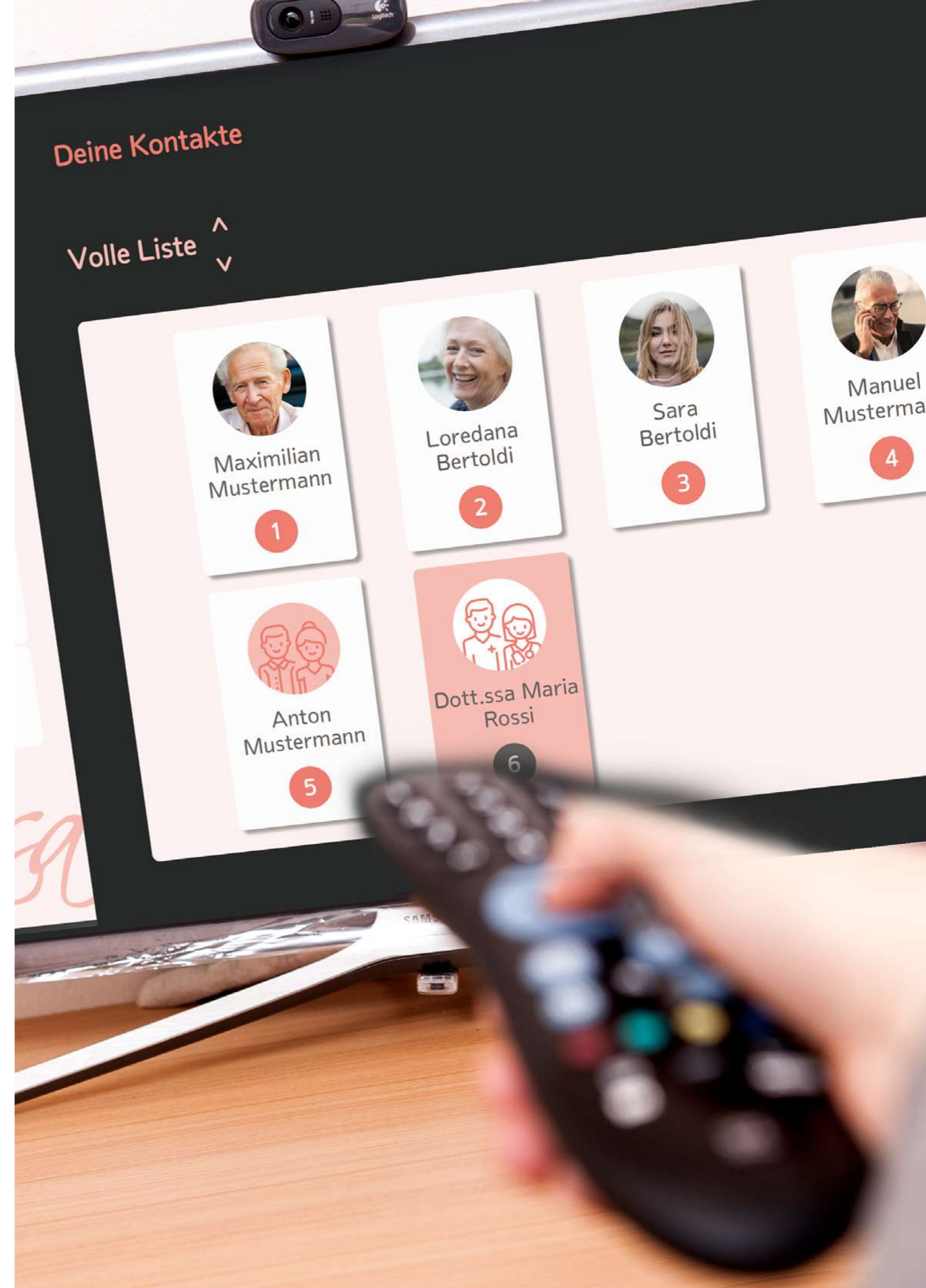
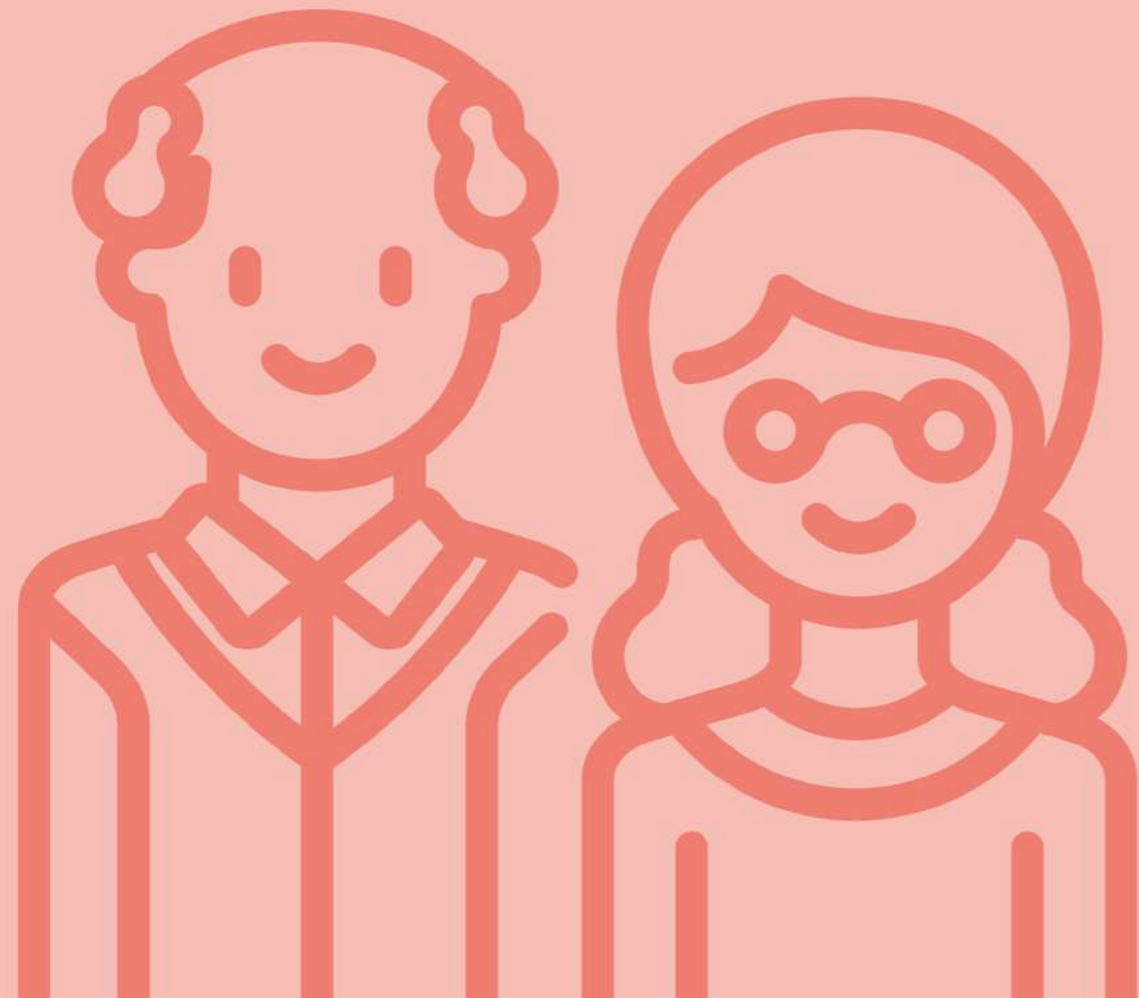


Figure 3.4 / Examples of the Smart TV functions as they were developed on screen.

# Telemedicine Services, for Smart Health embedded into the module.



In addition, an appointment calendar with the reminder function was integrated so that the user is reminded of their next doctor's appointment, his/her loved ones' birthdays, or when to take his/her important daily medicine. The LISA Smart TV stores and displays all these important reminders via this integrated appointment calendar.

An emergency call function is also supported by the module. Particularly when the user is home alone and suddenly feels uncomfortable, all he/she needs to do is to press a button on the remote control and an automatic emergency call will connect to a family member who can use the integrated video telephone to see how acute the situation is and, if necessary, notify rescue personnel. Furthermore, this emergency call function is also linked to the automatic fall detection. The emergency call starts automatically as soon as a fall is detected.

Another important component for the LISA Smart TV is the LISA Manager (cloud). For all functions on the TV set to be possible, a central platform is required which works as a node between the individual users of the system. The module also offers administrators an administration platform for buildings and homes, user administration, creation of group activities, individual scheduling, contacts for video chats or configuration, and switching to the use of the video telephone. This allows the system to be managed automatically.

All the necessary functions of the LISA Smart TV are embedded in a visually appealing user interface, which was primarily developed by MM Design and GR Research. The well-designed user interface supports an elderly-friendly user experience through a coherent application concept and connects the user with the outside world in a new targeted manner.

außerdem eine Verwaltungsplattform für Gebäude und Wohnungen, Benutzerverwaltung, Erstellung von Gruppenaktivitäten, individuelle Planung, Kontakte für Videochats oder -Konfigurationen sowie das Umschalten des Videotelefons. Dadurch kann das System automatisch verwaltet werden.

Alle notwendigen Funktionen des LISA-Smart-TV sind in eine optisch ansprechende Benutzeroberfläche eingebettet, die federführend von MM Design und GR Research entwickelt wurde. Die übersichtlich gestaltete Benutzeroberfläche unterstützt eine altersgerechte Benutzererfahrung durch ein kohärentes Anwendungskonzept und verbindet den Benutzer auf eine neue, zielgerichtete Weise mit der Außenwelt.

## LISA-Smart-TV begleitet Sie in Ihrem Alltag.

# The LISA-App helps to stay connected with your doctor and your family.



## The LISA App

The LISA App is one of the newly developed connectivity modules in the overall system. It is a mobile app and serves as a communication platform for relatives with smartphones and tablets, as well as service providers (e.g. doctors, nurses, and caregivers), in order to stay in contact with the elderly residents. The mobile app is offered free of charge for end-users on both iOS and Android operating systems (via respective app stores). The app makes different areas accessible via a tab bar: login, contacts, and telephone/connection establishment.

The user begins by logging into the app (after a proper download from the iOS or Android app stores is completed), which takes place via personal identification of the corresponding interfaces and after the proper registration in the app. Data can be saved for future logins. In the Contacts Tab, all contacts are displayed alphabetically, and the contacts assigned to the user or account are referenced. The list can be compared to that of a simplified contact view of a phone book. Contact is established with the target person by clicking / tapping on it. The Contacts Tab allows the user to stay in contact with his/her relatives and doctor in a simple manner. In the Settings Tab, personal adjustments can be made within the app. For example, the log out function removes all temporary data on the mobile device once the user is completely logged out. In addition, there is also a contact option for support when further questions arise based on the usage of the app. As depicted in Figure 3.5, the app wireframe demonstrates functionality and a usage roadmap. Furthermore, Figure 3.6 illustrates various examples of how the app functions were developed on screen and how the user interface finally appears. The user interface is especially user-friendly and adapted for the elderly to use without previous

**LISA App is connected to your LISA Smart TV.**

Die LISA-App ist eines der neu entwickelten Konnektivitätsmodule im Gesamtsystem. Es handelt sich um eine mobile App, die als Kommunikationsplattform für Verwandte mit Smartphones und Tablets sowie für Dienstleister (z. B. Ärzte, Krankenschwestern, Pflegekräfte) fungiert, damit diese mit den älteren Bewohnern über den LISA-Smart-TV in Kontakt treten/bleiben können. Die mobile App wird Endbenutzern unter iOS- und Android-Betriebssystemen kostenlos angeboten (über die jeweiligen App Stores). Die App macht verschiedene Bereiche über eine Registerkartenleiste (Tab) zugänglich: Login, Kontakte und Telefon-/Verbindungsaufbau.

Der Prozess beginnt mit der Anmeldung in der App (nachdem der ordnungsgemäße Download aus den iOS- oder Android-App-Store abgeschlossen ist), die über die persönliche Identifizierung der entsprechenden Schnittstellen und nach der ordnungsgemäßen Registrierung in der App erfolgt. Die Daten können für zukünftige Anmeldungen gespeichert werden. Auf der Registerkarte „Kontakte“ werden alle Kontakte alphabetisch angezeigt. Der Benutzer wird auf die Kontakte verwiesen, die ihm oder seinem Konto zugewiesen sind. Diese Liste kann mit einer vereinfachten Kontaktansicht des Telefonbuchs verglichen werden. Der Kontakt zur Zielperson wird durch Klicken/Tippen hergestellt. Auf der Registerkarte „Kontakte“ kann der Benutzer dann auf einfache Weise mit seinen Verwandten und seinem Arzt in Kontakt treten.

Auf der Registerkarte „Einstellungen“ können persönliche Anpassungen in der App vorgenommen werden. Beispielsweise entfernt die Abmelfunktion direkt alle temporären Daten (Cache) von dem mobilen Gerät, sobald der Benutzer vollständig abgemeldet ist. Zudem gibt es eine Kontaktschnittstelle, um den Support zu kontaktieren, sollten Fragen zur Nutzung der App auftreten. Wie in Abbildung 3.5 dargestellt, zeigt das App-Wireframe die gesamte Roadmap für die Funktionalität und Nutzung. Darüber hinaus zeigt Abbildung 3.6 verschiedene Beispiele dafür, wie die App-Funktionen auf dem Bildschirm entwickelt wurden und wie die Benutzeroberfläche schließlich aussah. Die App wurde so

training. The app was designed in a way that the graphical user interface (GUI), navigation, and general usability of the application increases the adoption rate of the application among the target users.

konzipiert, dass die grafische Benutzeroberfläche (GUI), die Navigation und die allgemeine Benutzerfreundlichkeit der Anwendung die Akzeptanzrate der App bei den Zielnutzern erhöht. Ihre Benutzeroberfläche ist sehr benutzerfreundlich und für ältere Menschen ohne vorherige Schulung geeignet.

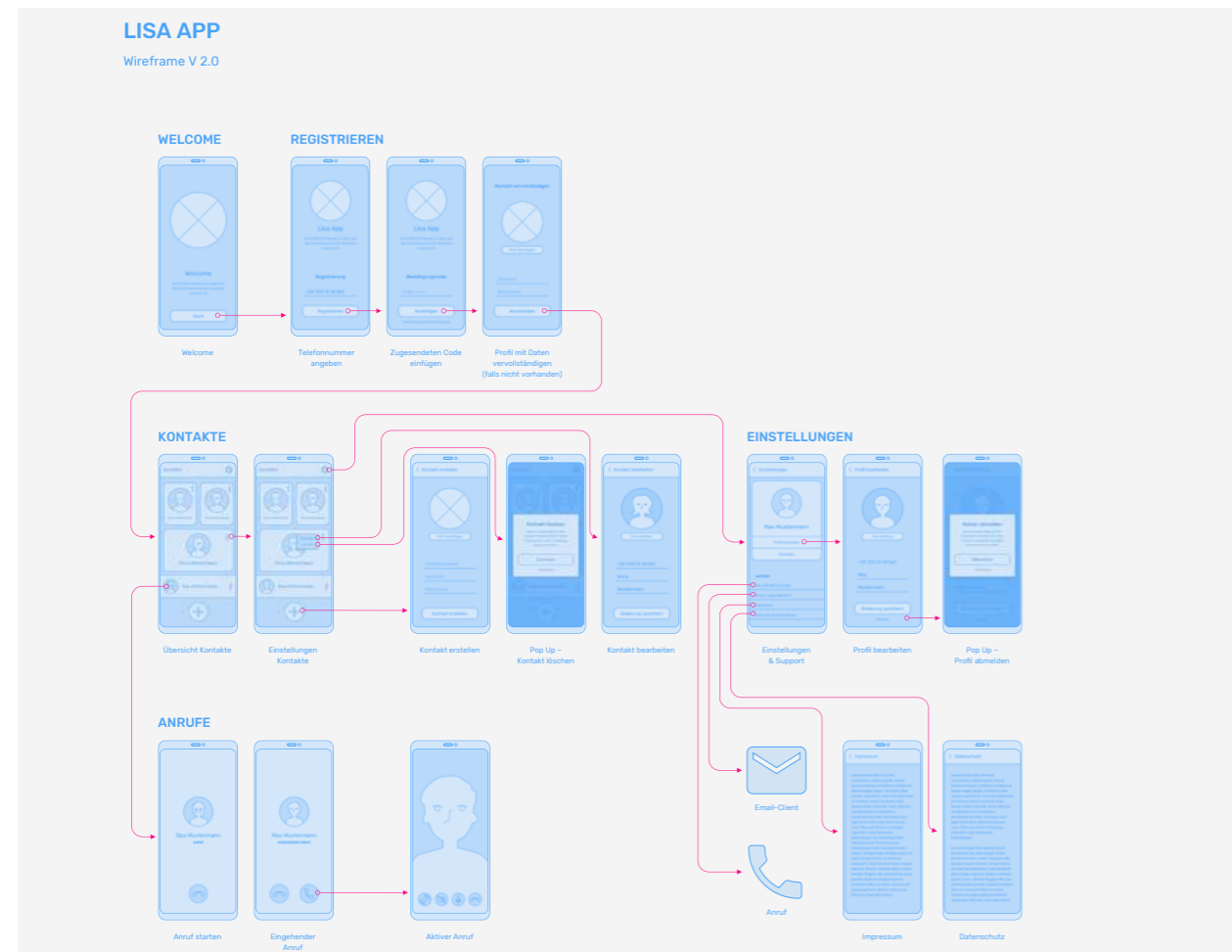


Figure 3.5 / The app wireframe shows functionality.

# Your doctor can contact you whenever you need it.





Following up on your patients has never been easier.

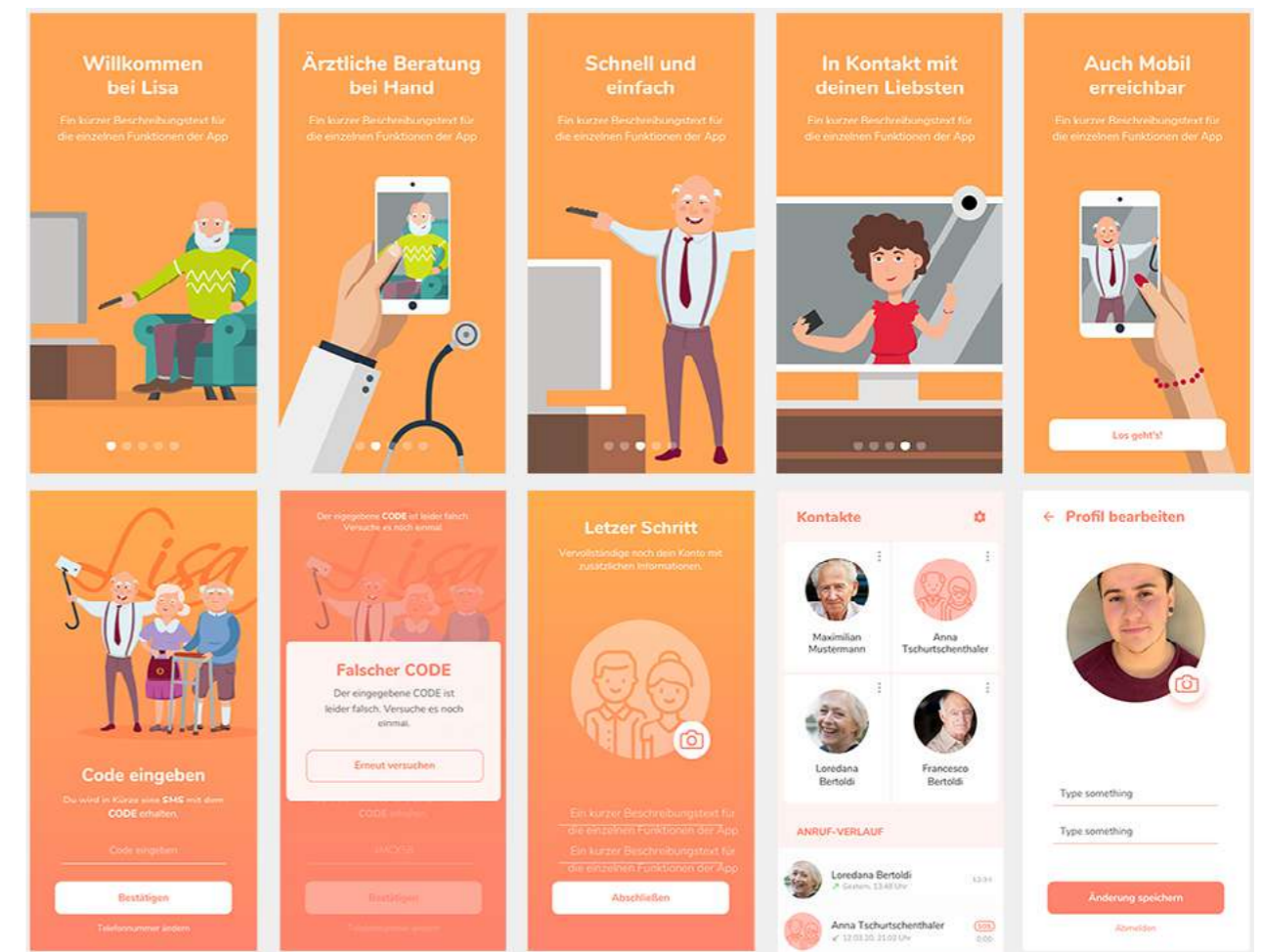
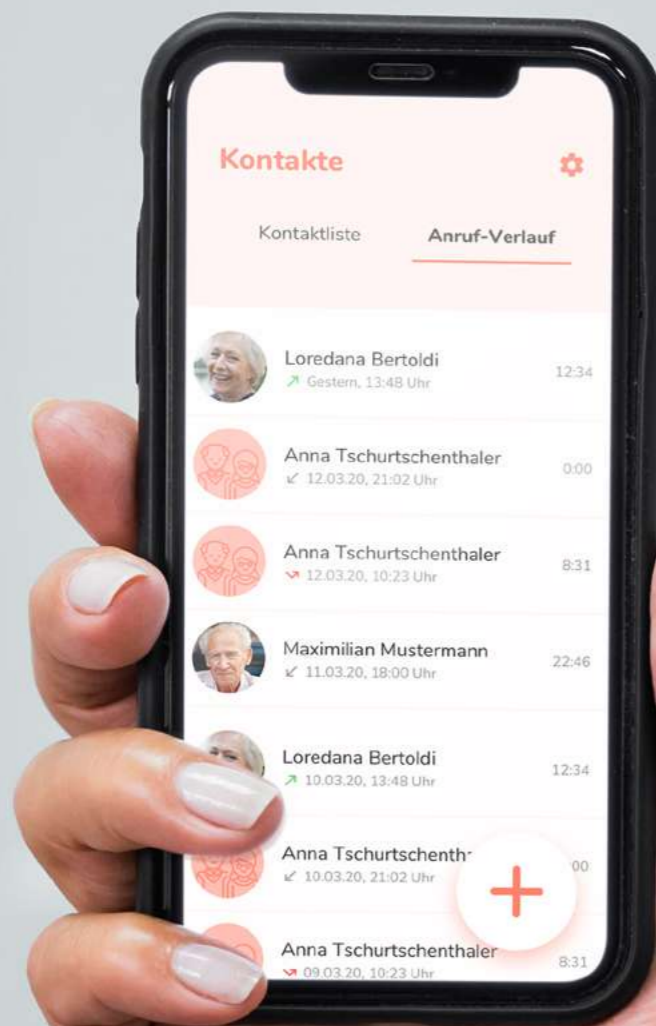


Figure 3.6 / Examples of the app functions as they were developed on screen.

The LISA App is intuitive, easy-to-use and meets the needs of senior users.

# LISA TV Stand Module

One of the pieces of furniture which always occurs in combination with a television is a sideboard, shelf, table, or stand on which to put a television. In particular, today's older generation (adults aged >65 years) watch television three times more than younger adults (Depp et al., 2010). This high usage of television led to the intention of creating and focusing on a TV Stand Module as a related piece of furniture which is placed in the center of the living space.

The LISA TV Stand Module is the most technologically advanced module in the overall system because, behind the module, there is the electrical cabinet where the home automation system, servers, and routers are located/installed (Figure 3.7). The LISA TV Stand Module allows the user to

Eines der Möbelstücke, die stets in Kombination mit einem Fernseher vorkommen, ist das Sideboard oder Regal, auf dem der Fernseher steht. Insbesondere die ältere Generation (Erwachsene > 65 Jahre) sieht dreimal häufiger fern als jüngere Erwachsene (Depp et al., 2010). Diese intensive Nutzung des Fernsehers begründete auch hier die Entscheidung, ein TV-Standmodul als verwandtes Möbelstück zu schaffen und sich darauf zu konzentrieren.

Das LISA-TV-Standmodul ist das technologisch fortschrittlichste Modul im Gesamtsystem, da sich hinter dem Modul der Schaltschrank befindet, in dem das Automatisierungssystem, die Server und die Router installiert sind (Abbildung 3.7). Mit dem LISA-TV-Standmodul kann der Benutzer ständig mit anderen in Verbindung bleiben und ebenfalls den LISA-Smart-TV intuitiv verwenden. Hier kann man seine Lieblingsprogramme sehen und Verwandte per Video anrufen. Der Benutzer kann das Telefon auch ohne ein Kabel induktiv aufladen.

Außerdem hat das LISA-TV-Standmodul viele Regale und Schubladen mit ausreichend Platz für alle Arten von persönlichen Gegenständen wie Bücher, Fotos oder Ähnliches (Abbildung 3.8).

Many useful features, all connected and easily accessible.



**Figure 3.7** / Details of the technical compartment where all the home automation parts have been integrated and hidden from the end user.

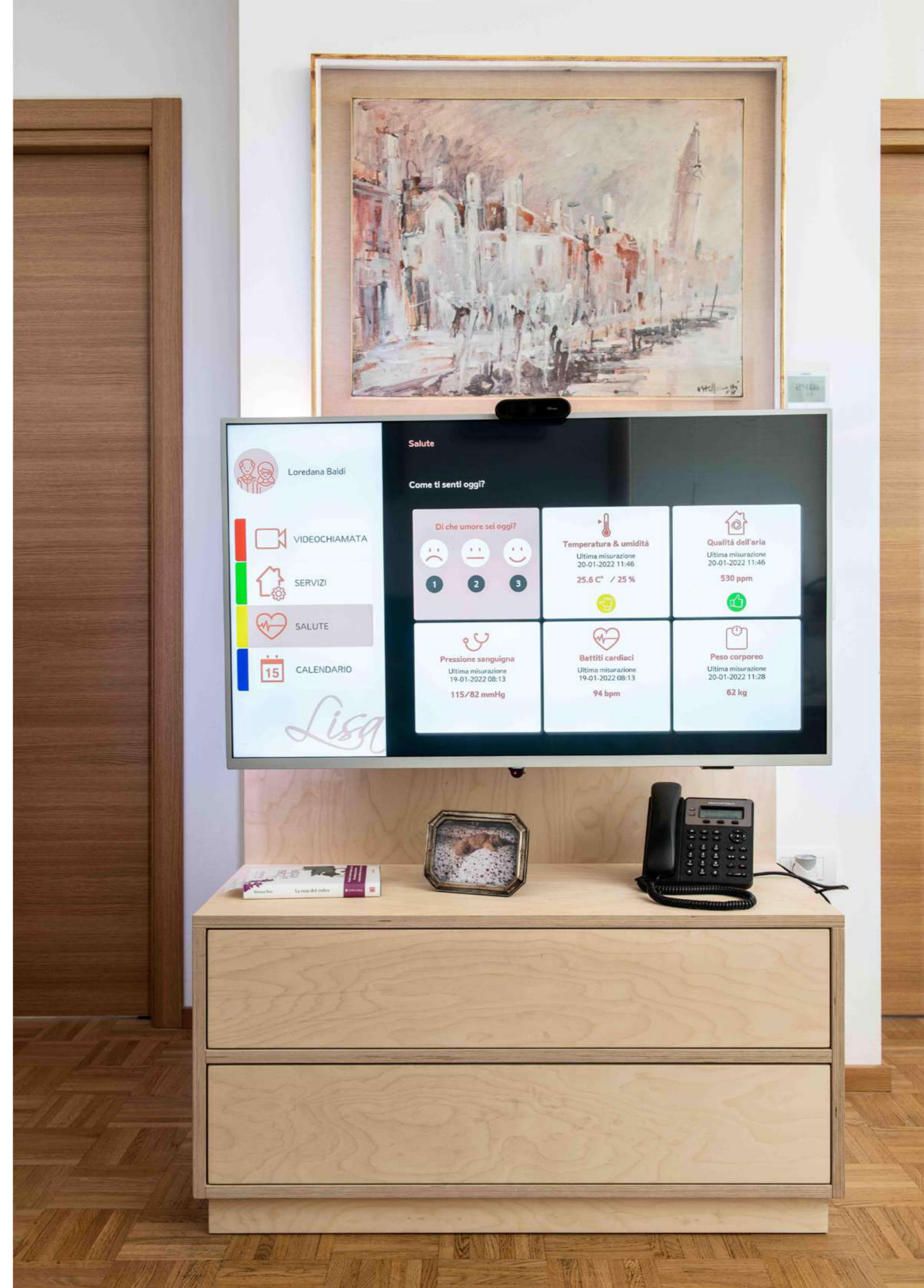
always stay connected and intuitively use the LISA Smart TV. Here, one can watch his/her favourite programmes or video call their relatives. The user can also charge their phone without a cable through inductive charging. Furthermore, the LISA TV Stand Module provides plenty of space for all kinds of personal belongings. The shelves and drawers offer space for personal items such as books, photos, or other personal memories (Figure 3.8).

The module also provides an integrated built-in scale with a control system interface, which allows the user to check their weight and stay fit. It is also possible to integrate a voice-activated virtual assistant with the LISA TV Stand Module (e.g. Alexa from Amazon). This AI technology offers the user a virtual assistant that communicates via an Echo Smart Speaker or with a reminder function to make life easier. Such a verbal

Darüber hinaus bietet das Modul eine integrierte Waage mit einer Benutzeroberfläche, über die der Benutzer das Gewicht im Auge behalten und fit bleiben kann. Es ist möglich, einen sprachaktivierten virtuellen Assistenten in das LISA-TV-Standmodul (z. B. Alexa von Amazon) zu integrieren. Diese KI-Technologie bietet dem Benutzer einen virtuellen Assistenten, der über einen Lautsprecher kommuniziert. Der Assistent hilft bei alltäglichen Wetterabfragen und hat eine Erinnerungsfunktion, um das Leben zu erleichtern. Eine derartige verbale Schnittstelle und die Erinnerungsfunktion können insbesondere für Menschen mit kognitiven Einschränkungen ein entscheidendes Kaufargument sein. Darüber hinaus ist es möglich, die Gerätefunktionen zu erweitern, um weitere Schnittstellen (z. B. Licht, Schalter, Thermostate, Kameras, Schlösser etc.) zu verbinden.



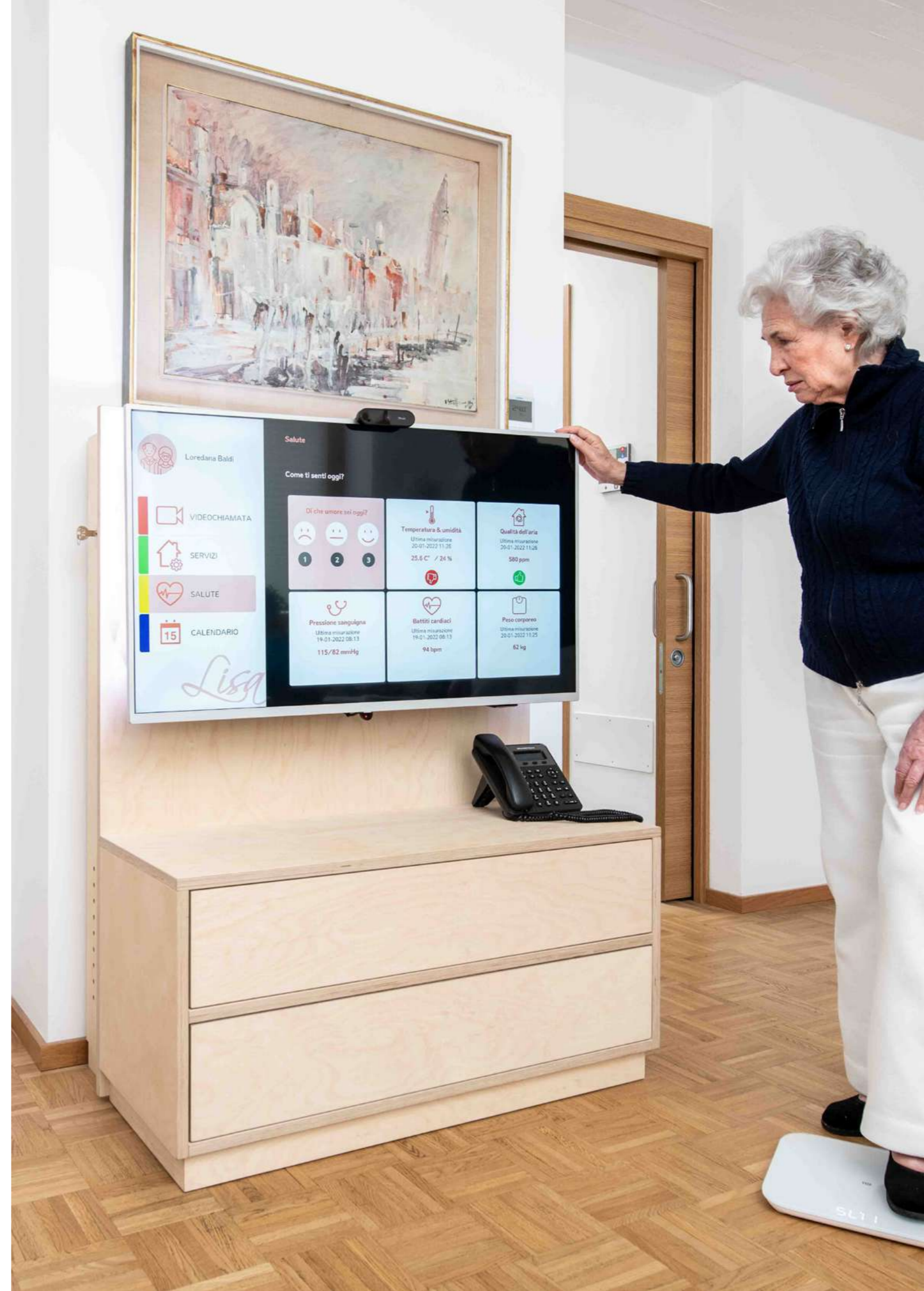
**Figure 3.8** / Top left: check your weight. Bottom left: shelves and drawers offer plenty of space. Top right: smart blood pressure monitor. Bottom right: integrated smartphone charging system.



interface, with reminder functions, can be a decisive factor for usage especially for people suffering from cognitive impairments. Additionally, it is possible to expand the device's capabilities by connecting more tools, such as lights, switches, thermostats, cameras, locks, and more.

Another technological integration is the light module, which can perform colour therapy through different colour settings, thus helping the user achieve a more positive mood (mood nudging). Lighting has a high potency to reduce negative emotions and prevent negative moods. Along with biological effects, (coloured) lighting can have a psychological effect on people. Using intelligent light ambiances may lead to an overall improvement of the user's well-being and health. The light could trigger a positive affective meaning, which could be used to effectively mitigate negative moods. Moreover, the elderly can experience negative mental and emotional states when they realise that they are in the last stage of their life or when they feel sad because they miss their family or relatives. Addressing such negative moods is important to maintain an elderly person's health. Specific colours could engage the elderly for more positive social behaviour or a more active way of life, which can positively increase his/her health status drastically (Kuijsters et al., 2012).

Eine weitere integrierte Technologie ist das Lichtmodul, das eine Farbtherapie über verschiedene Farbeinstellungen durchführen kann und so dem Benutzer hilft, eine positivere Stimmung zu entwickeln (Mood Nudging). Dabei kann die Beleuchtung einen erheblichen Einfluss auf die Stimmung des Nutzers haben und negative Emotionen/Stimmungen reduzieren. Zusammen mit biologischen Effekten kann die (farbige) Beleuchtung eine psychologische Wirkung auf Menschen haben. Die Verwendung intelligenter Lichtumgebungen kann daher zu einer Verbesserung des Wohlbefindens und der Gesundheit des Benutzers führen. Ältere Menschen erleben oft negative psychische und emotionale Zustände, wenn sie feststellen, dass sie sich in der „letzten Phase“ ihres Lebens befinden, oder traurig sind, weil sie ihre Familie oder Verwandten vermissen. Die Bewältigung derartiger negativer Stimmungen ist wichtig, um einen guten Gesundheitszustand älterer Menschen zu erhalten. Außerdem können bestimmte Farben in älteren Menschen ein positiveres Sozialverhalten oder eine aktivere Lebensweise stimulieren, was ihren Gesundheitszustand ebenfalls erheblich verbessern kann (Kuijsters et al., 2012).



# Mike-Module



The dressing aid, referred to as “Mike,” has the function of helping a mobility-impaired person get dressed, for example, putting on a jacket. Due to its mechanical construction, this module brings the jacket into position, holds it up, and, thanks to its adjustable height, places it over the person’s shoulders (Figure 3.9). The movement of the dressing aid is realised by two motors that can be controlled independently from each other. The use of two motors enables synchronous or asynchronous movement of the two ends of the jacket hanger, which is important for the placement function. The motors are controlled by a micro-controller programmed using the Arduino Micro Developer Board. The source code was developed in C++ programming language via the Arduino IDE.

One starts the “Mike” dressing aid by using the foot switch. During the test phase in the laboratory, however, it turned out that operation with the foot switch was sometimes too demanding for the elderly, as they had to briefly balance on one leg to perform this movement. The starting mechanism was therefore optimised from these field tests, and subsequently, a lever was installed instead in the wooden panelling of the dressing aid, designed by Kofler. The lever could be activated by hand or hip movement and then Mike would start the sequence of movements. The wooden panelling had another positive effect because the entire mechanics of the dressing aid could be enclosed in it, so that it is invisible to the user, promoting user acceptance.

In the final developmental stage, different personal height settings could be implemented (using a slider, Figure 3.10). Alternatively, a memory function was conceived, in order to allow the end user to save their personal body measurements and even those of a spouse.

**Mike helps you get ready for your next appointment.**

Die als „Mike“ bezeichnete Anziehhilfe hat die Funktion, Personen mit Mobilitätseinschränkungen beispielsweise beim Anziehen einer Jacke zu helfen. Aufgrund seiner mechanischen Konstruktion bringt dieses Modul die Jacke in Position, hält sie hoch und wirft sie dank ihrer einstellbaren Höhe über die Schulter der Person (Abbildung 3.9). Die Bewegung der Anziehhilfe erfolgt durch zwei Motoren, die unabhängig voneinander gesteuert werden können. Die Verwendung von zwei Motoren ermöglicht eine synchrone oder asynchrone Bewegung der beiden Enden des Jackenaufhängers, was für die Aufwurffunktion wichtig ist. Die Motoren werden von einem Mikrocontroller gesteuert, der mit dem Arduino Micro Developer Board programmiert wurde. Der Quellcode wurde in der Programmiersprache C++ über die Arduino IDE entwickelt.

Die Anziehhilfe „Mike“ wird mit dem Fußschalter gestartet. Während der Testphase im Labor stellte sich jedoch heraus, dass die Bedienung mit dem Fußschalter für ältere Menschen manchmal zu anspruchsvoll war, da sie kurz auf einem Bein balancieren mussten, um diese Bewegung auszuführen. Der Startmechanismus wurde daher für die weiteren Versuche optimiert und stattdessen ein Hebel in die von Kofler entworfene Holzverkleidung der Anziehhilfe eingebaut.

Der Hebel konnte durch eine Hand- oder Hüftbewegung betätigt werden, wodurch Mike die Bewegungssequenz starten würde. Ein weiterer positiver Effekt der Holzverkleidung war, dass die gesamte Mechanik der Anziehhilfe darin optisch verschwinden konnte, sodass sie für den Benutzer unsichtbar war. Damit wurde zusätzlich die Benutzerakzeptanz erhöht.

In der letzten Entwicklungsphase konnten verschiedene Einstellungen für die persönliche Körpergröße implementiert werden (mithilfe eines Schiebereglers, Abbildung 3.10). Alternativ wäre eine Speicherfunktion denkbar, die es dem Endbenutzer ermöglicht, persönliche Körpermaße und sogar die seines Partners zu speichern.



Figure 3.9 / Detail of MIKE's prototype for clipping the jacket to the frame.

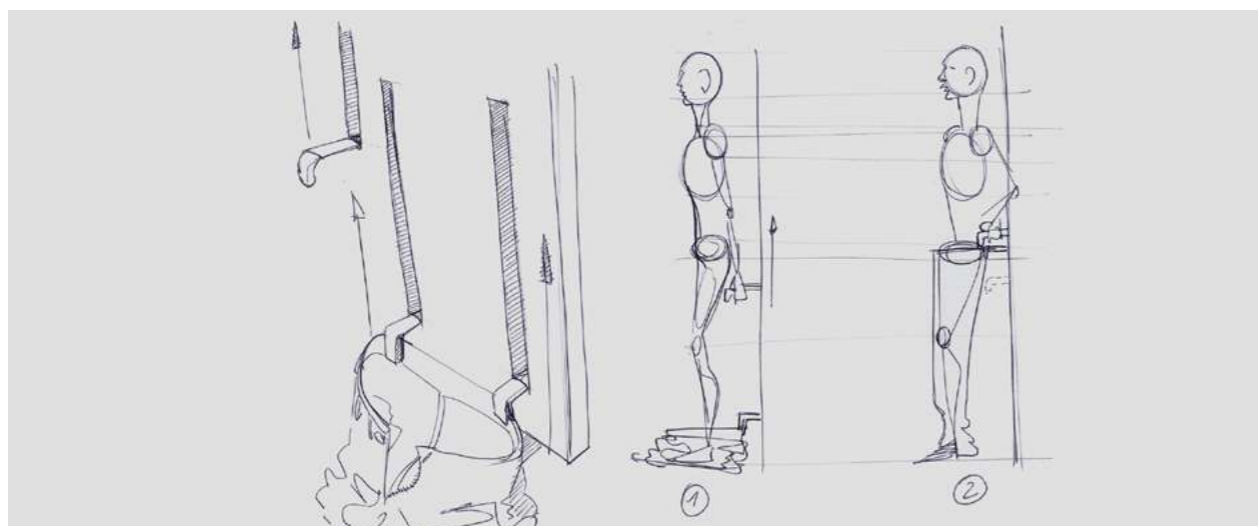


Figure 3.10/ Sketches of MIKE's development.



# Development of Modules

## 3.4 Development of Modules

The various modules (Figure 3.11) that serve the different Life Centers of a home have been developed in a way where service and support modules can be easily attached (i.e. by plug-and-play), and this eases the assembly process. Therefore, the proposed AAL solution is highly customisable towards the user's needs, health situation, and financial resources. For each Life Center, a unique solution was found and the basic modules were developed to be easily installed on site (in just a few hours). General development of the LISA modules followed the guidelines of improving production and assembly, while minimising production costs. To minimise costs, it was necessary to encourage quality and sustainability through a local value-added network. The added value through sales or planning services was handled locally. The goal is to proceed with the project so that it can be further developed into serial production which can operate in close cooperation with a company that ultimately strives for and implements series production following the prototype. Finally, the development of the modules was shaped by optimising production and assembly of the overall modularity, while simultaneously building it cost-effectively for a marketable and affordable product that can cover a large target user group.

## 3.4 Entwicklung der Module

Die verschiedenen Module (Abbildung 3.11), welche verschiedene Life Center einer Wohnung bedienen, wurden so entwickelt, dass Service- und Supportmodule einfach angebracht werden konnten (d. h. durch Plug-and-Play), was den Montageprozess erheblich vereinfachte. Daher ist die vorgeschlagene AAL-Lösung in hohem Maße an die Bedürfnisse, die Gesundheitssituation und die finanziellen Ressourcen des Benutzers anpassbar. Für jedes Life Center wurde eine individuelle Lösung gefunden und die Basismodule wurden so entwickelt, dass sie einfach (in nur wenigen Stunden) vor Ort installiert werden konnten. Die grundlegende Entwicklung der LISA-Module folgte der Richtlinie zur Verbesserung der Produktion und Montage bei gleichzeitiger Minimierung der Produktionskosten. Um die Kosten zu minimieren, ist es notwendig, Qualität und Nachhaltigkeit durch das lokale Netzwerk zu fördern. Der Mehrwert durch Verkaufs- oder Planungsleistungen wird lokal abgewickelt. Ziel ist es, das Projekt so fortzusetzen, dass es zur Serienproduktion weiterentwickelt werden kann. Diese kann in enger Zusammenarbeit mit einem Unternehmen betrieben werden, das letztendlich die Serienproduktion nach einem Prototyp anstrebt und umsetzt. Ziel ist es außerdem, durch Optimierung der Produktion, Montage und Modularität sowie durch die kostengünstige Herstellung ein marktfähiges und erschwingliches Produkt zu generieren, das eine große Zielgruppe ansprechen kann.



Figure 3.11 / 3D models of the different modules.

# Summary of LISA 3

## 3.5 Summary of LISA 3

The modules discussed above, and their related functions, defined the third and final developmental phase of the LISA project. In this phase, the main aim was to significantly expand the software platform and the intelligent communication platform, and, if possible, develop it to market maturity. This final/concluding developmental phase demonstrated how the networking of the modules works and how they can assist elderly adults in everyday life and improve the overall quality of their lives.

This final LISA developmental phase summed up various digital improvements in relation to the previous phases. Moreover, this development created two interactive modules (LISA Smart TV and LISA App), providing a new way for intuitive communication. It allows one to communicate with relatives and doctors without the need to be physically present. The LISA Smart TV offers a wide range of functions, such as generating vital data measurements and monitoring them through various devices, an integration possibility for a voice activated virtual assistant (e.g. Amazon's Alexa), a video chat function, and an integrated smartphone charging system. Additionally, through the LISA App, the user can have all the advantages of the LISA Smart TV available on a mobile phone - simple and intuitive. The LISA App is a daily companion available to the user even when they are not at home. In summary, the latest LISA developmental cycle brings together a complex developmental history, representing a basis and a platform for innovation in the field of AAL.

## 3.5 Zusammenfassung LISA 3

Die vorgestellten Module und die damit verbundenen Funktionen definierten die dritte und letzte Entwicklungsphase des LISA-Projekts. In dieser Phase bestand das Hauptziel darin, die Softwareplattform und die intelligente Kommunikationsplattform erheblich zu erweitern und wenn möglich bis zur Marktreife weiterzuentwickeln. Diese abschließende Entwicklungsphase zeigte, wie die digitale Vernetzung der Module funktioniert und wie sie älteren Menschen im Alltag helfen und die allgemeine Lebensqualität verbessern können.

In dieser letzten LISA-Entwicklungsphase wurden verschiedene digitale Verbesserungen gegenüber den vorherigen Phasen vorgenommen. Darüber hinaus wurden durch die Entwicklung der zwei interaktiven Module LISA-Smart-TV und LISA-App eine neue Art der intuitiven Kommunikation geschaffen. Es ermöglichte die Kommunikation mit Verwandten und Ärzten, ohne physisch anwesend sein zu müssen. Einerseits bietet der LISA-Smart-TV eine Vielzahl von Funktionen, z. B. das Aufzeichnen wichtiger Vitaldaten und deren Monitoring/Kontrolle über verschiedene Geräte, eine Integrationsmöglichkeit für einen sprachaktivierten virtuellen Assistenten (z. B. Amazon Alexa), eine Videochat-Funktion und ein integriertes Smartphone-Ladesystem. Andererseits kann der Benutzer über die LISA-App alle Vorteile des LISA-Smart-TV einfach und intuitiv auch auf dem Mobiltelefon nutzen. Die LISA-App ist dabei der tägliche Begleiter (auch wenn der Benutzer außer Haus ist). Letztlich fasst der dritte und letzte LISA-Entwicklungszyklus eine komplexe Entwicklungsgeschichte zusammen, die eine Grundlage und eine Plattform für Innovationen im Bereich AAL darstellt.



# Conclusions

Ageing is a gradual, continuous process that comes with natural changes. Throughout one's life, many bodily functions begin to gradually decline because the body is exposed to a wide variety of stress during its lifetime. The human body's enormous ability to regenerate is why we can age and experience long life after all. However, over time, this decreases as elderly adults are often faced with various limitations. Age is not only objectively noticeable to the outside world, but also subjectively noticeable by the individual.

The LISA project has demonstrated how it is able to support the elderly with or without restrictions or impairments, and in both physical and psychological aspects. The LISA project is an all-in-one system to assist the elderly in various day-to-day and emergency situations.

The project began with a vision to enhance the enjoyment of life, increase personal autonomy, and promote an elderly person's active social life. The results are a smart living environment that is characterized by high-quality furniture featuring assistant functions that adapt to the individual needs in a targeted manner. The project proves that elderly individuals can feel comfortable in all situations in their everyday life with support, leading to enhanced self-esteem. Through the complex developmental cycles, evaluation loops, and repeated adaptations of the prototypes, an innovative approach was generated to provide a practical response to the ever-increasing challenges posed by social care.

With increasing demand for assistive technologies, and with increasing technology readiness levels (TRL) of the new approaching assistive technologies, however, there will be a time when this new technological approach will fuse with future building design and construction. Moreover, it is expected that the interconnection of various technology-based areas will also affect the overall AAL area. Wearables and sensors directly attached to the body, as well as intervention options, will be distributed not only into the furniture and home environment, but also into public areas, neighborhoods, public streets, and even factories. Sooner or

Altern ist ein kontinuierlicher Prozess, der mit natürlichen Veränderungen einhergeht. Im Lauf der Zeit nehmen viele Körperfunktionen allmählich ab, da unser Körper während unseres Lebens einer Vielzahl von Belastungen ausgesetzt ist. Die enorme Fähigkeit des menschlichen Körpers, sich zu regenerieren, ist der Grund, warum wir überhaupt zu einem langen Leben altern können. Mit der Zeit nimmt diese Fähigkeit jedoch ab, sodass ältere Erwachsene häufig mit verschiedenen Einschränkungen konfrontiert sind. Das Alter ist nicht nur objektiv für die Außenwelt wahrnehmbar, sondern auch subjektiv für den Einzelnen.

Das LISA-Projekt hat gezeigt, wie es ältere Erwachsene mit oder ohne Einschränkungen sowohl in physischer als auch in psychischer Hinsicht unterstützen kann. Es ist ein All-in-One-System zur Unterstützung älterer Menschen in verschiedenen Alltags- und Notfallsituationen.

Das Projekt begann mit der Vision, die Lebensfreude zu steigern, die persönliche Autonomie zu erhöhen und einen aktiven Austausch mit Familie und Freunden zu schaffen. Das Ergebnis ist ein intelligentes Wohnumfeld, das sich durch hochwertige Möbel mit Assistenzfunktionen auszeichnet, die sich gezielt an individuelle Bedürfnisse anpassen. Das Projekt zeigt, dass ältere Menschen sich in allen Situationen ihres Alltags mit Unterstützung wohlfühlen können, was zu einem gesteigerten Selbstwertgefühl führt. Durch die komplexen Entwicklungszyklen, Bewertungsschleifen und wiederholten Anpassungen der Prototypen wurde ein innovativer Ansatz entwickelt, um eine praktische Antwort auf die ständig wachsenden Herausforderungen der Pflege zu geben.

Mit der steigenden Nachfrage nach Assistenztechnologien und der zunehmenden Technologiereife (TRL) dieser neuen Technologien wird es jedoch eine Zeit geben, in der der neue technologische Ansatz mit der zukünftigen Gebäudeplanung und -konstruktion verschmelzen wird. Darüber hinaus wird erwartet, dass die Zusammenschaltung verschiedener technologiebasierter Bereiche auch den gesamten AAL-Bereich beeinflusst. Tragbare Geräte und Sensoren, die direkt am Körper angebracht sind, sowie Interventionsmöglichkeiten

later, AAL technology will be integrated into the aforementioned environments as it is motivated by the need to keep a high quality of life for elderly residents and an ageing workforce.

By implementing AAL technology, for safety (e.g. fall detection) and comfort (e.g. assistance in putting on clothes), the quality of life of elderly people, and even all members of society, will simultaneously improve.

werden nicht nur in die Möbel- und Wohnumgebung, sondern auch in die öffentlichen Bereiche, Nachbarschaften, öffentlichen Straßen und sogar Fabriken verteilt. Früher oder später wird die AAL-Technologie in diese Umgebungen integriert, da sie durch die Notwendigkeit motiviert ist, eine hohe Lebensqualität für ältere Bewohner und eine alternde Belegschaft aufrechtzuerhalten.

Durch die Implementierung der AAL-Technologie für Sicherheit (z. B. durch Sturzerkennung) und Komfort (z. B. durch die Unterstützung beim Anziehen von Kleidung etc.) wird die Lebensqualität älterer Menschen und aller Mitglieder der Gesellschaft gleichzeitig verbessert.

# List of References

- Addae-Dapaah, K., & Wong, G. K. M. (2001). **Housing and the elderly in Singapore - Financial and quality of life implications of ageing in place.** Journal of Housing and the Built Environment. [www.doi.org/10.1023/A:1017960600667](http://www.doi.org/10.1023/A:1017960600667)
- Andrews, Gavin J., Phillips, D. R. (2004). **Ageing and Place.** Routledge. [www.amazon.co.uk/Ageing-Place-Routledge-Studies-Geography/dp/0415481651](http://www.amazon.co.uk/Ageing-Place-Routledge-Studies-Geography/dp/0415481651)
- Bock, T.; Linner, T.; Güttler, J.; Iturralde, K. (2019). **Ambient Integrated Robotics.** In Handbooks on Construction Robotics Series (Vol. 5, p. 63).
- Bundesamt, S. (2019). **Bevölkerungspyramide: Altersstruktur Deutschlands von 1950 - 2060.** [www.service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2060&v=2&l=en](http://www.service.destatis.de/bevoelkerungspyramide/#!y=2060&v=2&l=en)
- Bundesamt, S. (2019). **Studie zur Zukunft des Alterns: Jeder zweite Deutsche sorgt sich vor dem Älterwerden | Ipsos.** [www.ipsos.com/de-destudie-zur-zukunft-des-alterns-jeder-zweite-deutsche-sorgt-sich-vor-dem-alterwerden](http://www.ipsos.com/de-destudie-zur-zukunft-des-alterns-jeder-zweite-deutsche-sorgt-sich-vor-dem-alterwerden)
- Bundesamt, S. (2020). **Zusammengefasste Geburtenziffer nach Kalenderjahren - Statistisches Bundesamt.** [www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Geburten/Tabellen/geburtenziffer.html](http://www.destatis.de/DE/Themen/Gesellschaft-Umwelt/Bevoelkerung/Geburten/Tabellen/geburtenziffer.html)
- Depp, C. A., Schkade, D. A., Thompson, W. K., & Jeste, D. V. (2010). **Age, Affective Experience, and Television Use.** [www.doi.org/10.1016/j.amepre.2010.03.020](http://www.doi.org/10.1016/j.amepre.2010.03.020)
- Dubowsky, S., Genot, F., Godding, S., Kozono, H., Skwesky, A., Yu, H., & Yu, L. S. (2000). PAMMmobility assistent. PAMM - **A Robotic Aid to the Elderly for Mobility Assistance and Monitoring: A "Helping-Hand" for the Elderly.**
- Ebbinghaus, B. (2015). **Demografische Alterung und Reformen der Alterssicherung in Europa - Probleme der ökonomischen, sozialen und politischen Nachhaltigkeit** **Demographic Ageing and Pension Reforms in Europe: Problems of Economic, Social and Political Sustainability.** KZfSS Kölner Zeitschrift Für Soziologie Und Sozialpsychologie, 67(1), 325-348. [www.doi.org/10.1007/s11577-015-0318-5](http://www.doi.org/10.1007/s11577-015-0318-5)
- Eggen, B., & Knotz, C. (2009). **Bevölkerung, Familie Wir leben länger! Aber auch länger gesund? Statistisches Monatsheft Baden-Württemberg, 7, 1-7.** [www.doi.org/10.1016/S0140](http://www.doi.org/10.1016/S0140)
- Freund, H. D. (2013). **Altersmedizin und Geriatrisches Assessment.** ÄP NeurologiePsychiatrie.
- Graf, B., Reiser, U., Hägele, M., Mauz, K., & Klein, P. (2009). **Robotic home assistant care-O-bot® 3 - Product vision and innovation platform.** Proceedings of IEEE Workshop on Advanced Robotics and Its Social Impacts, ARSO. [www.doi.org/10.1109/ARSO.2009.5587059](http://www.doi.org/10.1109/ARSO.2009.5587059)
- Kardos, N., & Demain, A. L. (2011). **Penicillin: The medicine with the greatest impact on therapeutic outcomes.** In Applied Microbiology and Biotechnology (p. vol. 94, nos. 2, 677-687). [www.doi.org/10.1007/s00253-011-3587-6](http://www.doi.org/10.1007/s00253-011-3587-6)
- Kramer, D. (2014). **Der Wandel der Mortalität. In Untersuchungen zum Sterblichkeitsrückgang in der Steiermark.** Springer Fachmedien Wiesbaden. [www.doi.org/10.1007/978-3-658-06257-6](http://www.doi.org/10.1007/978-3-658-06257-6)
- Kuijsters, A., Redi, J., De Ruyter, B., & Heynderickx, I. (2012). **Improving the mood of elderly with coloured lighting.** Communications in Computer and Information Science, 277 CCIS, 49-56. [www.doi.org/10.1007/978-3-642-31479-7\\_10](http://www.doi.org/10.1007/978-3-642-31479-7_10)
- Mikael Eklund, J., Hansen, T. R., Sprinkle, J., & Sastry, S. (2005). **Information technology for assisted living at home: Building a wireless infrastructure for assisted living.** Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology - Proceedings. [www.doi.org/10.1109/iembs.2005.1615321](http://www.doi.org/10.1109/iembs.2005.1615321)
- Mukai, T., Hirano, S., Nakashima, H., Kato, Y., Sakaida, Y., Guo, S., & Hosoe, S. (2010). **Development of a nursing-care assistant robot RIBA that can lift a human in its arms.** IEEE/RSJ 2010 International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS 2010 - Conference Proceedings. [www.doi.org/10.1109/IROS.2010.5651735](http://www.doi.org/10.1109/IROS.2010.5651735)
- Rashidi, P., & Cook, D. J. (2009). **Keeping the resident in the loop: Adapting the smart home to the user.** IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics Part A:Systems and Humans, 39(5), 949-959. [www.doi.org/10.1109/TSMCA.2009.2025137](http://www.doi.org/10.1109/TSMCA.2009.2025137)
- Rosenbaum, H. (2014). **Familienformen im historischen Wandel.** In Familie im Fokus der Wissenschaft (pp. 19-39). Springer Fachmedien. [www.doi.org/10.1007/978-3-658-02895-4\\_2](http://www.doi.org/10.1007/978-3-658-02895-4_2)
- Smarr, C.-A., Fausset, C. B., & Rogers, W. a. (2010). **Understanding the Potential for Robot Assistance for Older Adults in the Home Environment.** In Georgia Inst. of Technology.
- Uhlenberg, P. (1980). **Death and the Family.** Journal of Family History, vol. 5, 3, 313-320. [www.doi.org/10.1177/036319908000500304](http://www.doi.org/10.1177/036319908000500304)
- Vetere, F., Davis, H., Gibbs, M., & Howard, S. (2009). **The Magic Box and Collage: Responding to the challenge of distributed intergenerational play.** International Journal of Human Computer Studies. [www.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.09.004](http://www.doi.org/10.1016/j.ijhcs.2008.09.004)
- Xu, Z., Deyle, T., & Kemp, C. C. (2009). **1000 Trials: An empirically validated end effector that robustly grasps objects from the floor.** Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation. [www.doi.org/10.1109/ROBOT.2009.5152808](http://www.doi.org/10.1109/ROBOT.2009.5152808)

# Aknowledgements

## Project Partners

### **Pfeifer Partners GmbH**

office@pfeiferpartners.it

www.pfeiferpartners.it

Christine Pfeifer | Andreas Villgrattner

---

### **Elektro A. Haller OHG**

info@elektro-haller.com

www.elektro-haller.com

Werner Pichler | Mike Haller | Martin Haller

---

### **MM Design**

mail@mmdesign.eu

www.mmdesign.eu

Alex Terzariol | Carlo Beltrame | Alice Scapin

---

### **Kofler Alois & Co KG**

info@kofleralois.it

www.kofleralois.it

Renate & Luis Kofler

---

### **GR Research GmbH**

info@gr-research.it

www.gr-research.it

Stefan Giacomozzi | Peter Ranigler | Pire Dejaco

---

### **Technical University of Munich**

www.br2.ar.tum.de

Prof. Thomas Bock | Prof. Thomas Linner (since  
01.03.2022: OTH Regensburg)

Jörg Güttler | Rongbo Hu | Marc Schmailzl

## Graphics & Typography

### **MM Design**

Alice Scapin | Jacopo Bridda | Caterina Rigobianco

## Product Photography

Ivo Corrà

## In Cooperation with

### **IDM Alto Adige**

Innovation Development Marketing

---

### **Weisses Kreuz, Croce Bianca**

---

### **Grieserhof Stiftung St. Elisabeth**

# Exploring new approaches to provide for an ageing society's needs.

LISA

[info@lisa-connect.it](mailto:info@lisa-connect.it)

[www.lisa-connect.com](http://www.lisa-connect.com)

