

The economic potential of age-specific assistive systems –  
a theoretical and empirical approach

vorgelegt von  
Dipl.-Ing.  
Sabine Troppens  
aus Berlin

von der Fakultät VII - Wirtschaft und Management  
der Technischen Universität Berlin  
zur Erlangung des akademischen Grades

Doktor der Ingenieurwissenschaften  
- Dr. Ing. -

genehmigte Dissertation

Promotionsausschuss:

Vorsitzender: Prof. Dr. Ing. Frank Straube  
Berichter: Prof. Dr. rer. pol. Klaus-Dirk Henke  
Berichter: Prof. Dr. rer. pol. Uwe Fachinger

Tag der wissenschaftliche Aussprache: 05.09.2013

Berlin 2013  
D 83



Gesundheitsökonomie

**Sabine Troppens**

**The economic potential of age-specific  
assistive systems**

A theoretical and empirical approach

D 83 (Diss. TU Berlin)

Shaker Verlag  
Aachen 2014

**Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek**

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Berlin, Techn. Univ., Diss., 2013

Copyright Shaker Verlag 2014

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-2620-7

ISSN 2191-9836

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: [www.shaker.de](http://www.shaker.de) • e-mail: [info@shaker.de](mailto:info@shaker.de)

## **Vorwort**

Der Grundstein für die vorliegende Dissertation wurde bereits gelegt, als ich während des Studiums an der Technischen Universität Berlin auf eine Person traf, deren Expertise und Menschenkenntnis in mir die Fähigkeit erkannte, wissenschaftlich zu arbeiten. Es ist mir daher ein besonderes Anliegen, meinem Doktorvater Herr Prof. Dr. Klaus-Dirk Henke für die uneingeschränkte Förderung meiner Interessen und Ziele zu danken. In den Jahren als studentische und später wissenschaftliche Mitarbeiterin am Fachgebiet Ökonomie des öffentlichen Sektors, insbesondere Gesundheitsökonomie genoss ich eine stets respekt- und vertrauensvolle, konstruktive Arbeitsatmosphäre, die mich gleichermaßen fachlich und menschlich prägte. Hieran waren auch meine Kollegen und Kolleginnen maßgeblich beteiligt. Ich hatte weiterhin das Glück, während dieser Zeit meinen Zweitgutachter Herrn Prof. Dr. Uwe Fachinger kennenzulernen, dessen Arbeiten an der Universität Vechta über altersgerechte Assistenzsysteme und die daraus entstandenen Forschungsk Kooperationen mit unserem Fachgebiet wegweisend für das Entstehen meiner Dissertation waren. Ihm und seinen Kolleginnen gebührt mein Dank für die stets wohlwollende Unterstützung. Zu den idealen Promotionsbedingungen trugen nicht zuletzt Herr Prof. Dr. Frank Straube bei, der als Vorsitzender des Promotionsausschusses durch seine wissenschaftliche und soziale Kompetenz die Disputation im September 2013 bereicherte, sowie Herr Prof. Dr. Marco Runkel. Ihm danke ich für die Integration in den neu ausgerichteten Lehrstuhl und die gewährte Freiheit, im Umfeld alter und neuer Kolleg(inn)en meinen Dissertations-, Projekt-, Publikations- und Lehrvorhaben nachzugehen. Von besonderer Bedeutung auf dem Weg zur Promotion war schließlich das tatkräftige und herzliche Engagement, welches mir durch Frau Tatjana Kretzschmar und Frau Evelyn Baakes zuteil wurde.

Abschließend möchte ich den vielen Menschen danken, die meinem beruflichen Streben stets ein Echo aus Liebe, Freundschaft, Rat und Halt gaben, allen voran meinen Eltern Ute und Horst Troppens sowie meinem Bruder Stefan.

Sabine Troppens

Februar 2014

## **Kurzdarstellung**

Die vorliegende Dissertation hat zum Ziel, das Potenzial assistierender Produkte und Dienstleistungen, deren Kombination komplexe Assistenzsysteme charakterisiert, mittels einer theoretischen und empirischen Betrachtung zu erfassen.

Dazu ist es zunächst notwendig, sich kritisch mit der Terminologie auseinanderzusetzen, die von Vertretern verschiedener wissenschaftlicher Disziplinen benutzt wird, darunter Ingenieur-, Computer-, Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, um sowohl assistierende Güter und Technologien, als auch ihre Märkte und Zielgruppen zu beschreiben. Mit ebenso interdisziplinärem Blick nur können die vielfältigen Aspekte des Alterns verstanden werden, aus denen der Bedarf einer der wichtigsten Gruppe von Konsumenten abgeleitet wird: Menschen in höherem Lebensalter. Dass assistierende Güter Bestandteil der persönlichen physischen und sozialen Umgebung werden, demzufolge aus soziologischer, psychologischer, kultureller oder demographischer Sicht bewertet werden können, gehört ebenso zur Erfassung ihres Potenzials wie die gesundheits-, regional- und finanzwissenschaftlichen Effekte ihrer Anwendung. Eine solche ökonomische Perspektive unterscheidet zudem die mikro-, meso- und makroökonomische Ebene. Um der Mehrdimensionalität des Potenzials von Assistenzsystemen gerecht zu werden, nimmt sich die vorliegende Dissertation der genannten Perspektiven an und identifiziert sowohl direkte monetäre, als auch indirekte, intangible Aspekte.

Für die empirische Erfassung des ökonomischen Potenzials assistierender Systeme wird zunächst die Lücke zwischen qualitativen Beschreibungen technisch möglicher Lösungen und den mikroökonomisch relevanten Anschaffungs- und laufenden Kosten geschlossen. Letztere stellen für konsumierende private Haushalte einen aus dem Haushaltsbudget voll- oder teilumfänglich zu bestreitenden Investitionsbedarf dar. Darüber hinaus erweitert die vorliegende Arbeit die existierende Literatur zu empirischen Schätzungen des Marktvolumens. Der dazu vorgeschlagene innovative formale Ansatz ermöglicht die Berechnung einmaliger und laufender Kosten eines exemplarischen Warenkorbs. Auf dessen Grundlage wird unter Einbeziehung

der Einstellung der Konsumenten zu den ausgewählten Gütern ein nationales fiktives Umsatzpotenzial als makroökonomische Größe errechnet.

Der gewählte methodische Ansatz lässt sich auf mehrere Arten in zukünftiger Arbeit erweitern. So sind beispielsweise Zeitreihen denkbar oder die Ermittlung einer optimalen Ausstattung von Haushalten mit assistierenden Gütern. Die formale Beschreibung des Ansatzes erlaubt es zudem, ihn als Software zur automatisierten Berechnung der mikroökonomischen und makroökonomischen Größen umzusetzen.

## **Abstract**

The purpose of this thesis is to provide a theoretic and empirical approach to the economic potential of assistive systems and their components, i.e. assistive products and services.

The first step to be taken is a critical contemplation of terms used by representatives of different scientific disciplines, such as engineering, computer sciences, social sciences and economics, to describe assistive goods, technologies, markets, and target groups. In order to address the needs of ageing persons, who are regarded as the leading target group for assistive goods, one has to understand the multifaceted aspects of ageing and consider the fact that assistive goods form part of a person's physical and social environment. Given that framework, the economic potential of assistive systems is a multidimensional quantity. It can be defined from a health economic, regional economic, fiscal, but also micro-, meso-, and macroeconomic point of view. Beyond the economic viewpoint, there is, e.g., the sociological, psychological, cultural, or demographic perspective. Looking at the potential of assistive systems from various angles, this thesis touches on both its direct, thus monetary, and indirect, hence intangible terms.

Concerning the empirical assessment of the economic potential, the thesis aims at closing the gap between qualitative descriptions of technical solutions for private households and quantitative information about their costs, which represent investment needs from a consumer's microeconomic point of view. Moreover, the thesis contributes to the literature on empirical estimations of market volumes for assistive technologies. The suggested novel formalized methodological approach facilitates the calculation of one-off and running costs of differently composed baskets of goods. Based on these baskets of goods, national fictitious sales representing the economic potential from the macroeconomic point of view are computed by integrating the consumers' attitude towards the selected assistive goods.

Finally, the methodological approach permits several extensions, e.g. time-series or the optimal equipment of a household with assistive goods can be explored. In addition, its formal description facilitates a software realization.



# List of contents

<b>List of contents</b> .....	5
1 Introduction.....	9
1.1 Motivation and research question.....	9
1.2 Problem statement and aim of the dissertation.....	11
1.3 Structure of the dissertation.....	12
2 Starting point: Driving forces for the economic potential of assistive systems.....	13
2.1 Global trends challenging social and healthcare systems.....	13
2.2 Some empirical data on global trends.....	14
2.2.1 Demographic trends and their budgetary implications - a European perspective.....	14
2.2.2 Paying particular attention to long-term care needs in the EU.....	19
2.2.3 Age-related diseases and healthcare costs - empirical evidence from Germany.....	24
2.3 Preliminary conclusion.....	31
3 Theoretic foundations: Definition of terms as a qualitative prerequisite for quantitative work on assistive systems.....	34
3.1 Assistive technology devices and assistive services.....	34
3.2 “Ambient Assisted Living” and Ambient Intelligence.....	37
3.3 The supply of assistive systems.....	43
3.3.1 Goods and markets.....	43
3.3.2 Home automation: support for daily routines in private households.....	49
3.3.3 Home safety and security.....	50
3.3.4 Communication, entertainment and social networking.....	52
3.3.5 Health and care.....	54
3.3.6 Assistive Services.....	58
3.4 Target groups for assistive systems.....	63
3.5 Multidimensional aspects of ageing and the needs of the leading target group.....	65
3.6 Preliminary conclusion.....	69

4	Towards a working definition of assistive systems and their economic potential.....	75
4.1	Understanding the concept of environment .....	75
4.2	Selected empirical evidence for the impact of environments on healthy and successful ageing.....	80
4.3	Preliminary conclusion I: Assistive systems in the environment of ageing persons.....	86
4.4	Preliminary conclusion II: Working definition of assistive systems .....	90
4.5	Preliminary conclusion III: Working definition of the economic potential .....	92
5	Related empirical work on the economic potential of assistive systems.....	98
5.1	The economic potential of the health economy .....	98
5.2	From the economic potential of the health economy to the economic potential of assistive systems .....	104
5.3	Empirical estimations of the economic potential of assistive systems.....	110
5.3.1	The number of potential consumers .....	110
5.3.2	The willingness to accept and to use assistive systems .....	113
5.3.2.1	Evidence from Germany .....	113
5.3.2.2	Evidence from the EU.....	119
5.3.2.3	Evidence from the USA .....	123
5.3.2.4	Evaluation of the presented empirical work.....	126
5.3.3	The willingness to pay for assistive systems .....	128
5.3.4	The volume of involved industrial branches and submarkets.....	133
5.3.5	The market for assistive systems .....	137
5.4	Preliminary conclusion .....	145
6	A methodological framework to calculate the economic potential of assistive systems.....	148
6.1	Background .....	148
6.2	The theoretical model .....	148
6.2.1	Setting the scene .....	148
6.2.2	Computing the costs of assistive systems.....	152
6.2.3	Computing the fictitious sales potential of assistive systems .....	154

6.3	Empirical results.....	157
6.3.1	Basic Scenario.....	157
6.3.2	Scenario variant I: Market penetration and consumers' attitude.....	164
6.3.3	Scenario variant II: Consumers' needs concerning health and care.....	167
6.3.4	Scenario variant III: Composition of submarkets, goods and target groups.....	171
6.4	Summary of the applied scenario based approach .....	176
7	Synopsis and evaluation of achievements .....	181
7.1	Summary of findings .....	181
7.2	Discussion of the empirical results.....	190
8	Perspective .....	200
9	Appendix.....	203
9.1	List of abbreviations .....	203
9.2	List of symbols .....	207
9.3	List of figures.....	208
9.4	List of tables .....	209
9.5	References.....	212