

Forum Medientechnik 2015



**Markus Seidl / Grischa Schmiedl (Hrsg.)**

# **Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas**

**Beiträge der Tagung 2015  
an der Fachhochschule St. Pölten**

M. Seidl / G. Schmiedl (Hrsg.):  
Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet unter <http://d-nb.de> abrufbar.

© Verlag Werner Hülsbusch, Glückstadt, 2015

**vwh** Verlag Werner Hülsbusch  
Fachverlag für Medientechnik und -wirtschaft

[www.vwh-verlag.de](http://www.vwh-verlag.de)

Einfache Nutzungsrechte liegen beim Verlag Werner Hülsbusch, Glückstadt.  
Eine weitere Verwertung im Sinne des Urheberrechtsgesetzes ist nur mit  
Zustimmung der Autoren möglich.

Markenerklärung: Die in diesem Werk wiedergegebenen Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenzeichen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung geschützte Marken sein und als solche den gesetzlichen Bestimmungen unterliegen.

Korrektur und Satz: Werner Hülsbusch  
Umschlag: design of media, Lüchow  
Druck und Bindung: SOWA Sp. z o. o., Piaseczno

Printed in Poland

ISBN: 978-3-86488-090-2

## Vorwort

Das 8. *Forum Medientechnik*, das am 26. November 2015 an der Fachhochschule St. Pölten vom Institut für Creative\Media/Technologies durchgeführt wird, setzt die erfolgreiche Fachtagungsreihe fort, welche die Innovationskraft und rasante Entwicklung der Medienbranche in ihrer vollen Breite aufzeigt. Als Spiegel des Forschungsinteresses stellen sich die inhaltlichen Schwerpunkte der Veranstaltung sehr breit gefächert dar, um einen disziplinübergreifenden Austausch anzuregen und zu ermöglichen.

Nach wie vor ist der Drang, technische Innovationen so schnell wie möglich in medientechnischen Produkten und Produktionen einzusetzen, aktuell.

Ergänzend dazu kann dieses Jahr ein deutlicher Trend erkannt werden, den Mensch, sein Wohlbefinden und seine Entwicklung in den Mittelpunkt der Veranstaltung zu rücken. Mehr als die Hälfte der Einreichungen befasst sich mit Themen aus den Bereichen Gender und Diversity, Ambient Assisted Living, medienunterstütztes Lernen von der Kindheit bis ins hohe Alter, Digital Healthcare und medienunterstützte Gesundheitswissenschaften.

Die Medientechnik ist erwachsen geworden. Auch wenn die hedonistische Nutzung medientechnischer Produktionen nach wie vor ein wichtiger Teil der Forschung ist, setzen sich professionelle Einsatzszenarien mit dem Ziel der Lebensverbesserung immer mehr durch. Dass dies kein Widerspruch sein muss, sondern vielmehr sogar die Stärke unserer Forschungsausrichtung darstellt, zeigen Ansätze wie Gamification, bei der Elemente des **Genre** Computerspiele in spieelfremden Szenarien eingesetzt werden, um den Nutzerinnen und Nutzern z. B. in Lern- oder Arbeitsszenarien neue Anreize zu bieten. Auch Human Computer Interaction und Informationsvisualisierung sind Themenkomplexe, die heute viele medientechnische Projekte zum Erfolg führen.

Dennoch ist die Medientechnik jung geblieben. Vielversprechende neue technische Möglichkeiten werden sofort aufgegriffen und etablieren sich oft innerhalb von wenigen Jahren. Die Entwicklung des World Wide Web hat die gesamte Medienlandschaft, die Wirtschaft und die Gesellschaft nach nur fünfundzwanzig Jahren komplett verändert. Smartphones, welche heute die weltweit am weitesten verbreitete Möglichkeit zum Zugriff auf das WWW darstellen, haben nach dem Überschreiten der Ein-Prozent-Marke kaum fünf Jahre gebraucht, um sich gegenüber allen anderen Endgeräten durchzusetzen. Noch rasanter zeigen sich die Auswirkungen des aktuellen Trends, persönli-

che und auch sensitive Daten primär in der Cloud zu speichern, wodurch Themen wie Datensicherung und Datensicherheit völlig neue Aspekte bekommen und eine steigende Relevanz erfahren.

Die Beiträge im vorliegenden Tagungsband des 8. *Forum Medientechnik* greifen diese Trends auf, entwickeln sie weiter, zeigen neue Ideen und Anwendungsmöglichkeiten sowie deren Folgen auf. Die inhaltliche Breite der Artikel zeigt die Vielfalt unseres Forschungsgebiets.

Aber auch das *Forum Medientechnik* selbst hat sich weiterentwickelt. Nachdem bereits zum zweiten Mal die Auswahl der Beiträge von einem internationalen Programm-Komitee in einem Double-blind-Verfahren ausgewählt wurden, waren dieses Jahr in der Einreichung bereits die Volltexte der Beiträge verlangt. Dadurch konnte die Qualität der veröffentlichten Papers in der Auswahl besser berücksichtigt werden.

Wir möchten uns bei allen AutorInnen, den Mitgliedern des Programm-Komitees und allen BesucherInnen unserer Tagung bedanken. Ein besonderer Dank gilt auch allen MitarbeiterInnen, die bei der organisatorischen Umsetzung der Tagung beteiligt waren, vor allem Ulrike Wieländer und Rosmarie Tomasch von der Abteilung Forschung und Wissenstransfer, ohne deren Unterstützung weder die Tagung noch diese Publikation möglich gewesen wären.

St. Pölten, im November 2015

*Die Herausgeber*

*Markus Seidl*  
Leiter Forschungsgruppe  
Media Computing  
Administrativer Leiter Institut für  
Creative\Media\Technologies

*Grischa Schmiedl*  
Stv. Studiengangsleiter  
Digitale Medientechnik

## Programmkomitee

Wir danken den Mitgliedern des Programmkomitees:

- Wolfgang Aigner – IC\M/T, FH St. Pölten
- Andreas Büchele – IC\M/T, FH St. Pölten
- Andreas Koch – Hochschule der Medien Stuttgart
- Dorothea Erharter – Zentrum für Interaktion, Medien & soziale Diversität
- Andreas Gebesmair – ÖIM, FH St. Pölten
- Dieter Hayn – AIT Austrian Institute of Technology GmbH
- Brian Horsak – FH St.Pölten
- Matthias Husinsky – IC\M/T, FH St. Pölten
- Michael Iber – IC\M/T, FH St. Pölten
- Isabel John – HS Würzburg-Schweinfurt
- Thiemo Kastel – IC\M/T, FH St. Pölten
- Bente Knoll – Büro für nachhaltige Kompetenz
- Christian Märtin – FH Augsburg
- Dalibor Mitrović – mediamid digital services GmbH
- Lars Oertel – IC\M/T, FH St. Pölten
- Tassilo Pellegrini – ÖIM, FH St. Pölten
- Cornelius Pöpel – HS Anzbach
- Alexander Rind - IC\M/T, FH St. Pölten
- Rosa von Suess – IC\M/T, FH St. Pölten
- Veronika Winter – FH Technikum Wien
- Matthias Zeppelzauer - IC\M/T, FH St. Pölten



# Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
Programmkomitee	7
<b>Gender and the Design of Computer Interfaces in Control Rooms</b>	<b>11</b>
<i>Margit Pohl, Elisabeth Weißenböck, Peter Judmaier, Gernot Rottermann, Stefanie Größbacher, Dorothea Erharter</i>	
<b>Haptische Information beim Messeauftritt Ein audiovisuelles Game-Terminal zur spielebasierten Attraktivitätssteigerung einer Firmenpräsentation</b>	<b>23</b>
<i>Anna Müller, Andreas Fliehr, Franziska Ehrenfeld, Cornelius Pöpel</i>	
<b>Von rosa und blau zur ganzen Farbenpalette Transmediales Erzählen als Strategie für die geschlechtssensible Gestaltung von Kindermedien</b>	<b>35</b>
<i>Astrid Ebner-Zarl</i>	
<b>Pilotstudie zur sonifikationsgestützten Ganganalyse</b>	<b>51</b>
<i>Michael Iber, Brian Horsak, Karin Bauer, Anita Kiselka, Anna-Maria Gorgas, Ronald Dlapka, Jakob Doppler</i>	
<b>SONImed – Entwicklung einer sonifikationsgestützten Methode zur Analyse medizinischer Bilddaten</b>	<b>69</b>
<i>Patrik Lechner, Valentin Langer, Wolfgang Fuchs, Alexander Clement, Benjamin Bauernfeind, Thomas Kirchner, Patrick Fritsche, Tobias Karl</i>	
<b>Messmethoden zur Erfassung des Sitzverhaltens in Leitstellen</b>	<b>87</b>
<i>Romana Bichler, Birgit Laser</i>	
<b>Lizenzierungspraxis in Daten-Clouds Empirische Befunde und Folgeprobleme</b>	<b>97</b>
<i>Tassilo Pellegrini, Ivan Ermilov</i>	

---

<b>Werkzeugunterstützung für die pattern- und modellgetriebene Entwicklung interaktiver Systeme in PaMGIS 2.0</b>	<b>111</b>
<i>Christian Martin, Jürgen Engel, Antonios Fesenmeier, Roland Reitböck, Christian Herdin</i>	
<b>Welchen Einfluss übt der Third-Person-Effekt beim Konsum von Kommentaren zu redaktionellen Inhalten auf RezipientInnen im Alter von 14 bis 25 Jahren aus?</b>	<b>125</b>
<i>Jasmin Öztürk, Verena Götzner, Thomas Pöcksteiner, Fabian Orner, Piotr Jablonowski</i>	
<b>Feasibility of Eye Tracking in a Safety-Critical Environment to Support the Design Process of Gender &amp; Diversity</b>	<b>133</b>
<i>Gernot Rottermanner, Peter Judmaier, Stefanie Größbacher, Dorothea Erharter, Margit Pohl, Elisabeth Weissenböck</i>	
<b>CARE – Ein digitaler Bilderrahmen mit Empfehlungsmodus für Senioren</b>	<b>141</b>
<i>Thomas Rist, Madita Herpich, Elisabeth André</i>	
<b>Prüfungsvorbereitung für Medizinstudierende Empfehlungen für die Entwicklung einer M-Learning-Applikation</b>	<b>157</b>
<i>Martin Bertschler, Patricia-Nicole Gritz, Ana Gvozden, Christian Jandl, Wilhelm Pfersmann, Theres-Sophie Scheucher, Bernhard Zeller, Kerstin Blumenstein, Grischa Schmiedl</i>	

# Gender and the Design of Computer Interfaces in Control Rooms

*Margit Pohl<sup>1</sup>, Elisabeth Weissenböck<sup>1</sup>, Peter Judmaier<sup>2</sup>,  
Gernot Rottermann<sup>2</sup>, Stefanie Größbacher<sup>2</sup>, Dorothea Erharter<sup>3</sup>*

*1 Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung,  
Technische Universität Wien*

*2 IC\M/T – Institute for Creative\Media/Technologies,  
Fachhochschule St. Pölten*

*3 Zentrum für Interaktion, Medien & soziale Diversität*

*margit@igw.tuwien.ac.at, elisabeth.weissenboeck@tuwien.ac.at,  
{peter.judmaier, gernot.rottermann, dm131539}@fhstp.ac.at, d.e@zimd.at*

## **Abstract**

Control rooms play an increasingly important role in modern industry. However, women are still a minority in this field. There are several different explanations which might be responsible for the low number of women employed in control rooms. One of them is the design of the interfaces used in such control rooms. The following paper provides an overview of the respective literature. This overview covers perceptual, cognitive and usability aspects. Based on this overview, we derive recommendations for the design of systems to attract more women to this field.

## **1 Introduction**

Control rooms play an ever increasing role in modern industry (e.g. power plants) (cf. Kluge 2014), in transport (railways, air traffic ...) as well as in civil protection. Control room operators often work under stress and might suffer from an overload of information in crisis situations. Therefore, the appropriate design of interfaces in control rooms is essential. Jamieson et al. (2007) discuss which methods to use for the design of efficient and effective interfaces for control rooms. They point out that interface designs address

both questions of which information to display and how to display this information. Han et al. (2007) describe how guidelines can be used to design appropriate interfaces for control rooms to improve the task efficiency and reduce human errors. In control rooms, large displays are increasingly used (cf. Pohl 2013). These large displays pose new questions on the organisation and the presentation of information. Finding and identifying relevant information on large displays is very challenging. In general, the appropriate design of interfaces for control room displays is a challenging issue.

It is important to note here that women are a minority when it comes to employment in control rooms. There are several possible explanations for this phenomenon. The St. Pölten University of Applied Sciences, Vienna University of Technology together with two industrial companies carried out a project called GenSiSys<sup>1</sup> to investigate this problem. The project aimed to identify the kind of measures that companies could take to make the workplaces in control rooms more attractive to women. We identified two areas where possible adaptations could be made – ergonomics and the design of the systems in control rooms. Other aspects, as e.g. issues of work-life-balance or general attitudes towards women in the IT sector are similarly relevant but were not focused in this project. We focused our attention on the field of ergonomics and the design of systems. After having reviewed the existing literature, research addressing gender issues in control rooms seems to be scarce. Therefore, we collected more general information on the prevailing conditions in control rooms: The combination of a high level of stress together with the cognitive demands of monitoring large screens and taking quick decisions is typical for control rooms. The relevance of this overview for the design of control rooms lies in the identification of relevant research and combination of more general guidelines which are specifically relevant for the issue of gender sensitive interface design for control rooms.

The issue of underrepresentation of women in technology-related jobs is a highly controversial one. There has been an ongoing discussion especially in the area of computer science on potential explanations for the underrepresenten-

---

<sup>1</sup> Full title: “Designing work spaces for environments using safety-critical systems with regards to gender equity”. Funding: Austrian Ministry for Transport, Innovation & Technology, FEMtech 2nd Call. Project team: Fachhochschule St. Pölten; Technische Universität Wien (Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung, Arbeitsgruppe HCI); Frequentis AG; USECON GmbH; Zentrum für Interaktion, Medien & soziale Diversität (ZIMD).

tation of women and how it could be overcome (cf. Pohl & Lanzenberger 2008). Some researchers assume that there are innate differences between women and men responsible for the low number of women in technology-related jobs (cf. Stenstrom et al. 2008). In contrast to that, the majority of researchers in the field claims that the differences are learned in early childhood and strengthened by prevalent attitudes in society (cf. Cassell 2003). Following this position, there is some agreement that the design of interfaces should not result in a reinforcement of stereotypical behaviour of women and men. Interfaces should be flexible and adaptive to accommodate the needs of different groups of people – they should support diversity in the users (cf. *ibid.*). In this context, methodological issues play an important role. Bardzell & Bardzell (2011) point out that there is some similarity between feminist approaches and approaches in HCI. Participatory design, for example, has been popular in HCI for quite some time and is similar to approaches in gender-sensitive research emphasizing the integration of the participants of experiments into the research process. This makes it easier to investigate inclusive and gender-sensitive interfaces in HCI in general, but also in control room applications in particular.

In this paper we first describe the GenSiSys project. As a first step we carried out a literature review to identify possibilities of how workplaces could be changed to attract more women and to fit better to their needs. In the following section of this paper we give an overview of the literature reviewed. Although the aspect of ergonomics is also important to take into account, we concentrate this paper on the interface design aspect. Ergonomics aspects will be described elsewhere (cf. Bichler & Laser 2015). As a last step we discuss relevant research areas for promoting the work of women in control rooms and suggest recommendations for the design of interfaces in these rooms.

## **2 Project GenSiSys**

The GenSiSys project examines gender aspects regarding the evaluation of safety-critical workplaces. Safety-critical workplaces are systems where decisions, actions or mistakes by operators and controllers directly affect human lives; thus, placing high demands on the work environment and staff. According to statistical investigations on military standards (cf. Ministry of Defence 2008), usability (cf. Tan et al. 2003) and occupational medicine

(cf. Dunk & Callaghan 2005), one may suspect diverse, gender-specific job requirements. Since the employees in such safety-critical work environments as well as the personnel in software development departments tend to be male, it is likely that the gender-specific differences have yet to be examined. Moreover, incomplete or missing knowledge complicates the development of gender-sensitive work environments. This – in turn – might be an explanation as to why many safety-critical systems where a high degree of technical knowledge is required continue to be dominated by men.

The GenSiSys project seeks to explain how the requirements and needs of diverse user groups regarding the design of the workplace in safety-critical environments can be researched and verified. The goal is to find a set of methods that can be used in safety-critical environments that are tailor-made to their specific requirements and to define guidelines for their implementation.

#### *Approach*

Initially, suitable institutions with a safety-critical work environment had to be found. This proved to be more difficult than expected, because safety-critical organisations wouldn't easily open their doors for external evaluators. Thus, the experimental field had to be reduced from – the originally planned – three to two organizational fields. Eventually, some extremely open and cooperative partners who provided the project team with comprehensive support were found in the 144 emergency call control centers of Lower Austria in St. Pölten and the operations management center of the Austrian National Railways in Linz. An extensive review of the literature was also conducted to include empirical research on the aspects of gender and diversity. This information provided the basis for 19 recommendations from the fields of ergonomics, human computer interaction, sociology and biology. In addition, comprehensive data was collected on the current design of the workspace at the two control centers.

The research methods were adapted to the different aspects of work environment design such as ergonomics, usability and ethnography, taking their potential of verifying the developed hypotheses into account. The evaluation of the test results will enable suitable methods to be determined based on gender equality, feasibility in safety-critical environments, technical and financial feasibility, reliability, validity and objectivity. The practical experience gained by the project team during the tests will contribute to concrete guidelines for the implementation of the methods.

This set of methods, complete with user guidelines, shall facilitate decisions on the design of gender-sensitive work environments in the future. Furthermore, this method set shall contribute to mainstream gender aspects into the work environments of safety-critical control centers.

### 3 Literature Review

Working in a control room requires the use of a special software; for instance, for taking and holding incoming calls in an emergency call center or for monitoring different routes, tracks and railway stations. Operators need this software to make quick decisions under time pressure (cf. Coskun & Grabowski 2004): The mistake of an operator can lead to the damage of property, the loss of financial resources or even worse – the loss of human life (cf. Knight 2002). Therefore, the software and the user interface have to support fast decision-making.

How should the user interface of this software be designed to facilitate the operator's work? Are there any differences between men and women when using the software? What we have to keep in mind when talking about gender-sensitive design:

- The differences *within* males or within females are much larger than *between* their averages (cf. Neyer & Asendorpf 2012).
- A lot of literature focuses on the differences between females and males. Research which brings out no differences between them is quoted much less (cf. Fine 2012).
- And: "...we must remember that no single female will likely have every trait statistically associated with females, nor will any single male likely have every trait statistically associated with males. For example, some males process information in the comprehensive style statistically associated with females, and some females process information in the more linear style associated with males. Thus, designing software in ways that support these differences does not penalize either gender—it helps everyone" (Beckwith et al. 2006: 101).

In this literature review we focus on three different areas that might have an impact on women's employment and well-being in a control room: visual perception, cognitive processing and user interface.

### 3.1 *Visual Perception*

**Color.** Color plays an essential role when designing a user-interface. According to Gnambs et al. (2010) using the color red too often in design elements can decrease cognitive performance which primarily affects men. In a cognitive test with a red progress bar or a red forward-button, on average, men did score lower than with a progress bar or forward-button in green or blue, whereas this had no significant impact on women. Another study supports the theory that men associate the color red with avoidance and opponent's dominance and it may be a distractor (cf. Ioan et al. 2007).

**Navigation.** There is research which shows that male and female users are likely to use different strategies for navigating (cf. Hausmann 2007; Halpern 2000): Women are more likely to use landmarks while men rather use orientation strategy. According to Liu et al. (2011) there is no significant difference between male and female users while performing various orientation tests. Participants had to watch different videos of a person navigating through a virtual environment: Landmark recognition test, heading orientation test (which examined which direction a person takes at a given landmark) and left/right orientation test were accomplished in a similar manner by male and female users. Only in the path reversal test (in which the participants had to guess whether the navigator had passed the same left/right route in reverse as in the first half of the video or a different route) and the cognitive map tests men on average performed better than women (cf. *ibid.*). Drawing upon these findings, the usage of large displays with wide fields of view is a possibility to support women's navigation strategies and to reduce the gender gap because they do not decrement men's navigation performance (cf. Czerwinski et al. 2002). The presence of optical flow cues increases the performance of male and female users; for women the improvement is even greater (cf. Tan et al. 2003).

**Mental rotation.** Mental rotation plays an important role while navigating in the world (cf. Ark 2002). Although men on average perform better in mental rotation tasks than women do (cf. Hubona & Shirah 2004), both of their performance is influenced by time pressure (cf. Voyer 2011): the less time they had to perform the task, the more women failed to achieve a positive result. Women accomplished better results when they were permitted to complete their tasks once the time limit was over (cf. Glück & Fabrizii 2010).

**Icons.** Icons in user-interfaces convey important information by using simple figures or elements which are familiar to the user and require the user's interaction (cf. Yu & He 2010). Like in an emergency medical situation (cf. Salman et al. 2012) the operator in a control room has to promptly recognize the icon to fulfill his/her task: to implement icons that were revealed by the users and analysed by designers may be a solution to a – virtually – guaranteed recognition of an icon. The cooperation of both the designer and the user is essential to achieve this goal (cf. Gatsou et al. 2011). A significant difference between men and women in recognizing icons was not observed (cf. *ibid.*).

### 3.2 *Cognitive Processing*

**Self-efficacy.** Self-efficacy is the ability to estimate one's own success in doing a task based on his/her competence/expertise (cf. Beierlein et al. 2012). Many women tend to have less self-confidence when it comes to their computer skills (cf. Beckwith & Burnett 2004); this can lead to a decreasing activation and therefore to reduced success (cf. Beckwith et al. 2006). Rosson et al. (2010) divided participants into two groups: participants with low efficacy and high efficacy. Women of the low efficacy group perceived tasks easier than they expected and therefore had a positive experience.

**Simplicity.** Prompt decisions can only be taken if the user software provides the right information at the right time. Holzinger et al. (2012) took up this issue and redesigned a user-interface tool which allows to configurate the visualization tool in safety-critical systems. An incorrect configuration of the old tool could lead to wrong visualizations and this could cause the operator to make a misguided decision and endanger human life. The aim is to provide necessary visualizations and to help users deal with the complexity of a system. Simplicity and intelligibility of complex software is on average more important to women than men (cf. Stadler 2006).

**Decision-making.** A study on decision making shows that on the one hand men and women “both carefully process information, retrieve the relevant decision-related data from their memories, categorize the data if they are very diverse, think logically about the alternatives, predict results, evaluate the consequences, solve the problems posed by the situation, and monitor all the decision stages” (Sanz de Acedo Lizárraga et al. 2007: 387). However, it seems that women on average are more insecure, worry more about consequences, regardless if the decision has an effect on themselves or others, and

decision-making takes longer (cf. Reiter 2013). In comparison, men on average seem to be more interested in the analysis of the information which is important to make the right decision. Men are motivated during this phase (cf. Sanz de Acedo Lizárraga et al. 2007) and make rather fast decisions (cf. Reiter 2013).

### 3.3 *User Interface*

**Personalization.** Personalization of workplaces can have a positive influence on well-being and job satisfaction (cf. Wells 2000). According to Henriksen & Pedersen (2009) personalization of software can have a positive influence towards ease of use and usefulness of software. It seems that women on average are more affected by personalization than men (cf. Wells 2000; Henriksen & Pedersen 2009).

**Functionality of software.** Men are more likely to tinker and explore new technology, whereas many women are not interested in learning new technology when not needed for their job (cf. Burnett et al. 2010). Untaught features of a software are more often used by men than by women (cf. Beckwith et al. 2007). Especially female users who do not know the software or do not have much experience in their tasks are interested in wizards (cf. Burnett et al. 2010).

## 4 **Conclusion**

The aim of this paper is to give an overview of the literature on gender-sensitive interface design for software in control rooms. Based on this study, recommendations to software designers are provided to increase the usability of such systems in general, specifically for women, but also for many men. In the following paragraph, we discuss a few selected examples of provisional recommendations.

The literature review indicates that the use of large displays is especially beneficial for women. Optical flow cues should be provided. In addition, the interface should be simple and intellegible. This is a guideline for general use; however, as our study shows, women in particular profit more from such an approach. The software should offer clear guidance for decision making. On average, women prefer to personalise the software; therefore, this possi-

bility should be offered. We would like to point out, however, that many men also benefit from such a design.

It is obvious that improving the interface design is not the only measure which helps to increase the number of women in control rooms, but we suggest that it is an essential part. We think that the literature review presented in this paper indicates important areas for further research and provides provisional recommendations for enhancing the design of interfaces.

## References

- Ark, W. S. (2002): Neuroimaging Studies Give New Insight to Mental Rotation. In: *Proceedings of the 35th Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1822–1828.
- Bardzell, S. & Bardzell, J. (2011): Towards a Feminist HCI Methodology: Social Science, Feminism and HCI. In: *Proceedings of the CHI 2011 conference*, pp. 675–684.
- Beckwith, L. & Burnett, M. (2004): Gender: An Important Factor in End-User Programming Environments? In: *IEEE Symposium on Visual Languages and Human Centric Computing*, pp. 107–114.
- Beckwith, L., Burnett, M., Grigoreanu, V., & Wiedenbeck, S. (2006): Gender HCI: What About the Software? In: *Computer* 39 (11): 97–101.
- Beckwith, L., Burnett, M., Wiedenbeck, S., & Grigoreanu, V. (2006): Gender HCI: Results To Date Regarding Issues in Problem-Solving Software. In: *Workshop Proceedings of Gender and Interaction: Real and Virtual Women in a Male World*, pp. 1–4.
- Beckwith, L., Inman, D., Rector, K., & Burnett, M. (2007): On to the Real World: Gender and Self-Efficacy in Excel. In: *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, pp. 119–126.
- Beierlein, C., Kovaleva, A., Kemper, C. J., & Rammstedt, B. (2012): Ein Messinstrument zur Erfassung subjektiver Kompetenzerwartungen. Allgemeine Selbstwirksamkeit Kurzskala (ASKU). Mannheim: GESIS – Leibniz-Institut für Sozialwissenschaften.
- Bichler, R. & Laser, B. (2015): Messmethoden zur Erfassung des Sitzverhaltens in Leitstellen [in diesem Band].
- Burnett, M., Flemming, S. D., Iqbal, S., Veniola, G., Rajaram, V., Farooq, U., Grigoreanu, V., & Czerwinski, M. (2010): Gender Differences and Programming Environments: Across Programming Populations. In: *Proceedings of the 2010 ACM-*

*IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement*. Article nr. 28.

- Cassell, J. (2003): Genderizing HCI. In: Jacko, J. A., & Sears, A. (eds.): *The Human-Computer Interaction Handbook*. Mahwah/London: Lawrence Erlbaum, pp. 401–412.
- Coskun, E. & Grabowski, M. (2004): Impacts of User Interface Complexity on User Acceptance in Safety-Critical Systems. In: *Proceedings of the 10th American Conference on Information Systems, AMCIS 2004*, pp. 3433–3443.
- Czerwinski M., Tan, D. S., & Robertson, G. G. (2002): Women Take a Wider View. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 195–202.
- Dunk, N. M. & Callaghan, J. P. (2005): Gender-based differences in postural responses to seated exposures, In: *Clinical Biomechanics* 20 (10): 1101–1110.
- Fine, C. (2012): *Die Geschlechterlüge*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Gatsou, C., Politis, A., & Zevgolis, D. (2011): From icons perception to mobile interaction. In: *Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, pp. 705–710.
- Glück, J. & Fabrizii, C. (2010): Gender differences in the Mental Rotations Test are partly explained by response format. In: *Journal of Individual Differences* 31: 106–109.
- Gnambs, T., Appel, M., & Batinic, B. (2010): Color red in web-based knowledge testing. In: *Computers in Human Behavior* 26 (6): 1625–1631.
- Halpern, D. F. (2000): *Sex Differences in Cognitive Abilities*. Third Edition. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Han, S. H., Yang, H., & Im, D. G. (2007): Designing a human-computer interface for a process control room: A case study of a steel manufacturing company. In: *International Journal of Industrial Ergonomics* 37 (5): 383–393.
- Hausmann, M. (2007): Kognitive Geschlechtsunterschiede. In: Lautenbacher, S., Güntürkün, O., & Hausmann, M. (eds.): *Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Frau und Mann*. Heidelberg: Springer Medizin Verlag, S. 105–121.
- Henriksen, A. & Pedersen, P. E. (2009): Enterprise portal personalization: Direct and indirect end-user effects, and the moderating effects of gender. In: *42nd Hawaii International Conference on System Sciences*, pp. 1–10.
- Holzinger, A., Popova, E., Peischl, B., & Ziefle, M. (2012): On Complexity Reduction of User Interfaces for Safety-Critical Systems. In: Quirchmayr, G., Basl, J., You, I., Xu L., & Weippl, E. (eds.): *Multidisciplinary research and practice for*

- informations systems. Proceedings CD-ARES 2012*. Heidelberg: Springer, pp. 108–122.
- Hubona, G. S. & Shirah, G. W. (2004): The Gender Factor Performing Visualization Tasks on Computer Media. In: *Proceedings of the 37th Annual Hawaii International Conference on System Sciences*.
- Ioan, S., Sandulache, M., Avramescu, S., Ilie, A., Neacsu, A., Zagrean, L., & Moldovan, M. (2007): Red is a distractor for men in competition. In: *Evolution and Human Behavior* 28 (4): 285–293.
- Jamieson, G. A., Miller, C. A., Ho, W. H., & Vicente, K. J. (2007): Integrating Task- and Work Domain-Based Work Analysis in Ecological Interface Design: A Process Control Case Study. In: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics* 37 (6): 887–905.
- Kluge, A. (2014): Controlling Complex Technical Systems: The Control Room Operator's Tasks in Process Industries. In: Kluge, A. (ed.): *The Acquisition of Knowledge and Skills for Taskwork and Teamwork to Control Complex Technical Systems*. Heidelberg: Springer, pp. 11–47.
- Knight, J. C. (2002): Safety Critical Systems: Challenges and Directions. In: *Proceedings of the 24rd International Conference on Software Engineering*, pp. 547–550.
- Liu, I., Levy, R.M., Barton, J. J. S., & Iaria, G. (2011): Age and gender differences in various topographical orientation strategies. In: *Brain Research* 1410: 112–119.
- Ministry of Defence (2008): Defence Standard 00-250, Human Factors for Designers of Systems.
- Neyer, F. J. & Asendorpf, J. B. (2012): *Psychologie der Persönlichkeit*. 5., vollst. überarb. Aufl., Berlin/Heidelberg: Springer-Medizin.
- Pohl, M. & Lanzenberger, M. (2008): How to explain the underrepresentation of Women in Computer Science. In: Briggles, A., Waelbers, K. & Brey, P. (eds.): *Current Issues in Computing and Philosophy*. Amsterdam: IOS Press, pp. 184–193.
- Pohl, M. (2013): Organising Information on Big Walls – Human Perception and Large Displays. In: Rester, M. et al. (eds.): *Collaborative Human-Computer Interaction with Big Wall Displays – BigWall HCI 2013*. Luxembourg: Publication Office of the European Union, pp. 9–11.
- Reiter, K. R. (2013): Gender Differences in Decision Making When Faced with Multiple Options. College of Saint Benedict and Saint John's University.
- Rosson, M. B., Sinha, H., & Edor, T. (2010): Design Planning in End-User Web Development: Gender, Feature Exploration and Feelings of Success. In: *IEEE Symposium on Visual Languages and Human-Centric Computing*, pp. 141–148.

- Salman, Y. B., Cheng H., & Patterson P. E. (2012): Icon and user interface design for emergency medical information systems: A case study. In: *International Journal of Medical Informatics* 81: 29–35.
- Sanz de Acedo Lizárraga, M. L., Sanz de Acedo Baquedano, M. T., & Cardelle-Elawar, M. (2007): Factors that affect decision making: gender and age differences. In: *International Journal of Psychology and Psychological Therapy* 7 (3): 381–391.
- Stadler, H. (2006): Technik und Geschlecht. Wege zu einer gendersensitiven Technikausbildung. In: Erharter, D. (Hrsg.): *Gender Mainstreaming in Bildungseinrichtungen*. St. Pölten: Verlag Forum Neue Medien, pp. 73–89.
- Stenstrom, E., Stenstrom, P., Saad, G., & Cheikhrouhou, S. (2008): Online Hunting and Gathering: An Evolutionary Perspective on Sex Differences in Website Preferences and Navigation. In: *IEEE Transactions on Professional Communication* 51 (2): 155–168.
- Tan, D. S., Czerwinski, M., & Robertson, G. (2003): Women go with the (optical) flow. In: *CHI 2003 Conference on Human Factors in Computing Systems*, pp. 209–215.
- Voyer, D. (2011): Time limits and gender differences on paper-and-pencil tests of mental rotation: a meta-analysis. In: *Psychonomic Bulletin & Review* 18 (2): 267–277.
- Wells, M. M. (2000): Office clutter or meaningful personal displays: the role of office personalization in employee and organizational well-being. In: *Journal of Environmental Psychology* 20 (3): 239–255.
- Yu, Y. & He, J. (2010): An Analysis of Users' Cognitive Factors Towards Icon in Interactive Interface. In: *Second International Conference on Intelligent Human-Machine Systems and Cybernetics*, pp. 26–28.

## **Haptische Interaktion beim Messeauftritt**

### **Ein audiovisuelles Game-Terminal zur spielebasierten Attraktivitätssteigerung einer Firmenpräsentation**

*Anna Müller, Andreas Fliehr, Franziska Ehrenfeld, Cornelius Pöpel*

*Hochschule Ansbach, Multimedia und Kommunikation*

anna050788@googlemail.com,

{andreas.fliehr, franziska.ehrenfeld, cornelius.poepel}@hs-ansbach.de

### **Zusammenfassung**

Messeauftritte verlangen einen zunehmend höheren Attraktivitätsfaktor, um das Interesse der Besucher für die Anliegen der Aussteller zu wecken. Dieses Paper stellt die Konzeption und Realisation eines audiovisuellen Game-Terminals vor, welches für den Messestand (bei Jobmessen) eines Webhosting-Anbieters entwickelt wurde. Ziel ist es, mehr Besucher an den Messestand zu locken und bei den Gästen, die am Game-Terminal spielen, gleich solche zu erkennen, die eine Affinität zu technisch-logischem Denken und Computersystemen haben.

Das präsentierte System besteht aus einem Serverschrank mit eingebautem LED-TV, der die Präsentation für den Besucher überträgt. Es umfasst die drei Bereiche Serverblox (ähnlich Tetris), NumberQuiz (Wissenstest) und eine Fotoausgabe mit aufgedruckten Ergebnisdaten des Wissenstests. Für die Interaktion wurden kontextspezifische Methoden gewählt. Die Steuerung des Spiels Serverblox erfolgt durch Bausteine, die in die Hand genommen werden müssen und die in ihrer Form auch auf dem Bildschirm erscheinen. Für die Beantwortung von Fragen des Wissenstests müssen, analog zu Hardwarebausteinen der Firma, Server-Patchkabel gesteckt werden. Neben der Struktur und Logik der Software werden im Paper auch das Sounddesign und die Gestaltung der Optik dargelegt. Das System wurde von verschiedenen Personengruppen ausgiebig getestet, positiv bewertet und wird bei Messeauftritten eingesetzt.

## **1 Einleitung**

Der Fachkräftemangel spielt im IT-Bereich häufig eine größere Rolle. Wie können fähige MitarbeiterInnen für ein Unternehmen gewonnen werden? Auf Anfrage eines Webhosting-Unternehmens wurde das hier beschriebene Projekt gestartet, um mit multimedialen Mitteln die Mitarbeiterakquise zu unterstützen. Dieses Paper beschreibt die gesamte Entwicklung des audiovisuellen Game-Terminals zur spielebasierten Attraktivitätssteigerung des Messeauftritts dieser Firma.

Der Unterpunkt „Motivation“ führt die Gründe der Entwicklung des Systems auf. Bei „Ähnliche Entwicklungen“ werden vorhergehende wissenschaftliche Forschungen beziehungsweise Entwicklungen, welche die Teilbereiche des Game-Terminals betreffen, beschrieben. Anschließend werden die Funktionen und die Umsetzung der Arbeit erläutert. Unter dem Punkt „Ergebnisse“ werden Erfahrungen, welche nach einer Testphase des Game-Terminals gemacht wurden, dargelegt. Hierzu kann man sagen, dass das Ziel des Systems, Besucher anzulocken und Personen mit einer Affinität zum Informatikbereich herauszufiltern, erreicht wurde. Abschließend werden mögliche Weiterentwicklungen, die zur Verbesserung des Systems beitragen könnten, vorgeschlagen.

## **2 Motivation**

Um das Interesse von potenziellen Bewerbern auf Jobmessen zu wecken, wird auf eine Lösung mit Game-Charakter gesetzt, die akustische und optische Anreize beinhaltet. Diese Aufgabe übernimmt Serverblox. Indem sie physische Spielsteine in die Kamera halten, können die Anwesenden die Blöcke auf dem Bildschirm eines Tetris-artigen Spiels steuern.

Um danach das logische Denkvermögen der Bewerber zu testen, müssen diese bei NumberQuiz eine Dezimalzahl in eine Binärzahl umrechnen und diese durch ein physisches Steckfeld in das Game-Terminal eingeben. Ein Timer stoppt dabei die Zeit. Nach erfolgreichem Abschluss von NumberQuiz wird automatisch ein Foto des Spielers aufgenommen, welches mit der persönlichen ID und der benötigten Zeit versehen und anschließend gedruckt wird. Dieses Foto wird zur späteren Gewinnauswertung benötigt, bei der der beste Teilnehmer einen hochwertigen Preis erhalten kann.

### **3 Ähnliche Entwicklungen**

#### *3.1 Interaktive Steuerungen für Tetris*

Für das Spiel Tetris sind bereits Steuerungen „beyond the Keyboard“ entwickelt worden. Beispiele wären eine Sprachsteuerung und eine Steuerung durch Summen (vgl. Sporka et al. 2006) oder die Spielsteuerung durch Tracking der Zunge für Menschen mit körperlicher Einschränkung (vgl. Saponas et al. 2009).

#### *3.2 Binärrätsel*

Ebenso gibt es diverse Binärrätsel wie die Umwandlung von Wörtern in Binärzahlen (vgl. Kato & Arakawa 2008) oder ein Computer-Kartenspiel, um das Binärsystem zu lernen (vgl. Kordaki 2011). Eine interaktive Rätselsteuerung ist den Autoren in diesem Zusammenhang bisher nicht bekannt. Ebenso ist unser Ansatz, das Tetrispiel durch physische Objekte zu steuern, entsprechend der Recherche der Autoren neu. Mit beiden Ansätzen wollen wir eine neue Richtung einschlagen. Dies erfolgt in Anlehnung an die Kommunikationskonzeption des Messeauftritts und das Selbstverständnis der Firma: Wir sind ein Unternehmen, in dem neue Ideen und Funktionalitäten höchst willkommen sind. Darüber hinaus ist die Arbeit bei uns faszinierend und macht Spaß.

### **4 Funktionen und Umsetzung**

#### *4.1 Logik*

Die Logik wurde in verschiedene Bereiche geteilt und daraufhin nacheinander entwickelt. Die zur Umsetzung verwendete Entwicklungsumgebung ist Max MSP/Jitter Version 7. Auf Wunsch der Firma wurde das interaktive Game-Terminal für einen Windows-PC mit dem Betriebssystem Windows 8.1 Pro 64-bit entwickelt.

##### *4.1.1 Serverblox*

Als Grundlage für Serverblox dient eine für „Monome“ entwickelte Open-Source-Applikation, die für unser System angepasst und zur Ausgabe der

Sounds weiterentwickelt wurde. Den Kern der Logik stellt hier eine JavaScript-Datei dar.

Das Tracken der physischen Steine erfolgt durch die Tracking-Software reactIVision. Die Software ist über bestimmte .xml-Dateien so eingestellt, dass sie beim Start automatisch auf die PS3 Eye Cam zugreift und mit 60 Hz die sogenannten „Fiducials small“ trackt.



Abb. 1 Fiducials

Über das von reactIVision bereitgestellte Max External TuioClient<sup>1</sup> werden die getrackten Werte in Max eingebunden und anschließend über einen Steuerungsalgorithmus an die JavaScript-Datei weitergeleitet. Dabei wurde darauf geachtet, dass der Block auch beim Auslassen vereinzelter Spalten automatisch an die richtige Stelle auf dem Bildschirm springt, wodurch einer womöglich fehlerhaften Übertragung entgegengewirkt wird.

Durch die Anzeige der aktuellen Spielsteinfarbe wird dem Anwender eine Orientierungshilfe geboten, die den Spielfluss erleichtert.

#### 4.1.2 *NumberQuiz*

Durch einen Algorithmus wird eine zufällig generierte Dezimalzahl des Zahlenraums 20 bis 255 in eine Binärzahl umgewandelt. Diese Binärzahl wird mit der Eingabe des Anwenders verglichen. Zudem startet zu Beginn des Spiels ein Timer, der erst stoppt, wenn die Binärzahl richtig eingegeben wurde.

Das hier verwendete Arduino Due Board ist so konfiguriert, dass nur die Werte der digitalen Pins von 38 bis 53 ausgegeben werden. Der serielle Port des Arduinos wird über Max direkt angesteuert und die ausgegebenen Werte sind für NumberQuiz entsprechend geroutet.

---

<sup>1</sup> <http://www.tuio.org/?specification> <09.07.2015>

### 4.1.3 Automatisch generiertes Foto

Über die Ansteuerung der Logitech C920 USB HD Pro Webcam wird ein Bildkanal geöffnet. Die zufällig generierte ID und die Zeit des Nutzers werden durch einen Alphakanal in das aufgenommene Foto integriert. Anschließend wird das Bild durch eine Exportanweisung als .png-Datei gespeichert. Der Dateiname enthält zur Auswertung des Gewinners ebenfalls die Zeit, die umzurechnende Dezimalzahl und die ID des Versuchs. Durch eine Command-Line-Anweisung über das External DOShack wird das .png-Bild mit ImageMagick in ein .pdf umgespeichert und anschließend durch eine weitere Konsolenanweisung über das Programm Adobe Acrobat Reader und den USB-Port ausgedruckt.

### 4.2 Hardware NumberQuiz

Es wurde auf handelsübliche Switches zurückgegriffen. Alle nicht benötigten Teile des Switches wurden entnommen. Dadurch ist einerseits die Gefahr eines Stromschlags von 230 V gebannt, andererseits wurde somit Platz für das Arduino Due sowie eine Steckplatine geschaffen, die sich nun ebenfalls im Gehäuse des Switch befinden.

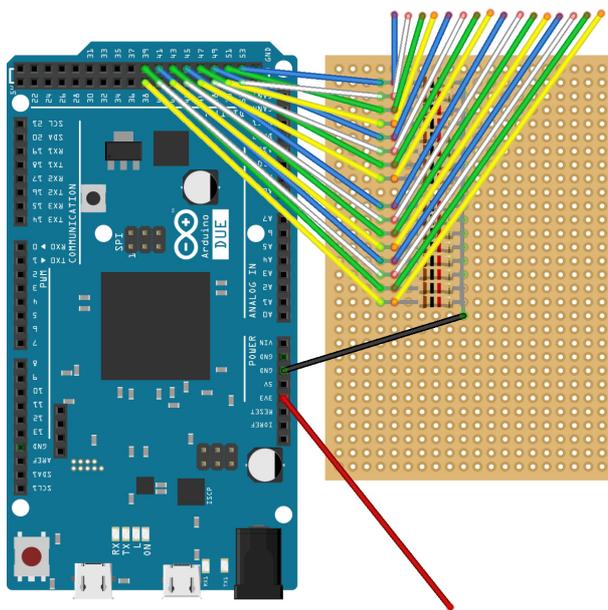


Abb. 2 Technische Darstellung der Arduino-Verkabelung

Mithilfe des Arduinos wird an die Buchsen eines zweiten Switch, der sich im Inneren des Game-Terminals befindet, eine Spannung von 3,3 V angelegt. Das rote Verbindungskabel liegt zwar nur an der äußeren Buchse an, durch eine Lötbrücke wird die Spannung aber an alle acht benötigten Buchsen weitergeleitet.

Die bunten Kabel sind jeweils an eine Buchse des sichtbaren Switch angeschlossen. Das rote Kabel speist die Buchsen des unsichtbaren Switch mit 3,3 V. In diesen unsichtbaren Switch sind die Enden der Kabel permanent eingesteckt. Wird nun das andere Ende des Kabels in eine Buchse des vorderen Switch gesteckt, schließt sich der Stromkreis. Die vorderen Buchsen sind nämlich über eine Steckplatine mit jeweils einem digitalen Eingang des Arduinos verbunden. Dazwischen ist außerdem jeweils ein Pull-Down-Widerstand von 1000 Ohm geschaltet. Weiterhin sind die Kabel über eine Lötbrücke an einen Ground des Arduino angeschlossen, damit dieses 0 V auch als solche erkennt.

Das Arduino ist zudem durch ein Kabel mit dem PC des interaktiven Game-Terminals verbunden. Die Daten werden dort über MaxMSP ausgelesen. Steckt man das Kabel in eine der oberen Buchsen, wird eine Eins gewählt. Die unteren Buchsen stehen für die Nullen. Je nach Art der gesteckten Zahl, wird eine akustische Bestätigung ausgegeben.

### *4.3 Nutzerführung*

Damit das System nicht ständig von einem Mitarbeiter der Firma betreut werden muss, wird eine möglichst einfach gehaltene Nutzerführung bereitgestellt.

Die Nutzerführung wird durch die grafische Oberfläche des interaktiven Game-Terminals vorgegeben. Nutzer können mithilfe der Spielsteine durch diese Oberfläche navigieren und erhalten bei erfolgreicher Erkennung des Steins ein akustisches Feedback.

Damit die Umsetzung der grafischen Oberfläche in diesem Rahmen möglich ist, werden verschiedene Patches nacheinander angesteuert, welche sich durch die Navigation öffnen und im Fullscreen-Modus automatisch im Vordergrund angezeigt werden. Der Patch im Hintergrund schließt sich daraufhin.

Zudem wurden vom Auftraggeber zwei Durchlaufmöglichkeiten gefordert: ein automatischer Durchlauf und eine Spielauswahl. Je nach Entschei-

derung zu Beginn werden verschiedene Oberflächen geöffnet und die Navigationsmöglichkeiten beeinflusst.

#### 4.4 *Sounddesign*

Die auditive Umgebung des Game-Terminals soll einerseits der Unterhaltung, andererseits der leichteren Orientierung dienen. Das System enthält eine aufgenommene gesprochene Sprachanleitung. Dadurch soll das Game-Terminal persönlicher wirken. Jeder Schritt wird so erklärt, dass Fehlsteuerungen vermieden werden. Wurde ein Navigationsbefehl erkannt, wird zudem ein Sound ausgegeben, der die Erkennung des Spielsteins anzeigt.

Bei Serverblox ertönen verschiedene Geräusche, die die Bewegungen der Blöcke untermalen. So erklingt ein Sound für das Drehen, Verschieben und Ablegen eines Blocks. Außerdem ertönt eine Hintergrundmusik, solange ein Spiel im Gange ist. Wenn die Blöcke den oberen Spielfeldrand erreicht haben, endet das Spiel und die Musik. Zudem wird dann ein Gameover-Sound abgespielt.

Die Feedback-Sounds bei NumberQuiz signalisieren dem Spieler, dass seine Eingabe erkannt wurde. Bei korrekter Lösung des Rätsels wird ebenfalls ein Sound ausgegeben, der positives Feedback gibt. Anschließend wird der Countdown zum Foto akustisch wiedergegeben, damit sich der Besucher auf die Aufnahme vorbereiten kann. Kurz nach dem Schießen des Fotos ertönt ein Kamerageräusch, das signalisiert, dass der Aufnahmeprozess abgeschlossen ist.

Sounds und Musik orientieren sich im Allgemeinen – vor allem jedoch bei Serverblox – am digitalen 8-bit-Sound von Tetris, das dem Spiel zugrunde liegt.

Um die beiden Spiele des interaktiven Game-Terminals auditiv voneinander abzugrenzen, wurden bei NumberQuiz hingegen eher hölzernen klingende Sounds verwendet.

#### 4.5 *Visuelles Design*

Das Logo der Firma sowie die entsprechenden Farbcodes wurden gestellt. Das Design der Logos von Serverblox und NumberQuiz wurden dem jeweiligen Spiel angepasst.

#### 4.5.1 Serverblox

Beim Serverblox-Logo wurde der hintere Teil in Spielsteinen dargestellt, um den Charakter des Spiels zu unterstützen.

Das Oberflächendesign des Arcadespiels wurde auf Wunsch der Firma passend zu deren Aufgabenbereich gestaltet. Darum sehen die herabfallenden Blöcke aus wie kleine Server. Der Hintergrund des Spiels wurde mit einem grau-strukturierten Bild gefüllt. Dieses Bild stammt von einem Flyer der Firma und wurde zur Wiedererkennung auch in diesem Projekt verwendet.



Abb. 3 Logo Serverblox

#### 4.5.2 NumberQuiz

Bei NumberQuiz wurde der erste Teil mit roten Punkten in der Firmenfarbe und den Zahlen 1 und 0 in weiß visualisiert. Dies spiegelt den Spielcharakter der Binärumrechnung wider. Das Design des Präsentationsfensters von NumberQuiz wurde schlicht gehalten, da der Besucher die Kabel direkt in einen Switch steckt. Sichtbar ist, neben dem Logo, das Ergebnis und ob es richtig oder falsch ist.



Abb. 4 Logo NumberQuiz

Generell wurde das Design eher einfach gestaltet. Der Hintergrund des Präsentationsbildschirms erscheint in hellem Grau. In jedem Fenster sowie auf dem ausgedruckten Foto befindet sich zudem das Firmenlogo, um dem Besucher immer wieder den Firmennamen ins Gedächtnis zu rufen.

Letztlich wurden die Buttons auf dem Bildschirm in der jeweiligen Farbe des zu benutzenden Steins eingefärbt, da die Benutzeroberfläche nur mit Spielsteinen gesteuert werden soll.

## 5 Ergebnisse

Das System wurde bei der Einweihungsfeier eines neuen Standorts der Firma, für die das Game-Terminal entwickelt wurde, vorgestellt und ausgiebig getestet. Auf der Feier befanden sich im Lauf des Tages etwa zweihundert Personen.

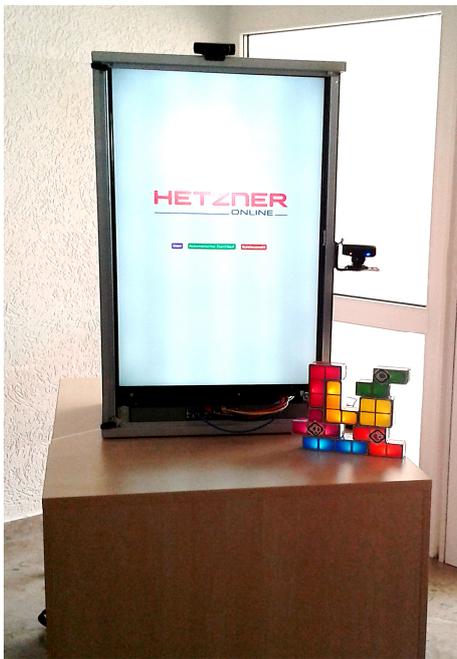


Abb. 5 Interaktives Game-Terminal auf der Einweihungsfeier

Hierbei wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

- Die Mitarbeiter der Informatikabteilung begeisterten sich mehr für das Spiel NumberQuiz, während die jüngere Generation sich eher für Serverblox interessierte. Die festgestellte Begeisterung der Informatiker bestätigt, dass die Idee, auf der das System beruht, funktioniert und somit Besucher mit einer Affinität zu diesem Bereich tendenziell eher angezogen werden.
- Zusätzlich wurde festgestellt, dass das Handling der Steuerung von Serverblox etwas Übung bedarf. Dies könnte auf der Messe leicht zu Enttäuschungen führen, da die Benutzer bei großem Andrang keine lange Einspielzeit zur Verfügung haben.

## 6 Diskussion und Ausblick

### 6.1 Logik

Die Tracking-Software reactIVision erkennt in seltenen Fällen Marker, die nicht wirklich in die Kamera gehalten werden. Dies lässt sich darauf zurückführen, dass die Software als Tabletop-Anwendung konzipiert ist. Da in unserem Fall der Zahlenraum der getrackten Marker aber sehr eingeschränkt ist und die Steine nur durch den Einsatz der richtigen Marker gesteuert werden können, ist dies hier nicht weiter tragisch. Dem ist hinzuzufügen, dass es aus Platzgründen nicht möglich ist, auf dem Messestand der Firma einen Tisch zur Unterstützung des Trackings bereitzustellen, mit dem man dieses Problem hätte umgehen können. Dennoch ist es ein Ziel für die Zukunft, das System zu 100% Trackingfehlerfrei zu entwickeln.

### 6.2 Hardware NumberQuiz

Weitergehende Arbeit könnte hier insofern geleistet werden, dass man die bereits vorhandenen LEDs des Switch ebenfalls über das Arduino ansteuert. Somit würde es auch ein optisches Steckfeedback geben, was die Nutzerfreundlichkeit erhöhen kann.

#### *Sounddesign Serverblox*

Es wäre wünschenswert, dass sich die Geschwindigkeit der Musik von Serverblox dem Spieltempo anpasst. Allerdings konnte das nicht ohne Änderung der Tonhöhe oder erheblichen Qualitätsverlust realisiert werden.

Eine mögliche Lösung hierfür wäre die Programmierung des kompletten Songs mit MIDI in MaxMSP. Dies gehört auch zu den offenen Aufgaben für die Weiterentwicklung des Systems.

Neben den hier genannten Weiterentwicklungen streben wir eine systematische Evaluation an. Hierfür werden neben statistisch aussagekräftigen User-tests auch die Nutzungsdaten von Messebesuchern ausgewertet. Wir sind sehr gespannt auf diese Auswertungen und gehen davon aus, dass bis zum Forum Medientechnik im November 2015 diese Evaluationsdaten vorliegen.

## Literatur

- Kato T.; Arakawa C. (2008): BIT BY BIT: A game simulating natural language processing in computers. In: *Journal Simulation and Gaming* 39: 432–440.
- Kordaki M. (2011): A computer card game for the learning of basic aspects of the binary system in primary education: Design and pilot evaluation. In: *Journal Education and Information Technologies* 16 (4): 395–421.
- Saponas T. Scott; Kelly D.; Parviz B. A.; Tan Desney S. (2009): Optically sensing tongue gestures for computer input. In: *UIST '09 – Proceedings of the 22nd annual ACM symposium on User interface software and technology*, S. 177–180.
- Sporka A. J.; Kurniawan S. H.; Mahmud Slavik, P. (2006): Non-speech input and speech recognition for real-time control of computer games. In: *Proceedings of the 8th international ACM SIGACCESS conference on Computers and accessibility*, S. 213–220.



# Von rosa und blau zur ganzen Farbenpalette

## Transmediales Erzählen als Strategie für die geschlechtssensible Gestaltung von Kindermedien

*Astrid Ebner-Zarl*

*Fachhochschule St. Pölten,  
Österreichisches Institut für Medienwirtschaft*

astrid.ebner-zarl@fhstp.ac.at

### **Zusammenfassung**

Das Projekt „TraeX: Transmedia Extensions. Geschlechtssensibles Erzählen für Kinder“ beschäftigt sich mit der Frage, ob und inwiefern transmediale Erzählstrategien zur gendersensiblen Gestaltung von Kindermedien beitragen können. Mithilfe einer interdisziplinären Methodenvielfalt werden die Potenziale von Transmedia Storytelling für die Problemstellung ausgelotet: Umfassende sozialwissenschaftliche Analysen über die Beschaffenheit aktueller Kindermedien sowie über das Mediennutzungsverhalten von Kindern stellen die Basis für die Entwicklung eines Alternate Reality Games entlang von gendersensiblen Grundsätzen bereit. Aus der Umsetzung der sozialwissenschaftlichen Erkenntnisse in das konkrete Format und dessen Anwendung mit Kindern sollen Erfahrungswerte für die gendersensible und transmediale Gestaltung von Kindermedien abgeleitet werden. In Form eines Handbuchs werden diese gewonnenen Leitlinien Medienunternehmen zur Verfügung gestellt. Der vorliegende Beitrag präsentiert die Kernergebnisse aus der sozialwissenschaftlichen Analyse von Games und Filmen für Kinder. Die Ergebnisse zeigen, dass die Entwicklung eines transmedialen Formats eine äußerst differenzierte und reflektierte Zugangsweise benötigt, um die sich theoretisch eröffnenden Potenziale für die gendersensible Gestaltung tatsächlich nutzbar machen zu können.

## **1 Einleitung und Hintergründe**

Die Medienvielfalt ist groß und die Generation der medial versierten „Digital Natives“ vielzitiert. Warum also die Entwicklung eines gendersensiblen

transmedialen Formats für Kinder? Tatsächlich ist ein wesentliches Kennzeichen auch des aktuellen Kindermedienmarkts seine beträchtliche Segmentierung entlang von Geschlechtergrenzen.

### *1.1 Mediennutzung, Selbstwirksamkeit und Media Literacy<sup>1</sup>*

Studien über die Mediennutzung von Kindern, wie etwa die KIM-Studie des Medienpädagogischen Forschungsverbunds Südwest, belegen regelmäßig geschlechtsspezifisch unterschiedliche Medienpräferenzen von Buben und Mädchen. Digitale Spiele (am Computer, an der Konsole oder auch online) werden von Buben stärker genutzt als von Mädchen. Umgekehrt lesen Mädchen nicht nur häufiger Bücher als Buben, sie geben auch öfter an, gerne zu lesen und zum aktuellen Zeitpunkt gerade mit Lektüre beschäftigt zu sein. Im Vergleich der KIM-Studien 2012 und 2010 hat sich der Anteil der intensiven (= täglichen oder fast täglichen) LeserInnen bei den Mädchen sogar um acht Prozentpunkte erhöht, während er bei den Buben um zwei Prozentpunkte gesunken ist. Comics allerdings sprechen Buben stärker an als Mädchen, während Mädchen öfter Radio und Musik hören als Buben (vgl. Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest 2011, 2013; Hust & Brown 2011; Kuchenbuch & Erk 2004; Detering et al. 2006; Gleich 2007).

Als Folge von geschlechtsspezifischer Mediennutzung kann ein geschlechtsspezifisch unterschiedliches Empfinden von Selbstwirksamkeit bzw. auch eine geschlechtsspezifisch unterschiedliche Media Literacy entstehen. So attestiert die PISA-Studie Buben in allen teilnehmenden OECD-Staaten regelmäßig deutlich niedrigere Lesefähigkeiten als Mädchen, in der PISA-Studie 2009 entspricht der Unterschied mit 39 Punkten im OECD-Durchschnitt bzw. 41 Punkten in Österreich dem Gegenwert eines Schuljahres (vgl.

---

<sup>1</sup> Zur Definition der Begriffe „Media Literacy“ und „(medienbezogene) Selbstwirksamkeit“ in diesem Aufsatz: Unter Media Literacy wird die Medienkompetenz einer Person verstanden. Während der Terminus Selbstwirksamkeit die subjektive Einschätzung der eigenen Fähigkeiten im Umgang mit Medien beschreibt, stellt der Begriff Media Literacy auf die tatsächlichen Fähigkeiten im Umgang mit Medien ab. Dabei verweist Media Literacy nicht nur auf das praktische Können, d. h. wie gut jemand darin ist, diverse Medien zu bedienen, sondern umfasst ebenso die kritische Reflexionsfähigkeit in Bezug auf Medien, etwa die Fähigkeit abzuschätzen, welche Folgen oder Gefahren das eigene Medienverhalten (z. B. Preisgabe privater Daten in Social Media) haben kann. Es geht bei Media Literacy also auch um die Fähigkeit zur reflektierten und verantwortungsvollen Nutzung von Medien.

BMUKK 2012; OECD 2010a, b). Auch in der jüngsten PISA-Erhebungswelle 2012 veränderte sich dieser Geschlechterunterschied nur geringfügig und liegt in Österreich nun bei 37 Punkten (vgl. OECD 2013). Mehrere Untersuchungen belegen starke Selbstzweifel von Mädchen im Umgang mit Computern und Games: Bereits 2004 stellten Feil et al. in einer Studie fest, dass Buben Misserfolge beim Spielen auf externe Umstände zurückführen, Mädchen jedoch auf sich selbst. Auch in aktuellen Studien findet sich dieses Muster des geschlechtsspezifischen Selbstwirksamkeitsempfindens nach wie vor: Der ICILS (2013) zufolge ist die „computerbezogene Selbstwirksamkeitserwartung hinsichtlich *fortgeschrittener* Fähigkeiten“ (Lorenz et al. 2013) in allen teilnehmenden OECD-Ländern bei Buben signifikant höher als bei Mädchen – und zwar, obwohl keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich tatsächlicher Kompetenzen festzustellen waren.

## 1.2 Darstellung von Frauen und Männern in den Medien

Die inhaltliche Gestaltung von Kindermedien betreffend stellen zahlreiche Untersuchungen diverser Mediengattungen fest, dass diese in hohem Maße von Geschlechterstereotypen durchzogen sind. Dies betrifft nicht nur Medieninhalte für Erwachsene, sondern auch solche, die sich spezifisch an Kinder richten – und zieht sich durch sämtliche Arten des Storytellings, von TV-Sendungen über Bücher bis hin zu Computer- und Videospiele (vgl. Mou & Peng 2009; Hust & Brown 2011; Rendtorff 2003; Trepte & Reinecke 2010; Paus-Hasebrink 2013). Zudem sind, auch in Kindermedien, weibliche Identifikationsfiguren unterrepräsentiert: So stellt etwa Paus-Hasebrink (2013) fest, dass 69% der Hauptcharaktere in deutschen und österreichischen Kinderfernsehsendungen männlich sind, der Anteil von Frauen und Mädchen an den zentralen HeldInnen beträgt demgegenüber 31%. Als klassisches Beispiel für die Unterrepräsentanz von weiblichen Identifikationsfiguren wird zudem in der Literatur der Games-Sektor genannt (vgl. Trepte & Reinecke 2010; Mou & Peng 2009; Jenkins 2006a; Lippe 2007). Da sich die vorhandenen Untersuchungen oft auf den Mediensektor im Allgemeinen oder auf einen früheren Zeitraum – viele Untersuchungen zur Gestaltung und Nutzung von Kindermedien wurden Anfang der 2000er-Jahre durchgeführt – beziehen, wurden im Rahmen von „TraeX“ eigene, umfassende Inhaltsanalysen aktueller Kindermedien getätigt. Diese zeigen, dass weiterhin ein beträchtliches Ausmaß von Geschlechterklischees und -stereotypen in Kindermedien transportiert wird, sich diese neben persistierenden manifesten Ausformungen aber oft auf

subtilere Ebenen verlagert haben, wo sie schwerer erkennbar, jedoch nicht minder wirksam sind (Details dazu siehe „Ergebnisse“).

Da Medien eine zentrale Sozialisationsinstanz sind, nehmen sie mittels stereotyper Geschlechterdarstellungen potenziell auch Einfluss auf die Identitätsentwicklung von Kindern und prägen deren Selbst- wie Weltbild maßgeblich mit. Kinder verinnerlichen die in Medien vermittelten stereotypen Rollenbilder, mit denen sie sich im Rahmen des Sozialisationsprozesses aktiv auseinandersetzen, und integrieren sie in die Konstruktion ihrer Geschlechteridentität. Damit erwerben sie eine geschlechtsspezifisch eingeschränkte Vorstellung darüber, welche Möglichkeiten der Lebensgestaltung verfügbar sind bzw. was sie für ihr Leben in Betracht ziehen. Darüber hinaus formen mediale Klischees auch Vorstellungen über und Ansprüche an das andere Geschlecht (vgl. Süß 2006, Hust & Brown 2011, Mou & Peng 2009). Gestaltungsweise und Nutzung von Medien sind zudem nicht unabhängig voneinander: So ist bekannt, dass sowohl Buben als auch Mädchen mediale Identifikationsfiguren des eigenen Geschlechts favorisieren (vgl. Trepte & Reinecke 2010; Mou & Peng 2009; Jenkins 2006a; Lippe 2007), wodurch eine einseitige Gestaltungsweise ebenso zu geschlechtsspezifischen Nutzungsformen und daraus resultierender Selbstwirksamkeit bzw. Media Literacy beitragen kann. Umgekehrt birgt die gendersensible Gestaltung von Medien das Potenzial zu Empowerment; auch diese positive, emanzipatorische Wirkung von Medien wird von zahlreichen Studien untermauert (vgl. Hust & Brown 2011; Lippe 2007). Hust & Brown (2011) zufolge haben Medieninterventionen, die sich bewusst um die Darstellung von Alternativen zu den gängigen Rollenstereotypen bemühen, das Potenzial, negative Effekte auf die Selbstkonzepte von Kindern zu reduzieren.

### *1.3 Transmedia Storytelling*

Bei transmedialen Erzählformaten werden Geschichten über unterschiedliche mediale Plattformen hinweg erzählt. Trotz der Nähe zum Terminus „Crossmedialität“ besteht zwischen cross- und transmedialen Formaten ein wesentlicher Unterschied: Während bei crossmedialem Erzählen der Inhalt eines bestehenden Produkts – abgesehen von mediengattungsbedingten Anpassungen – weitestgehend unverändert vom einen in das andere Format transformiert wird, sind transmediale Formate schon bei ihrer Konzeption so angelegt, dass alle beteiligten Medien zum Erzählen der Geschichte beitragen, d. h. die Geschichte und ihre Charaktere über alle beteiligten Medien

hinweg (weiter-) entwickelt werden. Kennzeichnend ist meist außerdem ein hohes Maß an Interaktivität und Partizipation der NutzerInnen (vgl. Jenkins 2006b, 2011; Pratten 2011; Alper & Herr-Stephenson 2013).

Daraus ergeben sich zumindest vier wesentliche Potenziale, die transmediale Erzählstrategien für die geschlechtssensible Gestaltung von Kindermedien bieten:

- Durch die Vielfalt der an einem transmedialen Format beteiligten Einzelmedien ist es möglich, geschlechtsspezifisch unterschiedliche Medienpräferenzen zu berücksichtigen und damit Buben und Mädchen gleichermaßen anzusprechen und für das Format zu interessieren.
- Gleichzeitig ergibt sich aus dieser Vielfalt auch der Anreiz, sich anderen, bislang weniger genutzten Mediengattungen zuzuwenden, weil sie ebenfalls zu dem Medienuniversum rund um die Geschichte und die Charaktere gehören, an denen die Kinder durch Beschäftigung mit den Ausgangsmedien bereits Gefallen gefunden haben. Diese zusätzlichen Medien ermöglichen es den Kindern, noch mehr über die Geschichte und ihre Charaktere zu erfahren, noch tiefer in die Welt um die Geschichte einzutauchen.
- Dass Inhalte beim transmedialen Erzählen nicht nur in andere Mediengattungen übertragen, sondern weiterentwickelt werden, eröffnet außerdem das Potenzial für eine emanzipatorische oder alternative Entwicklung einer Geschichte und ihrer Charaktere. Beispielsweise kann beim Weitererzählen der Schwerpunkt auf eine Figur gelegt werden, die im Ur-Text nur am Rande vorkam, Charaktere können eine tiefere Entwicklung durchlaufen, als es beim Erzählen in einem Einzelmedium möglich ist, es können Details ergänzt werden, die einen bestehenden Charakter in einem anderen Licht erscheinen lassen, usw. Dies eröffnet das Potenzial, auch Geschlechterrollen aufzubrechen und eine größere Bandbreite von Identifikationsfiguren und Aktivitäten anzubieten.
- Nicht zuletzt ermöglicht es der interaktive und spielerische Charakter transmedialer Erzählformate seinen NutzerInnen, alternative Rollen und Aktivitäten in einem unterhaltsamen, entspannten Rahmen auszuprobieren, was dazu beitragen kann, dass sie sich leichter für diese neue Erfahrung öffnen.

Derzeit gibt es kaum transmediale Erweiterungen auf den Kindermedienmärkten. Zwar ist in den letzten Jahren ein steigendes Interesse auch deutschsprachiger Verlage an transmedialen Erzählstrategien für Kinder festzustellen – dies ist beispielsweise an der Themensetzung des Münchner „Kinderme-

dienkongresses“ in den Jahren 2013 und 2014 ablesbar.<sup>2</sup> Bei genauerem Hinsehen entpuppen sich viele der für Kinder entwickelten transmedialen Produkte, die bei solchen Anlässen präsentiert werden, jedoch als crossmedial. Derzeit scheint in der Branche noch einiges an Unklarheit über die genaue Bedeutung des Transmedialitätsbegriffs zu bestehen – vielfach wird etwas bereits als transmedial verstanden, wenn es mehrere Mediengattungen involviert. Die wesentlichen Elemente der Weiterentwicklung und Interaktivität sind jedoch häufig nicht gegeben. Im Bildungsbereich gibt es durchaus bereits Experimente mit Transmedialität, etwa das Alternate Reality Game von Angela Colvert, das sie gemeinsam mit VolksschülerInnen auf Basis eines Kinderromans entwickelte (vgl. Colvert 2009). Eine Anwendung auf gendersensible Fragestellungen ist bislang nicht bekannt, womit das vorliegende Projekt eine Forschungslücke schließt.

## 2 Methode

Die folgenden für den Beitrag herangezogenen Ergebnisse stammen aus der Analyse von 24 Games (PC, Konsole, Online) und 18 Kinofilmen für Kinder. Um Aktualität zu gewährleisten, wurden ausschließlich solche Medien herangezogen, die ihren Marktstart im Jahr 2013 oder 2014 hatten<sup>3</sup> – also im Zeitraum von bis zu zwei Jahren vor Beginn der Analysen im Februar 2015. Im ersten Schritt wurde ein umfassender Marktüberblick für beide Mediengattungen erstellt, wobei der deutschsprachige Raum (Deutschland, Österreich, Schweiz) betrachtet wurde. Wesentlich für die Entscheidung, ob ein Medium als Teil der relevanten Gesamtheit angesehen werden kann, war zudem, dass es in deutscher Sprache verfügbar ist und sich an Kinder richtet, d. h. Medien, die in erster Linie für Erwachsene produziert werden, eventuell aber auch von Kindern genutzt werden, sind nicht Teil der relevanten Gesamtheit. Bei der Auswahl der Stichprobenelemente wurde auf eine Bandbreite entlang verschiedener Merkmale geachtet: So sollte die Filmstichprobe eine Mischung aus Real- und Animationsfilmen, Mainstream- und Nischenfilmen

---

<sup>2</sup> Siehe z. B. die Programme des Kongresses unter [http://www.medien-akademie.de/pdf/konferenzen\\_flyer/Kinderkonferenz\\_und\\_Seminar\\_2013\\_WEB.pdf](http://www.medien-akademie.de/pdf/konferenzen_flyer/Kinderkonferenz_und_Seminar_2013_WEB.pdf) und [http://www.medien-akademie.de/konferenzen/kinderbuchmarkt/kindermedienkongress\\_2014.php](http://www.medien-akademie.de/konferenzen/kinderbuchmarkt/kindermedienkongress_2014.php).

<sup>3</sup> Bei den Online-Games wurde auf die Verfügbarkeit im Herbst 2014 (Erarbeitung des Marktüberblicks) bzw. Frühjahr 2015 (Durchführung der Analysen) abgestellt, da meist nicht ersichtlich ist, wann die Games erstmals online gestellt wurden.

sowie Filmen mit weiblichen und männlichen Hauptcharakteren enthalten. Die Games-Stichprobe sollte eine Mischung aus verschiedenen Game-Genres (z. B. Jump 'n' Run, diverse Adventure-Typen, Klickmanagement, Simulation, usw.), Mainstream- und Nischengames sowie Games mit weiblichen und männlichen Hauptcharakteren enthalten. Die ausgewählten Medien wurden im Zeitraum von Februar 2015 bis Juni 2015 zunächst umfassenden Einzelfallanalysen unterzogen. Als Basis hierfür wurde für jede der beiden Mediengattungen ein Analyseschema entwickelt, das auf die Medien angewendet wurde. Belege wurden anhand von Screenshots und transkribierten Textstellen (Auszüge aus Dialogen) vorgenommen. Im Juni 2015 wurden die analysierten Medien auf Basis der Einzelfallanalysen einer vergleichenden Analyse unterzogen. Zudem wurde die Strukturebene von ausgewählten Spieleplattformen für Kinder erfasst.

Parallel dazu wurden ausgewählte Fälle von multimedialen Formaten im Kindermedienbereich inhaltlich analysiert. Die Ergebnisse zu einem dieser Fälle, der bereits über die crossmediale Erweiterung hinausgeht und transmediale Züge aufweist, sollen ebenfalls im vorliegenden Beitrag vorgestellt werden.

### 3 Ergebnisse

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die in der Geschlechterforschung häufig verwendete Diagnose „Brüche, Widersprüche und Ungleichzeitigkeiten“ (Wetterer 2005) zur Beschreibung der Geschlechterverhältnisse auch die Analyseergebnisse zur Geschlechterdarstellung in Film und Game treffend wiedergibt. Kernergebnis ist die hochgradige Ambivalenz der Geschlechterdarstellung über die einzelnen Elemente der beiden Stichproben hinweg: Es ist eine große Bandbreite von egalitär oder emanzipativ angelegten bis hin zu stark klischeehaften Medien vorhanden, mit zahlreichen Abstufungen zwischen den Polen, wobei auch an den Polen selbst manchmal zumindest geringfügige Brüche zu verzeichnen sind. Meist sind emanzipative mit klischeehaften Elementen kombiniert, zudem ist zwischen dem manifesten und dem subtilen Einsatz von Klischees zu unterscheiden, wobei auch diese kombiniert auftreten können.

### 3.1 *Manifeste Stereotype und Klischees*

Auffallend ist, dass ein massiver Rückgriff auf Stereotype und Klischees erfolgt, sobald ein Produkt als „für Mädchen“ deklariert wird. Diese Praxis ist generell im Software- und Hardwarebereich gängig: Im Zuge des Gender-Marketing-Hypes der letzten Jahre<sup>4</sup> sind HerstellerInnen von diversen Produkten verstärkt dazu übergegangen, Produkte speziell für Frauen zu entwickeln: Nach der inzwischen vielzitierten Maxime „Shrink it and pink it“ ist es dabei gängige Praxis, das vormalige Standardprodukt zu verkleinern, rosa zu färben, eventuell mit Glitzersteinchen oder sonstigen klischeehaften Elementen und Accessoires auszustatten, und das neue Produkt als das Frauen- oder Mädchenprodukt zu vermarkten, während das vormalige Standardprodukt implizit zum Männerprodukt wird. Ein aktuelles Beispiel ist das Mädchen-Smartphone „Fujitsu Arrows Kiss F-03D“, das 2012 auf den japanischen Markt gebracht wurde: Das rosafarbene, wahlweise auch weiße, Handy bietet laut HerstellerInnen-Website unter anderem „makeup, fashion, and nail applications“, das sogenannte „Beauty Body Clinic“ feature“, das die Körperhaltung der Besitzerin überwacht, die Kameralinse ist von einer Herzform umgeben und der Bildschirm des Smartphones ist so gestaltet, dass er auch als Spiegel verwendet werden kann.<sup>5</sup> Auch im Gamesbereich war der Startpunkt von Computerspielen für Mädchen der 1996 veröffentlichte „Barbie Fashion Designer“ von Mattel, der es seinen Nutzerinnen ermöglichte – virtuelle und auf Stoff ausgedruckte – Outfits für ihre Barbies zu entwerfen (vgl. Cassell 2002; Dickey 2006).

In dieser Tradition stehen als „Mädchengames“ deklarierte Spiele auch heute, wie die Inhaltsanalysen zeigen: Plattformen mit Onlinegames für Kinder arbeiten häufig mit einer speziellen Kategorie „Mädchenspiele“, die zusätzlich zu den allgemeinen thematischen Kategorien wie etwa Sport, Action, Rennen oder Denken existiert. Die Mädchenkategorie wird dabei nur sehr vereinzelt von einer analogen Bubenkategorie begleitet. Meist steht die Mädchenkategorie als zusätzliche Kategorie neben den allgemeinen Themen, die damit implizit zu Bubenthemen werden. Darüber hinaus gibt es zahlreiche

---

4 Krell (2009) spricht in ihrem Sammelband-Aufsatz „Gender Marketing. Ideologiekritische Diskursanalyse einer Kuppelproduktion“ etwa von Gender-Marketing als einem der „Modethemen im Bereich Marketing-Management“.

5 Siehe die Website von Fujitsu: <http://www.fujitsu.com/global/about/resources/news/press-releases/2012/0113-03.html> <20.05.2015>.

Spieleplattformen, die sich als Ganzes ausschließlich an Mädchen richten (z. B. [www.girlsgogames.de/](http://www.girlsgogames.de/), [www.maedchenspiele.at](http://www.maedchenspiele.at), usw.). Die Bandbreite von Spielen, die in solchen speziellen Plattformen oder Subkategorien für Mädchen angeboten wird, ist eine sehr limitierte und stereotype – typische Beispiele für Themenbereiche sind: Stylingspiele (Schminken, Mode, beides in Kombination), Kochspiele, Dekorationsspiele, Datingspiele, Shopping-spiele und Betreuungsspiele, in denen Babys, KrankenhauspatientInnen oder Tiere versorgt werden müssen. Neben der stereotypen Identifikation bestimmter Fragen als Mädchenthemen werden in den Spielanleitungen dabei auch klischeehafte Botschaften transportiert, etwa über die Anforderungen an den Beruf der Sekretärin, der in Mädchenspielen ebenfalls häufig auftaucht. Der Spielanleitung zum Game „Sekretärin schminken“ auf der Plattform „[www.kostenlosspielen.net](http://www.kostenlosspielen.net)“ zufolge geht es in diesem Beruf nicht etwa um qualitativvolles Arbeiten: „Eine Sekretärin muss immer gut aussehen. Alle Leute in einer Firma kommen an ihr vorbei. Dabei kann sie es sich nicht leisten auszusehen als wäre es fünf Uhr in der Früh.“

Manifeste Stereotype und Klischees finden sich aber durchaus auch in Kinderspielen für PC und Konsole. So arbeitet das – übrigens mit dem deutschen Kindersoftwarepreis „Tommi“ ausgezeichnete – Point & Click-Adventure „Goodbye Deponia“ sowohl visuell als auch verbal immer wieder mit handfestem Sexismus, etwa indem nahezu alle weiblichen Charaktere mit überbetonter Brust dargestellt werden oder wenn Player Character Rufus Frauen per Geschlecht die Eignung für den Einsatz im Widerstand<sup>6</sup> abspricht: „Manche Dinge passen einfach nicht. Frauen beim Widerstand. Das ist so als würde man einem Wombat einen Sombrero aufsetzen.“, um gleich danach auf die Aussage seiner Gesprächspartnerin, Wombats seien nützliche Tiere, nicht minder frauenfeindlich hinterherzuschicken: „Wie Frauen.“ Auch das Motiv der „Damsel in Distress“ – männlicher Held rettet wehrlose, in Not geratene Frau – ist nach wie vor aktuell: Im PC-Game „Ritter Arthur 4“ betreibt der Held sogar einen königlichen Service zur Rettung entführter Prinzessinnen und ein seit Anbeginn der Super-Mario-Spieleserie wiederkehrendes Motiv ist die Rettung von Prinzessin Peach, so auch im 2013 erschienenen „Mario & Luigi: Dream Team Bros.“ Auch in Filmen gibt es diese klischeehaften Ausgestaltungen, etwa im Animationsfilm „Der kleine Medicus – Bodynauten auf geheimer Mission im Körper“: Obwohl der Film

---

<sup>6</sup> Es gibt im Game gegen die Sprengung des Schrottplaneten „Deponia“ eine Widerstandsbewegung, zu der sich BewohnerInnen des Planeten formiert haben.

mit der intelligenten Wissenschaftlerin Micro Minitec auch einen emanzipativen Frauencharakter enthält, reproduziert er gleichzeitig eine ganze Reihe besonders hartnäckiger manifester Frauen- und Geschlechterklischees: Insbesondere die übertrieben modeverliebte Schwester bringt sich immer wieder auf hochgradig klischeehafte Weise in die Handlung ein – so beklagt sie sich z. B. bei einem Wellness-Wochenende darüber, dass die Gurkenscheiben in ihrer Gesichtsmaske farblich nicht zu ihrem Handtuch passen –, auch die im Autofahren völlig inkompetente Großmutter ist diesbezüglich zu nennen. In der farblichen Gestaltung orientiert sich der Film weitgehend an den stereotypen Geschlechtercodes (starker Einsatz von rosa bei Frauen, blaue Elemente bei männlichen Figuren).

### *3.2 Subtile Ungleichheiten unter der Oberfläche*

Gerade im Kindermedienbereich sind aber durchaus zahlreiche Bemühungen um eine egalitäre bzw. emanzipative Gestaltung festzustellen. Nicht immer, aber häufig wird diese egalitäre bzw. emanzipative Oberflächenkonstellation jedoch durch auf tieferliegenden Ebenen eingebrachte Stereotype teilweise wieder gebrochen. In Games mit vielen Player Characters zeigt sich dies etwa darin, dass es eine beträchtliche Zahl von weiblichen Figuren gibt und diese als stark, wehrhaft und hochkompetent konzipiert sind, allerdings oft erst in späteren Phasen des Spiels freigeschaltet werden können, während eine bestimmte Zahl von männlichen Helden von Anfang an verfügbar ist. Außerdem ist die Freischaltung weiblicher Heldinnen oft um ein Vielfaches komplizierter und erfordert mehr Aufwand als die Freischaltung männlicher Helden. Im Action Adventure „LEGO Marvel Super Heroes“ beispielsweise sind die meisten Heldinnen nur in den Bonuslevels oder im Freeplay-Modus verfügbar, nicht in den regulären Levels, welche die Storyline bilden – mit anderen Worten: Weibliche Player Characters sind großteils nur für Heavy Players spielbar, die motiviert genug sind, um die zahlreichen Aufgaben neben der eigentlichen Storyline zu erledigen und die gespielten Levels im Freeplay-Modus mit unterschiedlichsten Charakteren erneut zu durchlaufen. Im Film findet ein charakteristischer Bruch vielfach dann statt, sobald die Geschlechterbeziehung ins Spiel kommt: Vormals selbstbewusste, freche und wortgewandte Mädchen und Frauen, die schwierigste Situationen souverän meistern, verwandeln sich bei der Interaktion mit einem als attraktiv empfundenen Mann/Burschen in nervöse und fahriges Wesen, die sich nicht mehr artikulieren können, gleiten in anderes klischeehaftes Verhalten ab, das sie

vorher nicht zeigten (z. B. Kichern, Blick aus gesenkten Lidern nach oben, Schmolmmund, modelartige Posen) oder vernachlässigen ihnen persönlich oder in der Situation wichtige Aufgaben, werden quasi handlungsunfähig. Auch das Damsel-in-Distress-Motiv gibt es neben der klassischen oft in abgewandelten, subtileren Formen: Weibliche Charaktere sind nun nicht mehr prinzipiell wehrlos und passiv, sondern sogar stark und kämpferisch, und nichtsdestotrotz in einer Art Damsel-in-Distress-„light“-Konstellation zumindest zwischendurch vom männlichen Helden aus einer Notlage zu retten – und sei es nur in einer kurzen Sequenz von wenigen Sekunden, die dennoch klar macht, wer als der eigentliche Held der Geschichte anzusehen ist.

Der finale Held einer Geschichte ist häufig männlich, die ausschlaggebende Handlung zur Lösung eines Problems (z. B. Überführung von VerbrecherInnen) stammt von ihm, auch wenn kollaboriert wurde. Dabei muss zwischen der statischen und der dynamischen Konzeption der Charaktere unterschieden werden. Die gegenläufige Entwicklung von männlichen und weiblichen Figuren ist eine wiederholt im untersuchten Filmmaterial auftauchende Struktur: Eine vormals unsichere oder in einer Krise befindliche männliche Figur entwickelt sich zum Helden bzw. zu demjenigen, dessen mutiges Handeln ausschlaggebend für die Lösung eines Problems ist. Begleitend dazu gibt es eine starke weibliche Figur an der Seite des männlichen Charakters, die im Verlauf des Films einen Schritt hinter den männlichen Helden zurücktritt, auch in jenen Fällen, in denen sie seine Weiterentwicklung durch ihre Stärke mit ermöglicht hat. Finaler Held bzw. für die Lösung des Problems ausschlaggebend ist ein männlicher Charakter.

### 3.3 Von der starken Kriegerin zur „First Lady“ – Transmediale Stolpersteine am Beispiel von „Drachenzähmen leicht gemacht“

Dieses Prinzip findet sich auch im Medienkomplex rund um „Drachenzähmen leicht gemacht“, bei dem die zugrundeliegende Geschichte und ihre Charaktere über eine Vielzahl von Medien weiterentwickelt werden, d.h. die Erzählweise zum Teil bereits transmediale Formen annimmt (abgesehen vom Fehlen des partizipativen Aspekts): Bis dato besteht der Medienkomplex u. a. aus zwei Kinofilmen (mit einem für 2018 geplanten dritten Teil), einer TV-Serie in bislang drei Staffeln, zwei Extra-Episoden zur TV-Serie, vier Kurzfilmen, fünf Comic-Büchern (mit einem weiteren Buch in Planung) sowie diversen Games und begleitenden Websites; die lockere Basis für den Komplex ist eine Kinderbuchreihe von Cressida Cowell. Die TV-Serie bildet eine

Brücke zwischen den Ereignissen der beiden Kinofilme, auch die Handlungen der Kurzfilme sind zwischen den Kinofilmen angesiedelt. Bislang erstreckt sich die Handlung über fünf erzählte Jahre, wobei die jugendlichen Charaktere über die verschiedenen Medienelemente hinweg nicht nur optisch reifen, sondern sich auch in ihrer Persönlichkeit weiterentwickeln.

Wie die transmediale Anlage für die Entwicklung der beiden Hauptfiguren Hicks und Astrid genutzt wurde, ist dabei aus Geschlechterperspektive interessant: Einerseits wurde der erste Kinofilm dazu verwendet, mit Astrid und Raffnuss zwei starke weibliche Charaktere einzuführen, während im zugrundeliegenden Buch von Cressida Cowell keine Frauen – abgesehen von Hicks' Mutter, im marginalen Umfang von ca. drei Sätzen – vorhanden sind. Astrid ist bei ihrer Einführung im Film mit Abstand die beste Drachenkämpferin, später – nachdem WikingerInnen und Drachen Frieden geschlossen haben – mit Abstand die Beste im Drachenrennen; sie ist mutig, stark, hochkompetent, selbstständig (und sieht es zunächst nicht gerne, als Hicks beginnt, in seinen Fähigkeiten aufzuholen). Bis zum Ende des zweiten Kinofilms entwickelt sie sich in eine Position, die als die einer „First Lady“ bezeichnet werden könnte. Sie ist nun Zweitbeste hinter dem männlichen Helden, dessen romantische Partnerin sie in der Zwischenzeit geworden ist, und trägt mit ihrer mentalen Unterstützung zu seinem Erfolg bei. Tatsächlich hat sie im Vergleich zu Hicks die stärkere Persönlichkeit, weiß, wer sie ist, ruht in sich; sie glaubt fest an Hicks und seine Eignung als Anführer und bestärkt ihn, wenn er unsicher ist, während er oft an sich zweifelt. Ihre Stärke ist eine wesentliche Stütze für Hicks' Erfolg, jedoch ist er es, der sich aus einer Außenseiterposition heraus linear zum Helden entwickelt – zunächst zum Anführer der Jugendlichengruppe, aus der er zuvor ausgegrenzt war, später auch zum neuen Häuptling der Insel: Schon im ersten Kinofilm bewältigt Hicks den finalen, ausschlaggebenden Kampf alleine, während alle anderen – auch Astrid – Teil der ihm zusehenden Masse sind. Astrid hingegen entwickelt sich zur liebenden Partnerin, die einen Schritt hinter den männlichen Helden zurücktritt, sie ist zwar nach wie vor eine aktive, selbstbewusste und hochkompetente Kriegerin, aber verbleibt als Zweitbeste die erste Frau an der Seite des männlichen Anführers. Dieser Bruch beginnt mit den ersten aufkeimenden Gefühlen zwischen den beiden in der Hälfte vom ersten Kinofilm und kulminiert bis zum Ende des zweiten Kinofilms, in dem Hicks Astrid auch in den bisher von ihr gewonnenen Drachenrennen besiegt und sie seitlich hinter ihm als selbstbewusste Zweite auf dem Podest steht.

## 4 Ausblick

Die ambivalenten Konstellationen, die in der Analyse aktueller Kindermedien identifiziert werden konnten, zeigen, dass eine gendersensible Gestaltung eines Medienprodukts an dessen Oberfläche nicht ausreicht. Ein reflexiver und dekonstruktiver Blick ist nicht nur bei der Analyse von Kindermedien, sondern auch bei deren Gestaltung unerlässlich, um Gendersensibilität erzielen zu können und Brüche auf tieferliegenden Ebenen zu vermeiden. Ohne diese differenzierte Perspektive, die auch Details und Entwicklungsdynamiken einer Geschichte beachtet, können auch die Potenziale, die transmediales Erzählen für eine gendersensible Mediengestaltung eröffnet, nicht ausgeschöpft werden.

Diese Potenziale haben gleichzeitig sowohl eine gesellschaftspolitische als auch eine ökonomische Komponente. Auf der ökonomischen Seite stehen Möglichkeiten für Medienunternehmen zur Zielgruppenerweiterung über tradierte Geschlechtergrenzen hinweg. Die im Abschnitt „Einleitung und Hintergründe“ geschilderten Geschlechterspezifika auf den Kindermedienmärkten haben durchaus auch wirtschaftliche Auswirkungen: So fällt es Buchverlagen schwer, Buben zu erreichen, während die Games-Branche Probleme hat, Mädchen für ihre Produkte zu gewinnen. Die in transmedialen Formaten angelegte Medienvielfalt birgt das Potenzial, an den Mediennutzungsgewohnheiten von Buben wie Mädchen gleichermaßen anzudocken und für beide Gruppen attraktive Elemente bereitzuhalten, gleichzeitig ergibt sich aber auch der Anreiz, weitere Medien aus der beteiligten Vielfalt zu nutzen.

Nicht zu unterschätzen ist dabei auch allgemein der gegenseitige Marketingeffekt der beteiligten Medienelemente aufeinander, der sich in komplexen Formaten aus der Vielfalt von Prequels, Sequels, Handlungsbrücken und Nebengeschichten ergeben kann. So kann etwa eine TV-Serie, in der eine Geschichte zwischen zwei Kinofilmen weitererzählt wird, die Wartezeit auf den zweiten Kinofilm verkürzen und dafür sorgen, dass die ZuseherInnen dabei bleiben und nicht das Interesse verlieren. Ein Alternate Reality Game kann das Interesse der Spielenden am zugrundeliegenden Ur-Text steigern. Erfahrungswerte diesbezüglich schildert z. B. Colvert (2015): Die Kinder, die das von ihr gemeinsam mit SchülerInnen entwickelte Alternate Reality Game gespielt hatten, konnten es kaum erwarten, anschließend auch das zugrundeliegende Buch zu lesen. Unternehmen, die sich auf transmediale Erzählstrategien einlassen, können folglich auch wirtschaftliche Vorteile im Sinne der Generierung zusätzlicher Absatzmöglichkeiten für sich ableiten.

Auf der gesellschaftspolitischen Seite steht der Abbau von Geschlechterstereotypen und Geschlechterungleichheiten, die das Handlungsspektrum von Mädchen und Buben einschränken (z. B. geschlechterstereotype Ausbildungs- und Berufswahl) und damit weiterführender gesellschaftlicher Benachteiligung (z. B. niedrigeres Einkommensniveau in Berufen mit hohem Frauenanteil) den Boden bereiten. Neben dem Empowerment von Kindern durch die Heranführung an geschlechtsspezifisch weniger genutzte Mediengattungen ergibt sich dabei auch das Potenzial zu alternativen Weiterentwicklungen von Geschichten im Sinne der Infragestellung von tradierten Geschlechterrollen und -stereotypen. Die oft spielerische und interaktive Herangehensweise von transmedialen Erzählstrategien z. B. in Form eines Alternate Reality Games kann dabei bewirken, dass Kinder sich leichter für alternative Rollen- und Aktivitätsangebote öffnen, da sie selbstverständlicher Bestandteil des Formats sind. Kindliche Erfahrungen prägen früh, was Frauen und Männer für sich als möglich erachten, wofür sie sich interessieren und was ihnen für sich als selbstverständlich und angebracht erscheint. Gendersensible Medienformate für Kinder können zu einem relativ frühen Zeitpunkt in der Biografie zur Öffnung für Lebensentwürfe jenseits tradierter Geschlechtergrenzen beitragen, indem auf unterhaltsame und spielerische Weise Vielfalt vermittelt wird.

In der zweiten Hälfte der Projektlaufzeit soll auf Basis der Analyseergebnisse ein gendersensibles Alternate Reality Game entwickelt, getestet und evaluiert werden, um die angenommenen Potenziale von transmedialen Erzählstrategien genauer auszuloten.

## Literatur

- Alper, M.; Herr-Stephenson, B. (2013): Transmediale Welten. Transmediales Spielen, Geschichtenerzählen und Lernen verstehen. In: *Television* 26: 45–46.
- BMUKK (2012): Internationale Vergleichsstudien: Genderaspekte. [https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/gender\\_schule\\_internat\\_studi.html](https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/ba/gender_schule_internat_studi.html) <10.07.2015>.
- Cassell, J. (2002): Genderizing HCI. In: Jacko, J.; Sears, A. (Hrsg.): *The Handbook of Human-Computer Interaction*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, S. 402–411.
- Colvert, A. (2009): Peer Puppeteers: Alternate Reality Gaming in Primary School Settings. <http://www.digra.org/dl/db/09287.19018.pdf> <10.07.2015>.

- Colvert, A. (2015): Was it a game that we made? Defining Alternate Reality Game (ARG) Authorship in the Primary Classroom, Vortrag auf der Tagung „Transmedia Storytelling for Kids“ am 27.5.2015 an der Fachhochschule St. Pölten.
- Detering, S.; Kleedörfer, D.; Petzold, M. (2006): Handynutzung im Grundschulalter. Eine empirische Pilotstudie. In: *merz – medien + erziehung* 50 (2): 43–49.
- Dickey, M. (2006): Girl gamers: the controversy of girl games and the relevance of female-oriented game design for instructional design. In: *British Journal of Educational Technology* 37 (5): 785–793.
- Feil, C.; Decker, R.; Gieger, C. (2004): *Wie entdecken Kinder das Internet? Beobachtungen bei 5- bis 12-jährigen Kindern*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften/GWV Fachverlage.
- Gleich, U. (2007): Nutzung und Funktionen neuer Medien bei Kindern und Jugendlichen. In: *Media Perspektiven* (10): 529–534.
- Hust, S.; Brown, J. (2011): Gender, Media Use, and Effects. In: Calvert, S.; Wilson, B. (Hrsg.): *The Handbook of Children, Media, and Development*. Chichester: John Wiley & Sons, S. 98–120.
- Jenkins, H. (2006a): Complete Freedom of Movement: Video Games as Gendered Play Spaces. In: Salen, K.; Zimmerman, E. (Hrsg.): *The Game Design Reader: A Rules of Play Anthology*. Cambridge/London: The MIT Press, S. 330–363.
- Jenkins, H. (2006b): *Convergence Culture: Where Old and New Media Collide*. New York: NYU Press.
- Jenkins, H. (2011): Transmedia 202: Further Reflections. [http://henryjenkins.org/2011/08/defining\\_transmedia\\_further\\_re.html](http://henryjenkins.org/2011/08/defining_transmedia_further_re.html) <10.07.2015>.
- Krell, G. (2009): Gender-Marketing. Ideologiekritische Diskursanalyse einer Kuppelproduktion. In: Diaz-Bone, R.; Krell, G. (Hrsg.): *Diskurs und Ökonomie. Diskursanalytische Perspektiven auf Märkte und Organisationen*. Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften, S. 237–262.
- Kuchenbuch, K.; Erk, S. (2004): Medien im Alltag Sechs- bis 13-Jähriger: Trends, Zielgruppen und Tagesablauf. In: *Media Perspektiven* (9): 441–452.
- Lippe, B. (2007): Japan: Games for, by and about Girls. In: Zauchner, S.; Siebenhandl, K.; Wagner, M. (Hrsg.): *Gender in E-Learning and Educational Games. A Reader*. Innsbruck: StudienVerlag, 223–241.
- Lorenz, R.; Gerick, J.; Schulz-Zander, R.; Eickelmann, B. (2014): Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Mädchen und Jungen im internationalen Vergleich. In: Bos, W.; Eickelmann, B.; Gerick, J.; Goldhammer, F.; Schaumburg, H.; Schwippert, K.; Senkbeil, M.; Schulz-Zander, R.; Wendt, H. (Hrsg.): *Computer- und informationsbezogene Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der 8. Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster/New York: Waxmann, S. 231–263.

- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2011): *KIM-Studie 2010. Kinder + Medien, Computer + Internet. Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland*. <http://www.mpfs.de/fileadmin/KIM-pdf10/KIM2010.pdf> <10.07.2015>.
- Medienpädagogischer Forschungsverbund Südwest (2013): *KIM-Studie 2012. Kinder + Medien, Computer + Internet . Basisuntersuchung zum Medienumgang 6- bis 13-Jähriger in Deutschland*. [http://www.mpfs.de/fileadmin/KIM-pdf12/KIM\\_2012.pdf](http://www.mpfs.de/fileadmin/KIM-pdf12/KIM_2012.pdf) <10.07.2015>.
- Mou, Y.; Peng, W. (2009): Gender and racial stereotypes in popular video games. <https://www.msu.edu/~pengwei/Mou%20Peng.pdf> <10.07.2015>.
- OECD (2010a): PISA 2009 Ergebnisse: Was Schülerinnen und Schüler wissen und können – Band I. Zusammenfassung. <http://www.oecd.org/berlin/46579420.pdf> <20.05.2014>.
- OECD (2010b): Lesekompetenz der Schülerinnen und Schüler in Österreich unter Durchschnitt. <http://www.oecd.org/berlin/presse/lesekompetenzderschulerinnen-undschulerinosterreichunterdurchschnitt.htm> <20.05.2014>.
- OECD (2013): Ländernotiz. PISA 2012 Ergebnisse. Österreich. Wichtigste Ergebnisse. <http://www.oecd.org/berlin/themen/PISA-2012-Oesterreich.pdf> <20.05.2014>.
- Paus-Hasebrink, I. (2013): Die Helden und Heldinnen von heute. Mediale Vorbilder von Kindern und Jugendlichen im Zeichen von Konvergenz und Crossmedialität. In: Kalcher, A.; Lauerer, K. (Hrsg.): *Vorbilder. Erziehen wohin?* Salzburg: Verlag Anton Pustet, S. 63–73.
- Pratten, R. (2011): *Getting Started in Transmedia Storytelling: A Practical Guide for Beginners*. London: CreateSpace.
- Rendtdorff, B. (2003): *Kindheit, Jugend und Geschlecht*. Weinheim/Basel/Berlin: Beltz.
- Süss, D. (2006): Mediensozialisation zwischen gesellschaftlicher Entwicklung und Identitätskonstruktion. [http://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/17348/ssoar-2006-suss-mediensozialisation\\_zwischen\\_gesellschaftlicher\\_entwicklung\\_und.pdf?sequence=1](http://www.ssoar.info/ssoar/bitstream/handle/document/17348/ssoar-2006-suss-mediensozialisation_zwischen_gesellschaftlicher_entwicklung_und.pdf?sequence=1) <10.07.2015>.
- Trepte, S.; Reinecke, L. (2010): Gender und Games – Medienpsychologische Gender-Forschung am Beispiel Video- und Computerspiele. In: Steins, G. (Hrsg.): *Handbuch Psychologie und Geschlechterforschung*. Wiesbaden: VS Verlag, S. 229–248.
- Wetterer, A. (2005): Rhetorische Modernisierung & institutionelle Reflexivität: Die Diskrepanz zwischen Alltagswissen und Alltagspraxis in arbeitsteiligen Geschlechterarrangements. In: *Freiburger Frauen Studien. Zeitschrift für Interdisziplinäre Geschlechterforschung* (16): 75.

# Pilotstudie zur sonifikationsgestützten Ganganalyse

*Michael Iber, Brian Horsak, Karin Bauer, Anita Kiselka,  
Anna-Maria Gorgas, Ronald Dlapka, Jakob Doppler*

*Fachhochschule St. Pölten, Department für Physiotherapie &  
Institut für Creative\Media/Technologies*

{michael.iber, brian.horsak}@fhstp.ac.at

## Zusammenfassung

Verletzungs- oder krankheitsbedingte Beeinträchtigungen des Ganges stellen die physiotherapeutische Behandlung vor große Herausforderungen. Aktuelle Technologien erlauben heute die Entwicklung preiswerter tragbarer Ganganalysesysteme, die den gewohnten Bewegungsablauf nicht einschränken und auch außerhalb eines Labors verwendet werden können. Über eine diagnostische Anwendung hinaus können sie auch den motorischen Lernprozess in der physiotherapeutischen Behandlung unterstützen. Eine akustische Darstellung des Abrollverhaltens erlaubt PatientInnen, mögliche Abweichungen wahrzunehmen, und ermöglicht folglich Eigenkontrolle und Eigenständigkeit beim Üben. Auf Grundlage dieser Rahmenbedingungen wurde ein Hardware-Prototyp – bestehend aus einem Paar mit Sensoren ausgestatteter Schuhsohlen und einem Mikroprozessor mit BluetoothLE – entwickelt, der Bewegungsdaten in Echtzeit an ein handelsübliches mobiles Endgerät schickt. Auf diesem werden die parametrisierten Daten in Echtzeit sonifiziert, d.h. als Klänge synthetisiert, und über Kopfhörer der PatientIn abgespielt. Dadurch erhält die PatientIn eine zusätzliche Rückmeldung zu seinem Gangmuster. In einer Pilotstudie wurden Sonifikationsvarianten entwickelt und nach einer Vorauswahl durch PhysiotherapeutInnen durch eine Gruppe gesunder ProbandInnen evaluiert. Darüber hinaus wurde der objektive Einfluss der Sonifikationen auf das Gangmuster anhand von Bewegungsdaten, die mit Druckmessplatten erhoben wurden, verglichen.

## 1 Einleitung

Gehen ist ein integraler Bestandteil wesentlicher Aktivitäten des täglichen Lebens. Eine Behandlung von Erkrankungen oder Beeinträchtigungen des

Ganges gehört daher zu den essenziellen Aufgaben der Physiotherapie. Das Spektrum von Methoden, um verschiedene Erkrankungen des Ganges zu diagnostizieren und zu evaluieren, ist breit und reicht von einer einfachen Untersuchung durch die PhysiotherapeutIn bis hin zu hoch entwickelten, technologisch unterstützten Lösungen, um biomechanische Aspekte des Ganges zu quantifizieren. Solche Messungen werden meistens entweder mithilfe von dreidimensionalen Bewegungserfassungssystemen oder durch Kraftmessplatten<sup>1</sup> vorgenommen. Der hohen Präzision solcher Systeme stehen ihre hohen Anschaffungs- und Instandhaltungskosten sowie ihr nicht unerheblicher Platzbedarf gegenüber. Sie sind nur unter Laborbedingungen einsetzbar und repräsentieren daher nur bedingt die alltäglichen Situationen, denen eine PatientIn ausgesetzt ist.

Mithilfe aktueller Sensortechnologie und der universellen Einsetzbarkeit mobiler Endgeräte lassen sich inzwischen auch zu vergleichsweise geringen Kosten tragbare Geräte zur Ganganalyse in der klinischen Rehabilitation und im Telemonitoring herstellen, die technisch so ausgelegt sind, dass sie die eigentlichen Bewegungsabläufe nicht behindern und somit das Gangverhalten an sich nicht beeinflussen. Über ihre Verwendung als tragbare, kostengünstige Diagnose-Tools hinaus lassen sich diese Geräte auch als portable Feedback-Systeme während der Gang-Rehabilitation einsetzen, um beispielsweise motorische Lernprozesse zu fördern.

Zur Messung der Bewegungsdaten werden in dem hier vorgestellten Projekt Drucksensoren in Einlegesohlen verankert, welche die plantare Druckverteilung der beiden Füße über einen Mikroprozessor drahtlos an ein mobiles Endgerät schicken. Hier werden die Daten sonifiziert, das heißt als repräsentative Klänge dargestellt. Einer der Vorteile einer solchen Echtzeit-Sonifikation ist es, dass die PatientInnen beim Hören über Lautsprecher oder Kopfhörer mögliche Abweichungen des Abrollverhaltens wahrnehmen und somit während der Bewegungsausführung bereits ihr Gangverhalten anpassen können. Laut Effenberg (2005) erweitern Sonifikationen das über Mechanorezeptoren vermittelte intrinsische Feedback über Bewegungsabläufe um zusätzliche Informationen. Diese Beobachtung wird durch Shams & Seitz (2008) gestützt, die generell feststellten, dass multisensorische Wahrnehmungen Vorteile gegenüber unisensorischen aufweisen. Die bei Verletzungen häufig eingeschränkte körpereigene Rückmeldung kann demzufolge durch zusätzliche akustische Informationen zu einem gewissen Grad kompensiert

---

<sup>1</sup> force distribution measurement platforms

werden. Neben der guten Integrierbarkeit zeichnen sich akustische Systeme durch eine höhere zeitliche Auflösung gegenüber visuellen Systemen aus (vgl. Neuhoff 2011). Sie ist möglicherweise ein weiterer Grund für die Effektivität der Sonifikation bei der Unterstützung motorischer Lernprozesse.

In der Literatur finden sich mehrere Ansätze zum sonifikationsgestützten Training und/oder zur Rehabilitation. Zum Beispiel wurden Sonifikationen im Rudersport (vgl. Effenberg 2005; Schaffert & Mattes 2012) und im Eisschnelllauf (vgl. Godbout & Boyd 2010) genutzt. Darüber hinaus existiert auch eine kleine Anzahl an Ansätzen im Bereich der Gang-Rehabilitation. Diese richten sich typischerweise an verschiedene Patientengruppen und liefern im Allgemeinen vielversprechende Ergebnisse (vgl. Baram & Miller 2007; Maulucci & Eckhouse 2011; Rodger, Young & Craig 2014).

Die Ansätze von Redd & Bamberg (2012) und Riskowski et al. (2009) im Bereich niedrigpreisiger tragbarer Systeme (wie Sensor-Einlegesohlen oder Orthesen) beschränken sich auf rudimentäre Sonifikationsansätze wie Fehlerhinweise beim Überschreiten vorgegebener Bewegungswerte. Auch das am Knöchel angebrachte System von Baram & Miller (2007) zur unterstützenden Behandlung von PatientInnen mit Multipler Sklerose verfolgt bezüglich der akustischen Signalgestaltung einen einfachen Ansatz. Zur Hervorhebung temporaler Aspekte ihres Gangverhaltens werden die Schritte der PatientInnen hier durch Ticks unterstützt, um auf mögliche Asymmetrien und Abweichungen aufmerksam zu machen und die Harmonisierung unrhythmischen Gangverhaltens zu unterstützen. Durch die Einfachheit und Erschwinglichkeit des Systems ist es für eine breite PatientInnengruppe auch außerhalb einer Laborumgebung einsetzbar.

Für weitgreifende qualitative Verbesserungen in der Gang-Rehabilitation reicht eine Darstellung der Schrittfrequenz nicht aus, da sie keinerlei Rückschlüsse auf beispielsweise das Abrollverhalten der PatientInnen beim Gehen zulässt. Es besteht daher Bedarf für die Entwicklung von Systemen, die einerseits die Detailgenauigkeit hochentwickelter Ganganalysesysteme mit den heutigen Möglichkeiten tragbarer, auf drahtloser Sensortechnik beruhender Systeme verbindet, um Bewegungsabläufe einerseits möglichst detailgenau akustisch darstellen zu können, andererseits das System niedrigpreisig zu gestalten und dadurch für breite PatientInnengruppen auch außerhalb klinischer Bedingungen benutzbar zu machen.

## 2 Entwicklung der SONIGait-Hardware und der Sonifikationspresets

### 2.1 Hardwareentwicklung

Die Konzeption von SONIGait geht von der Annahme aus, dass PatientInnen und TherapeutInnen in zunehmendem Maß über mobile Endgeräte wie Smartphones oder Tablets verfügen und diese für die Ganganalyse und Physiotherapie nutzbar sind (s. Abb. 1).

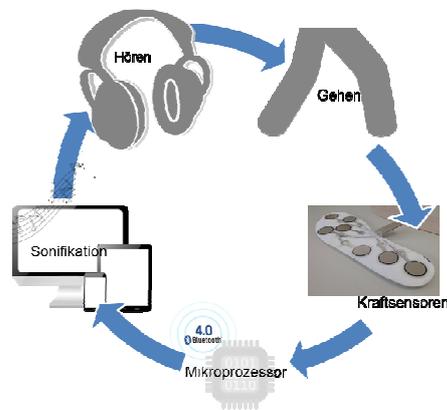


Abb. 1  
Closed Loop Auditory Display  
(Bildquelle: Hermann 2008)

Für die Gestaltung des Prototypen spielten daher folgende Gesichtspunkte eine wesentliche Rolle:

- (1) Abgesehen von den mobilen Endgeräten sollten die verwendeten Hardwarekomponenten möglichst kostengünstig sein, um eine Erschwinglichkeit des Endproduktes für eine breite Patientengruppe zu gewährleisten.
- (2) Das zu entwickelnde Gerät sollte gut integriert werden können, d. h. optimalerweise sollten alle Elektronik-Komponenten in die Sohlen eingearbeitet werden, um eine natürliche Bewegungsfreiheit zu garantieren.
- (3) Zudem sollte das Gerät mit minimaler Latenz in annähernd Echtzeit die gemessenen Daten an das drahtlos verbundene mobile Endgerät als Grundlage der Sonifikation übermitteln.
- (4) Um sowohl in therapeutischem Rahmen als auch selbstgesteuert ohne therapeutische Assistenz eingesetzt werden zu können, sollte die Energieversorgung zumindest für ein Minimum von 30 Minuten reichen.

Gemäß dieses Anforderungsprofils wurde ein Prototyp<sup>2</sup> mit zwei sensorbestückten Einlegesohlen entwickelt (s. Abb. 2). Jede Sohle verfügt über eine eigene Datenverarbeitungs- und Datenübertragungseinheit. Auf den Sohlen sind jeweils sieben kreisrunde (Durchmesser: 9,53 mm), flache (0,2 mm), flexible Kraftsensoren<sup>3</sup> mit einem Messbereich zwischen 0 und 445 Newton angebracht, um die plantare Kraftverteilung während des Gehens zu messen. Ihre Anordnung erstreckt sich vom Fersenbereich über dem lateralen Teil der Sohle hin zum Vorderfuß und dem Großzehengrundgelenk. Dadurch lassen sich verschiedene Gangparameter sowie näherungsweise die vertikale Bodenreaktionskraft und die plantare Kraftverteilung berechnen.

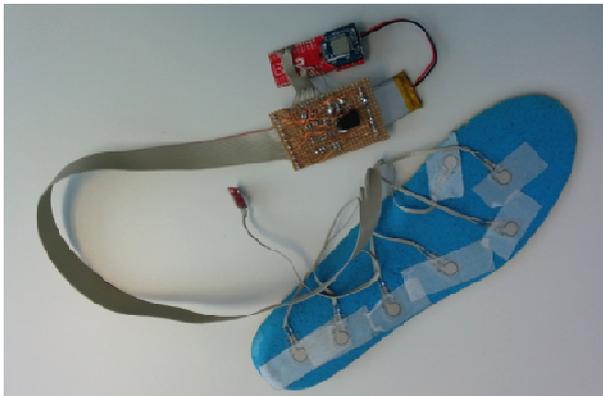


Abb. 2 Prototyp der SONIGait-Hardware, bestehende aus zwei Einlegesohlen mit jeweils sieben Kraftsensoren und einem Mikroprozessor mit BluetoothLE-Modul und Batterie

Die Daten der eingebetteten Sensoren werden von einem Arduino-Mikroprozessor<sup>4</sup> mit BluetoothLE-Modul abgetastet. Die Stromversorgung des Systems wird über einen 3,7-V-Lithium-Ionen-Akku bereitgestellt. Mit Anschaffungskosten von ca. 500 \$ (ohne mobiles Endgerät) bleibt der Prototyp im erschwinglichen Preisbereich.

Im Hinblick auf das Anforderungsprofil konnte bisher lediglich die Integration der Mikrocontroller-Einheit und der Batterie in die Sohle noch nicht umgesetzt werden. Die Komponenten werden derzeit in einer kleinen Box (7,5 × 5 × 3 cm) am Knöchel oder Rücken auf jedem Fuß fixiert.

---

<sup>2</sup> Vgl. auch Horsak et al. (2015).

<sup>3</sup> Tekscan, FlexiForce A301

<sup>4</sup> Sparkfun Arduino Fio v3 Board mit ATmega32U4, 8-MHz-Prozessor

## 2.2 Sonifikation der Kraftsensordaten

Die Gestaltung akustischer Informationen für einen Einsatz in der Physiotherapie konzentrierte sich vor allem auf zwei Gesichtspunkte:

- (1) Für eine möglichst hohe Akzeptanz seitens der PatientInnen sollten die erzeugten Klänge nicht als unangenehm empfunden werden.
- (2) Gleichzeitig sollten die Klänge das Gangverhalten aber möglichst aussagekräftig repräsentieren, um den motorischen Lernprozess der PatientInnen effektiv zu unterstützen.

Um grundsätzliche Erfahrungswerte über die Akzeptanz und einen Mehrwert im Hinblick auf einen therapeutischen Einsatz zu sammeln, wurden mehrere Sonifikationsvarianten entwickelt und im Rahmen einer Pilotstudie mit gesunden ProbandInnen evaluiert.

Anders als bei Ansätzen mit ein bis drei Sensoren (vgl. Bresin et al. 2010; Grosshauser et al. 2012; Lécuyer et al. 2011) können synthetische Modelle den über sieben Kraftsensoren pro Sohle repräsentierten Gangverlauf erheblich detaillierter abbilden. Verschiedene Spannungswerte der Sensoren entsprechen dabei der jeweils anliegenden Kraft. Die analogen Spannungswerte werden als Grundlage für die Sonifikation in 10-bit-Integerwerte gewandelt. Jedem der sieben Sensoren der Einlegesohle entspricht im Sonifikationsmodell ein Klanggenerator. Durch die übermittelten Kraftwerte lässt sich die plantare Kraftverteilung beim Abrollvorgang der beiden Füße akustisch auf dem entsprechenden Audiokanal (rechts/links) darstellen. Ein optional zuschaltbarer Moving-Average-Filter (Mittelwert von fünf aufeinanderfolgenden Eingangswerten) erlaubt eine Glättung des Datenstroms.

Zunächst wurden für die Klanggeneratoren sechs verschiedene Synthesemethoden (SYNTHESE 1–6) entwickelt. Wenn nicht ausdrücklich anders erwähnt, entsprechen die digitalisierten Kraftwerte der einzelnen Sensoren dabei einem Amplitudenwert des zugeordneten Klanggenerators:

- SYNTHESE 1 – subtraktive Synthese mit bandpass-gefiltertem weißem Rauschen. Das Rauschen wird durch eine für jeden Klanggenerator charakteristische Filterbank, bestehend aus sechs Bandpassfiltern, geschickt.
- SYNTHESE 2 – Wavetable-Synthese mit einem um zwei Obertöne leicht angereicherten Sinuston. Durch die Zuordnung individueller Tonhöhen zu den sieben Klanggeneratoren lassen sich harmonische und melodische Muster während des Abrollvorgangs darstellen.
- SYNTHESE 3 – Frequenzmodulation, wobei die Träger- und Carrierfrequenzen für jeden Klanggenerator zwar individuell, aber statisch defi-

nirt werden. Zusätzlich zur Amplitudensteuerung repräsentiert bei dieser Methode der Datenwert auch den Modulationsindex.

- SYNTHESE 4 – ein Sinusoszillator, dessen Amplitude und Frequenz von den eingehenden Kraftdaten kontrolliert wird.
- SYNTHESE 5 – Implementierung eines Karpus-Strong-Algorithmus. Der Klang wird getriggert, sobald der Kraftverlauf bei einem Sensor abfällt (Änderung des Vorzeichens bei der Ableitung des Signals). Der Maximalwert bestimmt die klingende Frequenz.
- SYNTHESE 6 – ein prozedurales Synthese-Modell zur Verklanglichung von Fußschritten, adaptiert nach A. Farnell (2010; 2007).

Zur Glättung des Audiosignals wurde ein optional zuschaltbarer Kompressor<sup>5</sup> und ein Halleffekt in die Signalkette implementiert.

Basierend auf diesen Synthesemethoden wurden 18 Sonifikationspresets definiert, aus denen von PhysiotherapeutInnen wiederum fünf (S1–5) für die Pilotstudie ausgewählt wurden. Neben unterschiedlichen Synthesen unterscheiden sich die Presets

- (1) durch Filter- und Frequenzeinstellungen,
- (2) ob und in welcher Stärke Hall dem Signal beigemischt wurde und
- (3) ob die Daten vor der Sonifizierung mit einem Moving-Average-Filter geglättet wurden.

Für die Sonifikationen der beiden Sohlen wurden jeweils identische Presets verwendet. Folgende Sonifikationspresets wurden von den PhysiotherapeutInnen für die Pilotstudie ausgewählt:

- S1: Wavetablesynthese (beruhend auf SYNTHESE 2) mit Tonfolge basierend auf den Anfangstönen von „Für Elise“
- S2: Frequenzmodulation (beruhend auf SYNTHESE 3)
- S3: Wavetable-Synthese (beruhend auf SYNTHESE 2) mit Tonfolge, basierend auf einem Boogie-Riff
- S4: subtraktive Synthese (beruhend auf SYNTHESE 1)
- S5: Sinusoszillator mit datengesteuerter Frequenz (beruhend auf SYNTHESE 4)
- S6: keine Sonifikation

Alle von den PhysiotherapeutInnen ausgewählten Presets waren sowohl mit Datenglättung wie auch Hall versehen.

---

<sup>5</sup> nach Frank Barknecht's rjlib ([www.github.com/rjdj/rjlib](http://www.github.com/rjdj/rjlib))

### 3 Pilotstudie zur Anwendung von Sonifikationen von Gangabläufen

Zum Testen der SONIGait-Hardware und zur Evaluation der ausgewählten Sonifikationspresets wurde eine Pilotstudie konzipiert, in der vor allem die Wahrnehmung der Sonifikationen durch die ProbandInnen und der objektive Einfluss der Sonifikationen auf das Gangverhalten untersucht wurde.

Dafür wurde eine Stichprobe von zwölf gesunden Freiwilligen rekrutiert.<sup>6</sup> Nach einer Einführung gingen die ProbandInnen mit konstanter selbstgewählter Geschwindigkeit für jedes Sonifikationspreset (S1–S6) jeweils sieben Mal über eine acht Meter lange Laufmatte. Um den Einfluss von Lern- und Ermüdungsartefakten einzuschränken, wurde die Reihenfolge der Sonifikationspresets für jede TeilnehmerIn individuell per Zufallsgenerator bestimmt. Für eine objektive Erfassung der spatiotemporalen Gangparameter der TeilnehmerInnen wurden die letzten fünf Runden jedes Durchgangs mit zwei in die Laufmatte integrierten Kraftverteilungsmessplattformen<sup>7</sup> aufgezeichnet und anschließend im Hinblick auf Gehgeschwindigkeit ( $\text{ms}^{-1}$ ), Schrittdauer (s), Schrittlänge (cm) und Kadenz (Schritte/Minute) ausgewertet. Zusätzlich wurden über den Variationskoeffizient ( $\text{COV} = \text{Schrittdauer} / \text{Mittelwert}$ ) die Schwankungen dieser Parameter analysiert.

Nach jedem Durchgang wurden die ProbandInnen zu dem jeweiligen Sonifikationspreset befragt. Zu diesem Zweck wurde ihnen ein Fragebogen auf der Basis von Likert-Skalen mit vier bzw. fünf Punkten ausgehändigt. Mit diesem Fragebogen sollten

- (1) die persönliche Präferenzen hinsichtlich des Sonifikationspresets,
  - (2) der Eindruck, inwieweit die jeweilige Sonifikation dem persönlichen Gangempfinden entspricht, und
  - (3) inwieweit die Sonifikation nach eigener Schätzung das Gangbild beeinflusst,
- ermittelt werden.

#### 3.1 Gestaltung und Auswertung des Fragebogens

Bezüglich der Fragestellung, „welchen Typ der Sonifikation die TeilnehmerInnen als besten oder günstigsten bewerten“, wählten fünf der Teilnehme-

---

<sup>6</sup> Für eine genauere Beschreibung der Versuchsanordnung vgl. auch Horsak et al. (2015).

<sup>7</sup> ZEBRIS, Germany, FDM 1.5; jeweils  $1,5 \times 0,5$  m

rInnen S2 als den günstigsten. Alle anderen Sonifikationspresets wurden jeweils zweimal ausgewählt – ausgenommen S3, welcher nur einmal ausgewählt wurde. Bezüglich der Fragestellung, „wie TeilnehmerInnen das Sonifikationspreset wahrgenommen haben“ (von *sehr angenehm* bis *sehr unangenehm* auf einer fünfstufigen Likert-Skala), waren keine klaren Unterschiede feststellbar. Alle zeigten einen Median von ca. 2 (neutral). Nur S5 hatte einen Median von 1 (was *unangenehm* entspricht). Bei der Frage, „wie gut ein Sonifikationspreset dem eigenen Gangbild ähnelt“ (zwischen *überhaupt nicht* bis *exzellent* auf einer vierstufigen Likert-Skala), war die mittlere Bewertung 3 (was *gut* entspricht) für alle Sonifikationspresets - ausgenommen S5, welches einen Median von 2 (*rudimentär*) aufweist. In Bezug auf die Frage, „ob das Abrollen des Fußes ein nachvollziehbares Geräusch während des Gehens produziert“ (von *überhaupt nicht* bis *exzellent* auf einer vierstufigen Likert-Skala), zeigten alle Sonifikationspresets einen Median größer als 3 (*gut*) – ausgenommen S5, welches lediglich einen Median von 1,5 (*überhaupt nicht* bis *rudimentär*) aufweist. Dieselben Ergebnisse treffen auch für die Frage „wie gut konnten Sie den wahrgenommen Sound dem rechten und linken Fuß zuordnen“ zu, bei welcher S5 wieder die schlechtesten Ergebnisse zeigt. Die Frage „beeinflusst der Typ der Sonifikation den Gang der Teilnehmer bezüglich Gehgeschwindigkeit, Rhythmus oder die Bewegung des Abrollens des Fußes“ wurde im Allgemeinen mit „nein“ beantwortet.

Es folgen einige Ergebnisse im Einzelnen in der Diagrammdarstellung:

(1) Persönliche Präferenz hinsichtlich des Sonifikationspreset (s. Abb. 3)

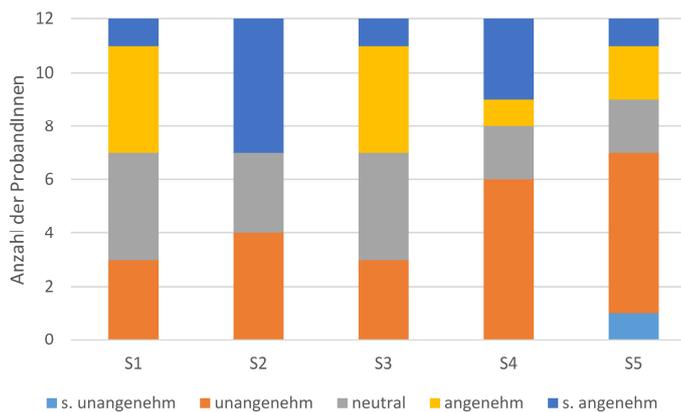


Abb. 3 Bei der persönlichen Präferenz zeigten die Probanden große Schwankungen, welches Sonifikationspreset sie als angenehm oder unangenehm empfanden. S2 wurde häufig als sehr angenehm beschrieben, vor allem S5 wurde als wenig angenehm empfunden.

(2) Repräsentation des eigenen Gangmusters durch Sonifikationspreset (s. Abb. 4–6)

Die Darstellung des Gehens durch die verschiedenen Sonifikationspresets wird von den Probanden unterschiedlich wahrgenommen (s. Abb. 4). Generell können alle ProbandInnen zumindest ansatzweise die Klangabfolgen mit ihrem Gangmuster assoziieren. Welches Sonifikationspreset hierfür am hilfreichsten wahrgenommen wird, variiert sehr stark zwischen den ProbandInnen, wobei S5 diesbezüglich am schlechtesten beurteilt wurde. Diese Beobachtung entspricht auch der Gesamtbewertung. Differenziert man zwischen der Wahrnehmung des Abrollverhaltens und des Gehrhythmus, so lässt sich folgendes feststellen:

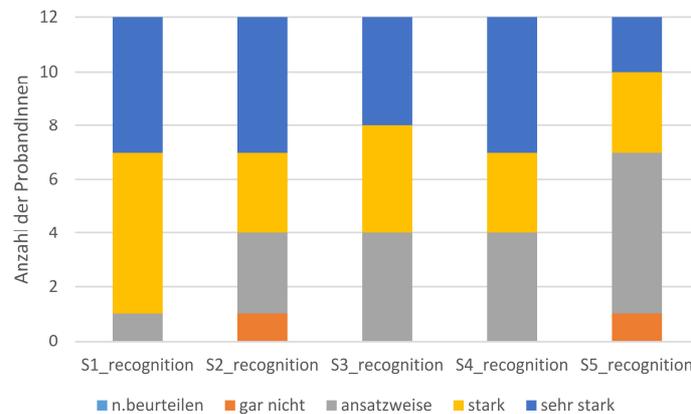


Abb. 4 Repräsentation des eigenen Gangmusters

Welches der fünf Sonifikationspresets das Abrollverhalten klanglich am besten darstellt, wird von den ProbandInnen individuell unterschiedlich wahrgenommen. Generell lässt sich sagen, dass durch S1, S2 und S3 das Abrollverhalten besser wahrnehmbar zu sein scheint als bei S4 und speziell bei S5.

Anders als beim Abrollverhalten scheint der Gehrhythmus vermehrt durch alle Sonifikationspresets wahrnehmbar zu sein. Besonders gut bewerten die ProbandInnen hierbei S1 und S2, wobei S4 und S5 auch hier im Allgemeinen etwas schlechter abschneiden. Abbildung 5 zeigt eine direkte Gegenüberstellung der beiden Aspekte für die fünf Sonifikationspresets im Einzelnen.

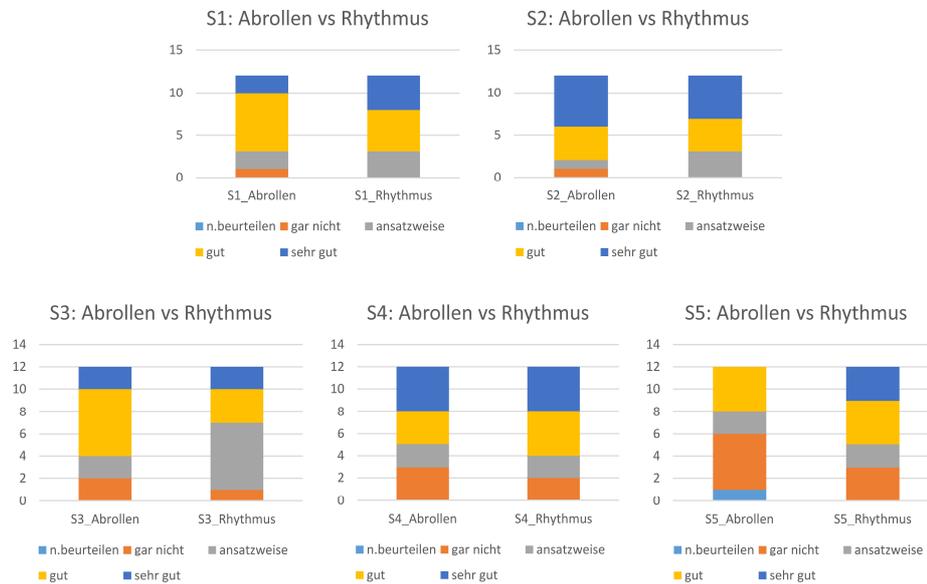


Abb. 5 Während bei Sonifikationspresets S1, S2 und S4 das Abrollen des Fußes und der Gehrrhythmus in den Sonifikationen in etwa gleich gut abgebildet wurden, fanden die ProbandInnen den Rhythmus bei S3 und das Abrollen bei S5 klanglich weniger nachvollziehbar repräsentiert.

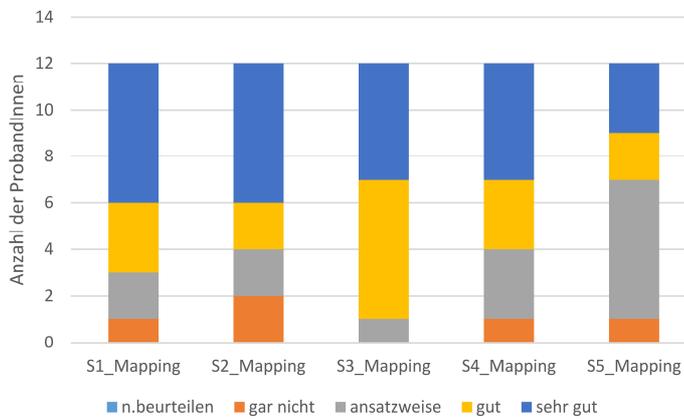


Abb. 6 Die Abrollvorgänge des linken und rechten Fußes werden klanglich auf den korrespondierenden Audiokanälen abgebildet. Grundsätzlich gelingt es den meisten ProbandInnen, diese Unterscheidung zwischen linkem und rechtem Schritt in allen Sonifikationspresets, wenn auch unterschiedlich gut, nachzuvollziehen. Eine Ausnahme bildet S5, wo eine Mehrheit der ProbandInnen nicht eindeutig zwischen rechts und links differenzieren konnte.

Die Zuordnungsmöglichkeit der gehörten Klänge des Sonifikationspresets S4 zu jeweils linkem bzw. rechtem Fuß wird von den einzelnen ProbandInnen sehr unterschiedlich wahrgenommen (s. Abb. 6). Ein Proband berichtet, dass er zwar eine klare Trennung der Klänge im linken Kopfhörerlautsprecher und rechtem erkennt, sie aber verkehrt interpretiert, also die auf dem linken Ohr gehörten Klänge zum rechten Bein zugehörig wahrnimmt.

Die selbsteingeschätzte Beeinflussung des Gangbildes aufgrund der Sonifikationsvarianten ist von ProbandIn zu ProbandIn sehr unterschiedlich (s. Abb. 7–9). Dennoch ist ein Trend dahingehend zu beobachten, dass ProbandInnen sich entweder übergreifend bei allen Sonifikationsvarianten in ihrem Gehverhalten beeinflusst fühlen oder sich generell durch keine Sonifikationsvariante in ihrem Gehen beeinflusst fühlen.

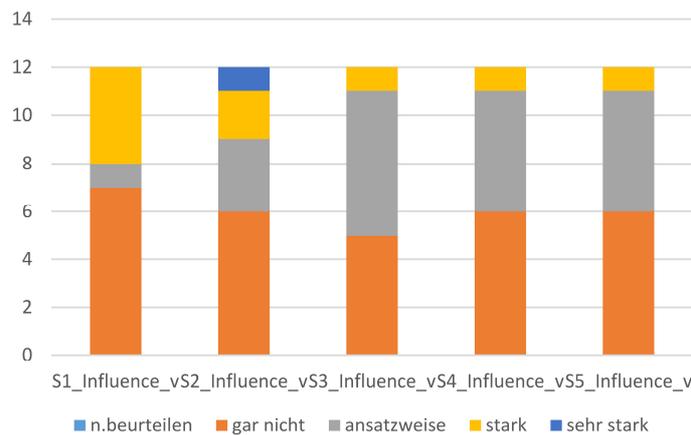


Abb. 7 Selbstbewerteter Einfluss auf die Ganggeschwindigkeit

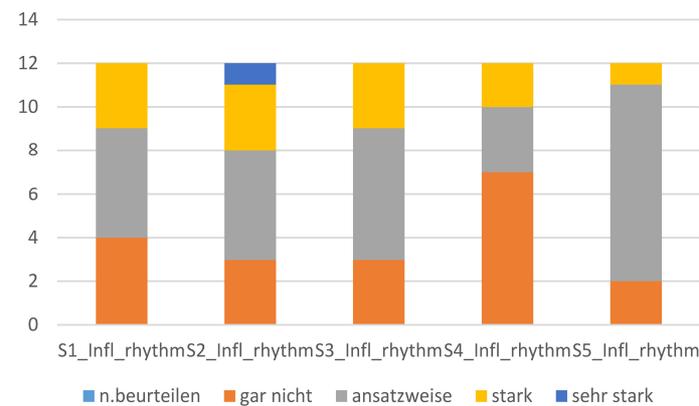


Abb. 8 Selbstbewerteter Einfluss auf den Gehrhythmus

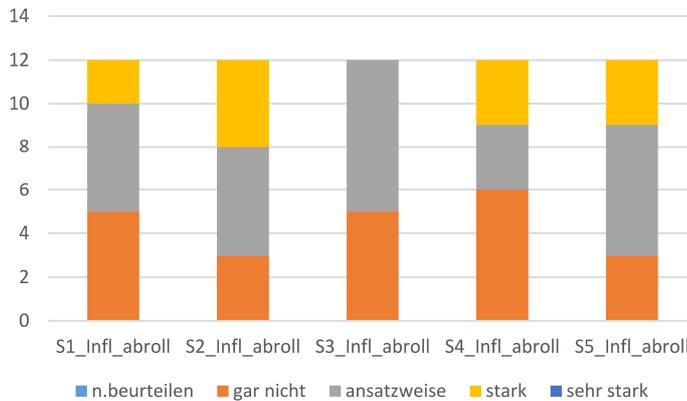


Abb. 9 Selbstbewerteter Einfluss auf den Abrollvorgang

### 3.2 Ergebnisse bezogen auf die angewandten Synthesemethoden

Der glockenähnliche Klang der Frequenzmodulation (SYNTHESE 3) erzielte von allen Sonifikationspresets das beste Ergebnis, gefolgt von den beiden Presets mit Wavetable-Synthese, die hinsichtlich der persönlichen Präferenzen der ProbandInnen meist ebenso als *sehr angenehm*, *angenehm* oder zumindest *neutral* bewertet wurden. Das auf subtraktiver Synthese (SYNTHESE 1) dem Gehen auf Schnee ähnelnde Preset S4 wurde ebenfalls von 25% der Teilnehmer als *sehr angenehm* beurteilt. Lediglich der Klang der Sinusoszillatoren, deren Frequenzen von den Kraftsensoren gesteuert wurden (SYNTHESE 4), wurde von der Mehrheit der TeilnehmerInnen als *unangenehm* und *sehr unangenehm* empfunden. Auch hinsichtlich der Bewertung, inwieweit die Sonifikation das eigene Gangbild repräsentiert, schnitt diese Methode schlechter ab als die übrigen Synthesemethoden. Während die Nachvollziehbarkeit des Gangmusters von den TeilnehmerInnen allgemein überwiegend als *gut* – im Hinblick auf das Abrollen des Fußes – bewertet wurde, lag die Frequenzmodulation (SYNTHESE 3), gefolgt von den beiden Presets mit Wavetable-Synthese (SYNTHESE 2), vorne in der Beurteilung. Auch der Gehrrhythmus wurde in fast allen Synthesemethoden nachvollziehbar repräsentiert, wiederum etwas besser bei der Frequenzmodulation (SYNTHESE 3) und der Variante der Wavetable-Synthese (SYNTHESE 2) mit dem „Für Elise“-Tonhöhenmotiv (S1). Ähnliche Ergebnisse konnten bezüglich der akustischen Differenzierung zwischen linkem und rechtem Fuß beobachtet werden.

Die Auswertung zeigt, dass Sonifikationspresets auf tonhöhenpezifischer Basis sowohl Presets mit realistischen Klängen (Gehen auf Schnee) wie auch

klanglich abstraktere Methoden (Frequenz hängt von der Kraft ab) hinsichtlich ihrer Akzeptanz und ihrer Informationsvermittlung übertreffen. Interessanterweise steht dieses Ergebnis in Widerspruch zur Studie von Maculewicz et al. (2015), die verschiedene Echtzeitsonifikationen (1-kHz-Sinus, synthetische Schrittgeräusche auf Holz und auf Kies) von Gangmustern analysierten und zu dem Ergebnis kamen, dass TeilnehmerInnen realistische Geräusche besser gefallen als synthetische Töne.

Die Pilotstudie machte außerdem deutlich, dass die TeilnehmerInnen die einzelnen Sonifikationspresets sehr unterschiedlich wahrnahmen. Auch der Einfluss der Sonifikationen auf das eigene Gangmuster wurde von den TeilnehmerInnen unterschiedlich eingeschätzt. Hierbei gab es jedoch kaum Unterschiede in der Beurteilung zwischen den unterschiedlichen Presets, sondern die Bewertung eines Teilnehmers/einer Teilnehmerin galt pauschal für alle Sonifikationspresets gleichermaßen.

### 3.3 *Empfundener versus gemessener Einfluss der Sonifikationen*

Um den empfundenen Einfluss der Sonifikationen auf das Gangmuster mit einem objektiven Einfluss zu vergleichen, wurde zusätzlich zu der Fragebogenauswertung eine Messung der Gangparameter über Kraftmessplattformen durchgeführt. Die Auswertung der Daten durch eine ANOVA<sup>8</sup> zeigte signifikante Unterschiede bei den spatiotemporalen Parameterwerten beim Gehen mit Sonifikation im Vergleich zum Gehen ohne Sonifikation. Der größte Effekt wurde in der Kadenz beobachtet, die unabhängig vom Sonifikationspreset im Vergleich zum Gehen ohne Sonifikation deutlich langsamer verlief (s. Abb. 10). Dieser Effekt wurde teilweise von einer Reduktion der Gehgeschwindigkeit und einem Anstieg der Schrittzeit begleitet. Dieses Ergebnis ist nicht sonderlich überraschend, da Gehgeschwindigkeit und Kadenz stark miteinander korrelieren. Kadenz wird oft als eine der beiden Schlüsseldeterminanten (neben der Schrittlänge) beschrieben, um die selbstgewählte Gehgeschwindigkeit zu regulieren (vgl. Perry & Burnfield 2010). Die Schrittlänge wurde durch die Sonifikationen nicht signifikant beeinflusst.

---

<sup>8</sup> Für eine detaillierte Darstellung der statistischen Auswertung der gemessenen spatiotemporalen Parameter vgl. Horsak et al. (2015).

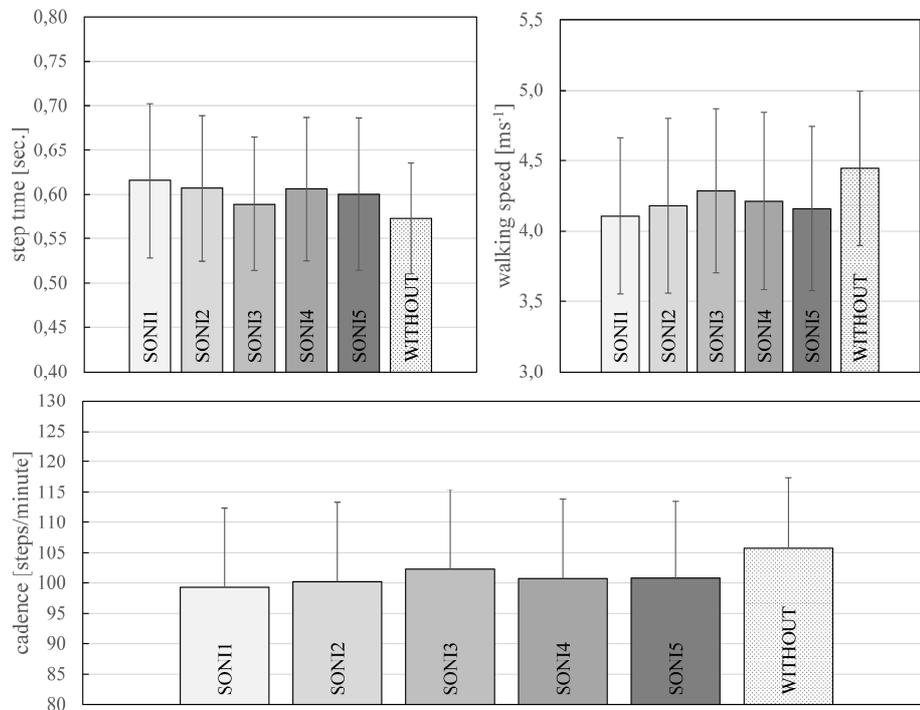


Abb. 10 Ergebnisse für Schrittzeit [sec.], Gehgeschwindigkeit [ $\text{ms}^{-1}$ ] und Kadenz [Schritte/Minute] während des Gehens mit den verschiedenen Sonifikationspresets (S1–S5) und ohne Sonifikation (S6).

Interessanterweise gab es deutliche Unterschiede nur zwischen Sonifikation und Nicht-Sonifikation (vgl. Abb. 10). Unter den einzelnen Sonifikationspresets konnten in Bezug auf die gemessenen spatiotemporalen Parameter keine nennenswerten Unterschiede ausgemacht werden. Die Sonifikation an sich animierte die TeilnehmerInnen anscheinend dazu, langsamer zu gehen. Es ist durchaus möglich, dass die zusätzliche Information durch die Sonifikation die TeilnehmerInnen dazu veranlasst, sich verstärkt auf den Bewegungsablauf zu konzentrieren (vermehrte intrinsische Aufmerksamkeit). Dieser Effekt hilft möglicherweise, automatische Steuerungsmechanismen zu unterbrechen und so die Aufmerksamkeit bewusst auf spezifische Parameter beim Gehen zu lenken. Dies bietet möglicherweise Vorteile für den motorischen Lernprozess bei der Gang-Rehabilitation.

## 4 Conclusio

Das vorgestellte SONIGait-System dient als Plattform für künftige Forschungen und Entwicklungen im Bereich der Physiotherapie. Durch die Echtzeitsonifikation von Gangmustern sollen TherapeutInnen und PatientInnen eine zusätzliche Informationsebene zur Unterstützung des motorischen Lernprozesses bei der Rehabilitation von Gangstörungen erhalten. Zu diesem Zweck wurde ein tragbarer Hardware-Prototyp zur Erfassung und Übertragung von Gangparameterdaten entwickelt. Diese werden drahtlos an ein handelsübliches mobiles Endgerät geschickt und mit einer Sonifikationssoftware als akustische Signale dargestellt. In einer Pilotstudie wurde die Akzeptanz und Signifikanz von fünf ausgewählten Sonifikations-Varianten evaluiert. Dabei spielte nicht nur die Bewertung durch die ProbandInnen eine Rolle, sondern auch der Vergleich zwischen dem empfundenen Einfluss von Sonifikationen auf das persönliche Gangmuster zu dem objektiv mit Kraftmessplattformen gemessenen. Hierbei zeigte sich, dass Versuche mit Sonifikation im Vergleich zu Testläufen ohne Sonifikation zu einer Verlangsamung des Ganges führten, die Schrittlänge jedoch unbeeinflusst blieb. Von einer motorischen Sichtweise aus kann dieser Effekt dazu beitragen, automatische Kontrollmechanismen aufzubrechen, um die Aufmerksamkeit auf spezifische Gangparameter zu lenken und somit den motorischen Lernprozess im Allgemeinen zu unterstützen.

## Literatur

- Baram, Y.; Miller, A. (2007): Auditory feedback control for improvement of gait in patients with Multiple Sclerosis. In: *Journal of the Neurological Sciences* 254 (1–2): 90–94. <http://doi.org/10.1016/j.jns.2007.01.003>.
- Bresin, R.; De Witt, A.; Papetti, S.; Civolani, M.; Fontana, F. (2010): Expressive sonification of footstep sounds. In: *Proceedings of ISON 2010, 3rd Interactive Sonification Workshop*. Stockholm, S. 51–54.
- Effenberg, A. O. (2005): Movement Sonification: Effects on Perception and Action. In: *IEEE MultiMedia* 12 (2): 53–59. <http://doi.org/10.1109/MMUL.2005.31>.
- Farnell, A. J. (2007): Marching onwards: Procedural synthetic footsteps for video games and animation. In: *Proceedings of the Pd Convention*, Montréal.
- Farnell, A. (2010): *Designing Sound*. Cambridge, Mass: MIT Press.

- Godbout, A.; Boyd, J. E. (2010): Corrective Sonic Feedback for Speed Skating: A Case Study. In: *Proceedings of the 16th International Conference on Auditory Display*. Washington, DC, S. 1–8.
- Grosshauser, T.; Bläsing, B.; Spieth, C.; Hermann, T. (2012): Wearable sensor-based real-time sonification of motion and foot pressure in dance teaching and training. In: *Journal of the Audio Engineering Society* 60 (7/8): 580–589.
- Hermann, T. (2008): Taxonomy and definitions for sonification and auditory display. In *Proceedings of 14th International Conference on Auditory Display*. Paris, S. 1–7.
- Horsak, B.; Iber, M.; Bauer, K.; Kiselka, A.; Gorgas, A.-M.; Dlapka, R.; Doppler, J. (2015): A wireless instrumented insole device for real-time sonification of gait. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Auditory Display*. Graz.
- Lécuyer, A.; Marchal, M.; Hamelin, A.; Wolinski, D.; Fontana, F.; Civolani, M.; Papetti, S.; Serafin, S. (2011): “Shoes-your-style”: changing sound of footsteps to create new walking experiences. In: *Proceedings of workshop on sound and music computing for human-computer interaction*. Alghero, Italy.
- Maculewicz, J.; Jylhä, A.; Serafin, S.; Erkut, C. (2015): The effects of ecological auditory feedback on rhythmic walking interaction. In: *IEEE MultiMedia* 22 (1): 24–31. DOI: 10.1109/MMUL.2015.17.
- Maulucci, R. A.; Eckhouse, R. H. (2011): A Real-Time Auditory Feedback System for Retraining Gait. In: *Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE EMBS*. Minneapolis, S. 1–4.
- Neuhoff, J. G. (2011): Perception, Cognition and Action in Auditory Display. In: Hermann, T.; Hunt, A.; Neuhoff, J. G. (Hrsg.): *The Sonification Handbook*. Berlin: Logos Publishing House, S. 63–85. <http://sonification.de/handbook/chapters/chapter4/>.
- Perry, J.; Burnfield, J. M. (2010): *Gait Analysis: Normal and Pathological Function* 2. Aufl., Thorofare, NJ: Slack Inc.
- Redd, C. B.; Bamberg, S. J. M. (2012): A Wireless Sensory Feedback Device for Real-Time Gait Feedback and Training. In: *IEEE/ASME Transactions on Mechatronics* 17 (3): 425–433. <http://doi.org/10.1109/TMECH.2012.2189014>.
- Riskowski, J. L.; Mikesky, A. E.; Bahamonde, R. E.; Burr, D. B. (2009): Design and Validation of a Knee Brace With Feedback to Reduce the Rate of Loading. In: *Journal of Biomechanical Engineering* 131 (8): 084503. <http://doi.org/10.1115/1.3148858>.
- Rodger, M. M.; Young, W. R.; Craig, C. M. (2014): Synthesis of walking sounds for alleviating gait disturbances in Parkinson’s disease. In: *IEEE Transactions on*

*Neural Systems and Rehabilitation Engineering* 22 (3): 543–548. <http://doi.org/10.1109/TNSRE.2013.2285410>

Schaffert, N.; Mattes, K. (2012): Acoustic feedback training in adaptive rowing. In: *Proceedings of 18th International Conference on Auditory Display*. Atlanta, GA. <http://core.kmi.open.ac.uk/display/9087166>.

Shams, L.; Seitz, A. R. (2008): Benefits of multisensory learning. In: *Trends in Cognitive Sciences* 12 (11): 411–417. <http://doi.org/10.1016/j.tics.2008.07.006>.

Diese Arbeit wurde von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) im Rahmen des Projekts CARMA (839092) finanziert.

# **SONImed – Entwicklung einer sonifikationsgestützten Methode zur Analyse medizinischer Bilddaten**

*Patrik Lechner, Valentin Langer, Wolfgang Fuchs, Alexander Clement, Benjamin Bauernfeind, Thomas Kirchner, Patrick Fritsche, Tobias Karl*

*Fachhochschule St. Pölten, Studiengang Digitale Medientechnik*

{dm141544, dm141543, dm141521, dm141512, dm141503, dm141572, dm141576, dm141536}@fhstp.ac.at

## **Zusammenfassung**

Bei der Diagnostik medizinischer Bilddaten müssen Ärzte aus visuellen Reizen verschiedenste Krankheitsbilder entdecken und bestimmen können. Sonifikation von (Bild-) Daten ist ein Bereich, der sich mit Unterstützung oder Augmentierung von Daten durch Verklanglichung beschäftigt. Dieses Paper untersucht die Assoziation von medizinischen Bilddaten und deren Sonifikation. Unterschiedliche Klangsynthesemethoden werden angewendet und eine eigens entwickelte Software in einem Test mit Versuchspersonen evaluiert. Dabei wird untersucht, ob und mittels welcher Syntheseart die Testpersonen die genauesten Ergebnisse liefern und Aussagen dazu treffen können. Der Nutzen der Entwicklung SONImeds besteht kurzfristig darin, die Grundlagenforschung von Sonifikation medizinischer Bilddaten zu erweitern; langfristig darin, DiagnostikerInnen eine funktionierende auditive Hilfestellung zu geben.

## **1 Einleitung**

Die Analyse medizinischer Bilddaten, wie sie bei der Anwendung von Computertomografien (CT), Magnetresonanztomografien (MRT), Röntgen oder Ultraschall erfasst werden, stellt für Mediziner eine große Herausforderung dar. Bei der Vielzahl der zu betrachtenden Bilder stellen sich beim Betrachter Ermüdungserscheinungen ein und die Gefahr von Begutachtungsfehlern wächst. Auch verfügt das menschliche Auge nur über begrenzte Fähigkeiten der Differenzierung nahe beieinanderliegender Graustufen, d.h. Helligkeitswerte.

Im Zentrum dieser interdisziplinären Grundlagenstudie zwischen medizinischer Bilddatenanalyse und Sonifikation steht die Entwicklung von Sonifikationsmodellen, mit deren Hilfe getestet werden soll, welche Synthesemethode am sinnvollsten für die Vertonung medizinischer Bilddaten einsetzbar ist.

## 2 State of the Art

“Sonifikation is the use of non-speech audio to convey information. More specifically, sonification is the transformation of data relations into perceived relations in an acoustic signal for the purposes of facilitating communication or interpretation.” [1]

Es handelt sich hierbei um eine Technik, die aus Daten ein akustisches Signal generiert. Der Ton spiegelt die Eigenschaften dieser Daten oder Beziehungen, die in den Daten vorherrschen, wider. Diese Transformation ist systematisch und strukturell; dies bedeutet, dass einerseits eine genaue Definition gelten muss, wie die Daten den Klang beeinflussen, und andererseits, dass dieser Klang mit identischen Daten genau reproduzierbar sein muss [2].

Bei der Übertragung zeitunabhängiger Parameter – wie z. B. Pixelwerten von (medizinischen) Bildern – auf eine zeitabhängige Form (wie beispielsweise Klang, Musik oder Sound) verweist die Literatur auf eine Vielzahl von Methoden. Eine besondere Herausforderung dieser Anwendung ist die Zwei- oder Mehrdimensionalität von Bilddaten. Hierbei werden verschiedene Sonifikationsansätze herangezogen, welche in weiterer Folge entweder als Ganzes (scanning), bereichsweise (probing) oder auch als Kombination der beiden Arten die Bilder verklanglichen [3]. Solche Kombination erweisen sich als zielführend, da sich das Gehör ähnlich wie das Auge verhält [4], wenn es darum geht, etwas sensorisch zu erfassen: Möchte man den Sachverhalt als Ganzes erfahren, geht der Fokus aufs Detail verloren – und vice versa. Um dieses Problem zu überwinden, wird in der Literatur angeraten, mehrere Bilddaten-Sonifikationsarten auf Zeitebene zu testen und zu untersuchen, um eine geeignete Methode zu finden; im Vordergrund vieler Studien steht allerdings zunächst mehr eine wissenschaftliche oder künstlerische [5, 6, 7, 8] als eine informationsstiftende Betrachtungsweise.

*Wissenschaftlich*

Bei der Sonifikation von (Bild-)Daten wird oft MIDI zur Ansteuerung von Klangerzeugern verwendet. Die Parameter der zu sonifizierenden Daten werden dabei direkt auf die Klangparameter, wie etwa Tonhöhe, Timbre, Lautstärke und Räumlichkeit, übertragen [9]. Die Verwendung von Sinustönen ist ebenfalls ein häufig verwendetes Mittel zur Sonifikation, wobei sich reine Sinustöne als störend erwiesen haben und in weiterer Folge tendenziell abgelehnt wurden [10].

Die Graustufenwerte eines Bildes als „Tiefe“ zu verstehen und konkrete Werte zu sonifizieren, ist eine der Möglichkeiten für die Sonifikation von Bildern und dient in weiterer Folge als Grundlage der Forschung. Dabei werden die Graustufenwerte einzelner Pixel eines Bildes in Sound umgewandelt. Die Kriterien der Sonifikation werden unterschiedlich gewählt. So können zum Beispiel die Werte der x-Achse eines Bildes die zeitliche Ebene des Klangs sowie die y-Achse die Frequenz übernehmen. Genauso werden die Graustufenwerte von 0 bis 255 beiden Parametern zugeordnet [11]. Eine Kombination aus Raster-Scanning (zeilenweiser Abtastung) und Graustufen-sonifikation wurde unter dem Namen VOSIS unternommen, das auch eine interaktive Ebene mittels Touch-Steuerung beinhaltet. Die zeitliche Ebene wird durch die Steuerung vom Nutzer oder der Nutzerin mittels Touch-Interaktion kontrolliert. Der Farbparameter wird hierbei allerdings ausgelassen. Dennoch stellt VOSIS eine äußerst anschauliche Kombination aus Raster-Scanning, Graustufen-sonifikation und Sonifikation dieser Werte mittels Fourier-Transformation dar [12]. Die Sonifikation von Grauwerten eines ganzen Bildes sowie physischen Kanten von Gegenständen im Bild kann dazu eingesetzt werden, um blinden Menschen mehr Informationen über ihre Umgebung zu gewährleisten. Dadurch, dass weniger Frequenzen gleichzeitig zu hören sind, verbindet die blinde Person (nach einer Trainingsphase) den Sound automatisch mit dem Bild [13]. Eine weitere Möglichkeit, Bilder für Blinde sichtbar zu machen, wird mit „Navigation Assistance for Visually Impaired“ (NAVI) realisiert. Dabei wird der blinden Person eine Brille aufgesetzt, welche die Kanten von Gegenständen sonifiziert. Zusätzlich zu den Grauwerten werden auch RGB-Werte ausgelesen, um Gegenstände besser voneinander zu unterscheiden [14].

Farbinformationen, wie z. B. die Parameter des HSV-Farbraums, können herangezogen werden, um über die Klangparameter Grundfrequenz, spektrale Hüllkurve und Intensität einen Bezug zu Tonhöhe, Timbre und Lautheit

herzustellen [15]. Veränderungen der Werte für Zeit, Frequenz und Amplitude der Klänge scheinen jedoch schneller erkennbar als Unterschiede im Timbre [16]. Dies macht sich auch bei der Live-Sonifikation von Bildern bemerkbar; letzteres geht oft mit einer Interaktion einher. „Walk on the Sun“ ermittelt die Positionen von Menschen auf einem auf den Boden projizierten Bild und steuert damit Instrumente, Tonhöhen und Panorama einer Sonifikation. Damit nähert sich diese Art der Probing-Sonifikation an, erweitert diese im auditiven Bereich aber um genannte Eigenschaften sowie den Einbezug von Farbe und schafft damit ein eindrucksvolleres Erlebnis – vor allem auch für blinde Testpersonen, welche Unterschiede in der Struktur des Bildes eindeutig ausmachen können [17]. Sehr komplexe Sonifikations-Methoden, welche genannte Methoden kombinieren und diese um andere Ansätze erweitern, versprechen nicht unbedingt genauere Ergebnisse [18].

### *Medizin*

Die Sonifikation medizinischer Bilddaten wurde bereits aus mehreren Motivationen und mittels unterschiedlicher Methoden getestet. Zwei Ansätze wurden in diesem Bereich untersucht: erstens das Ohr mittels Sonifikation als Hilfestellung, zweitens dieses als primären Reizkanal in diesem Bereich zu nutzen [19]. Zusätzlich besteht die Möglichkeit der Verklanglichung für relativ geringen Kostenaufwand [20] in Echtzeit. Echtzeit-Sonifikation hat durch Audifikationsansätze im medizinischen Bereich im Gegensatz zur Sonifikation in der Diagnostik eine lange Geschichte, etwa in Form des Elektrokardiogramm-Herztons oder der Elektroenzephalografie [21].

Bei der Sonifikation innerhalb medizinischer Diagnostik ist die Ausgangslage jedoch um einiges diffiziler, da aus der Untersuchung des Bildmaterials aussagekräftige, präzisere Informationen als in einem künstlerischen Kontext gewonnen werden müssen. Die Sonifikation bei bildgebenden Verfahren wird auf unterschiedlichste Weisen angewendet, jedoch erfolgt die Auswahl der Parameter, nach anderen, effizienteren Kriterien. Dies hat den Nebeneffekt, dass – je nach Komplexität der zu hörenden Bilddaten – auch die Sonifikationsmethode komplexer arbeiten und „auswählen“ muss. Hier fließt der wesentliche Faktor der Universalität im Sinne von Intuition [22, 23] mit ein, was eine Anpassung des Interfaces sowie eine Abstimmung auf das jeweilige Einsatzgebiet erfordert [24]. Als entscheidende Faktoren für Benutzerfreundlichkeit wurden beispielsweise Zuhörerfreundlichkeit, einfache Kontrolle und Attraktivität der Sonifikation eruiert [25].

Unterschiedliche Sonifikationsarten aus unterschiedlichen Bereichen bildgebender Diagnostik zeigen, wie komplex in diesem Bereich gearbeitet werden muss. Die Sonifikation im medizinischen Bereich kann entweder allgemein (Scans) oder gerichteter (Krankheitsbilder) ausgerichtet sein. Mittels der Rauigkeits-Eigenschaft kann ein Diagnostiker gesundes von ungesundem Gewebe unterscheiden. Bei einem Versuch, Sonifikation auf Alzheimer- und Demenz-Krankheitsbilder von Gehirnschans anzuwenden, wurden diese zunächst segmentiert. Mit der „triple-tone sonification“ wurden dann je ein Oszillator an den Frontallappen, Parietallappen und den sensomotorischen Cortex angelegt und die Frequenzen dieser Oszillatoren von der metabolischen Aktivität dieser drei Bereiche gesteuert. Die Abweichung von durchschnittlichen Standardwerten dieser Aktivität wurden durch Verstärken einer Standardfrequenz (440 Hz) signalisiert [26]. Aufgetretene Abnormitäten wurden durch diese Methode von ProbandInnen mit musikalischer Ausbildung gut erkannt, welche diese an Personen ohne musikalischen Hintergrund weitervermitteln können [25].

Diese Art der „Probing“-Sonifikation erweist sich als vielversprechend, was auch aus anderen Studien hervorgeht, wobei zwangsläufig nicht nur reine Oszillation, sondern auch unterschiedliche Parameter von Samples und Musik (Pitch, Nachhallzeit, Dauer, Phasenlage) unterschieden werden können [27]. Wichtig erscheint allerdings auch eine Art auditiver Referenz, auf die Bezug genommen werden kann [28]. „Scanning“-Verfahren, also die Verklangerung von Bildern „als Ganzes“, stellen sich als weniger praktikabel heraus. Bei Kagawas Aufnahmeserie [29] wurde die Sonifikation von Computertomografiebildern auf zwei verschiedene Arten versucht: zum einen als Verklangerung von Einzelbildern und zum anderen als einer gesamten Serie auf einmal. Dabei wurden Bildbereiche ausgewählt und deren Parameter direkt auf entsprechende Sound-Parameter eines Sinus-Oszillators umgelegt. Vor allem die Sonifikation von Bildreihen wurde als weniger intuitiv beschrieben. Die ProbandInnen verstanden den Zusammenhang von Soundeffekt und Bild nicht [29]. Aktuellere Studien geben Daten nicht arbiträr, sondern über MIDI mittels Frequenzbandzuordnung, Tonhöhenabhängigkeit und Dynamikänderungen komplexer wieder. Ebenfalls ist hier der Ausgangspunkt neben musikalischer auch wahrnehmungstechnischer Natur. Zusätzlich besteht der praktische Nutzen einer Echtzeit-Sonifikation unter Umständen auch in einer Art Notfallsystem, das bei neurologischen „Notfällen“ (z. B. Epilepsie) automatisch Feedback gibt [30].

## 2 Medizinische Bilddaten, Herausforderung, Forschungsziel

### 2.1 Medizinische Bilddaten

Unter medizinischen Bilddaten versteht man im Allgemeinen Bilder, die bei digitalem Röntgen, Computertomografie oder auch Magnetresonanztherapie entstehen. ÄrztInnen und WissenschaftlerInnen ziehen diese Aufnahmen zur Diagnostik heran, indem sie nach Auffälligkeiten innerhalb der Gewebestruktur suchen. Dabei ist es von großer Bedeutung, Veränderungen und Auffälligkeiten in den Aufnahmen so früh wie möglich zu entdecken und zu erkennen. Als Beispiel ist in Abbildung 1 ein MRT-Bild eines Schädels zu sehen.

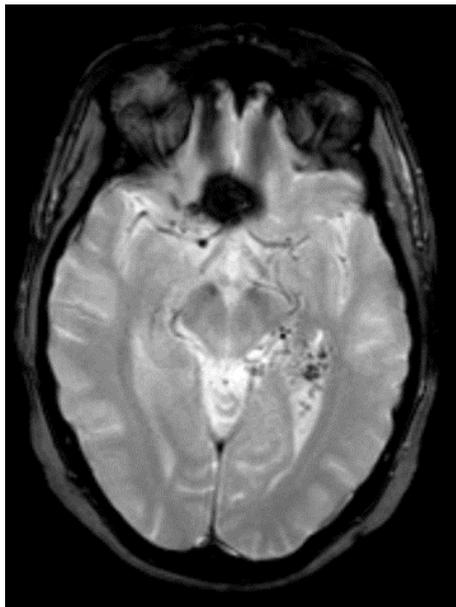


Abb. 1 DICOM-Bild

Der DICOM-Standard („Digital Imaging and Communications in Medicine“) etablierte sich ab 1993 aus der Notwendigkeit heraus, einen formalen Standard für die digitale Archivierung von neben solchen medizinischen Bilddaten zu schaffen. Dieser Standard enthält neben dem Bildmaterial (roh sowie komprimiert) auch Datenstrukturen und Formate, Anforderungen an andere DICOM-Systeme und Informationen über den Datenaustausch via

Netzwerk [31]. Durch diese Vielfalt an Informationen können in einem DICOM-Bild auch Metadaten des Patienten, Aufnahme datum oder Ärztinformationen gespeichert werden. Weiters ist es durch das DICOM-Format möglich, mehrere Aufnahmen eines Körperteils komprimiert oder auch verlustlos als eine Reihe von Bildern zu speichern. Entstehen in einem längeren Zeitraum mehrere Bilder eines Patienten, erhält man zusätzlich die Dimension der Zeit durch die Schichten der verschiedenen Bilder.

## 2.2 Herausforderung

DICOM-Bilder werden von den behandelnden ÄrztInnen in den meisten Fällen als eine Reihe von Bildern betrachtet, wobei Kontrast, Helligkeit und Zoom variabel eingestellt werden können. Eine der Herausforderungen bei der Entwicklung einer geeigneten Sonifikationsapplikation ist es, ein entsprechendes Sonifikationsmodell auch derart variabel zu gestalten. Für eine präzise Umsetzung ist es zunächst erforderlich, auf der akustischen Ebene verschiedene Synthesarten zu testen und zu evaluieren. Ist eine Gewebeveränderung zu erkennen, soll ein auditives Signal den Arzt/die Ärztin darauf aufmerksam machen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die Klänge für ÄrztInnen nicht störend und ablenkend wirken, sondern als Hilfestellung erkannt werden.

## 2.3 Forschungsziel

Mithilfe des akustischen Feedbacks sollen relevante und wichtige Informationen über den Inhalt des Bildes an das medizinische Personal übermittelt werden. Kurzfristig gesehen, ist es wichtig zu erforschen, ob ungeschulte Personen Veränderungen im Klang so interpretieren, dass diese mit dem Gehörten eine Veränderung des Bildinhaltes assoziieren können. Des Weiteren ist es von Bedeutung, ob das akustische Feedback, in Verbindung mit visuellen Daten, eine höhere Aufmerksamkeitsspanne bzw. eine erhöhte Genauigkeit im Vergleich zur reinen Beobachtung der DICOM-Bilder gewährleistet. Langfristig gesehen ist das Ziel, dieses Projekt in die Realität umzusetzen und ÄrztInnen bei der Diagnose von (entstehenden) Krankheiten zu unterstützen.

### 3 Sonifikationsmethoden

Die Sonifikation der Daten muss möglichst nah an den Rohdaten liegen, so dass keine automatisierende Interpretation (machine learning, etc.) der Sonifikation vorausgeht. Die Interpretation der Daten bleibt dem Spezialisten bzw. der Spezialistin – in diesem Fall dem Radiologen bzw. der Radiologin – überlassen. Im Folgenden werden Klangsynthesarten dargestellt, die im Rahmen der Forschung angewandt wurden.

#### 3.1 Subtraktive Synthese

Die subtraktive Synthese ist eine Synthesemethode, bei der ein durch Signalgeneratoren erzeugter Klang mit Filtern und Hüllkurvengeneratoren verändert wird [29]. Um einen möglichst großen, hörbaren Einfluss des Filters auf ein Signal zu erzielen, ist es wichtig, dass das Signal ein dichtes Frequenzspektrum aufweist. Aus diesem Grund eignen sich beispielsweise Rauschgeneratoren als Signalquelle gut, da damit eine gute Differenzierung von Filterveränderungen erzeugt werden kann, die auch geringfügige Unterschiede der jeweiligen Filterfrequenz entsprechend hörbar macht.

Die Grenzfrequenz des Filters wird vom Grauwert der jeweiligen Mauseposition am Bild, eines Bildbereichs oder des ganzen Bildes gesteuert. Ausgehend von einem Tiefpassfilter werden helle Bildinformationen auch klanglich hell wiedergegeben, da der Filter weit geöffnet ist. Dunklere Pixel klingen hingegen durch eine tiefere Grenzfrequenz dumpfer und komplett schwarze Bildbereiche filtern das Signal letztlich komplett weg, wodurch kein Ton mehr zu hören ist.

#### 3.2 Additive Synthese

In der additiven Synthese wird der Klang nicht durch Filtern eines obertonreichen Spektrums erzeugt, sondern indem gewünschte harmonische Teiltöne in Form von Sinusschwingungen zu einem Klang zusammengesetzt werden. Dadurch sind sehr präzise Klangcharakteristika möglich [2]. In Abhängigkeit der Menge der verwendeten Sinusgeneratoren ist diese Syntheseart vergleichsweise rechenaufwendig.

Wie bei der subtraktiven Synthese steuert auch bei dieser Sonifikationsmethode der Grauwert die Klangcharakteristik. Je nach Helligkeit der Bildinformation verändern sich Lautstärke und Tonhöhe der Oszillatoren, was

sich auf den Klang des Signals auswirkt. Diese Obertöne verschmelzen letztlich im Ohr zu einem komplexen Klang.

### 3.3 *Physical Modeling*

Bei Physical Modeling handelt es sich um ein Verfahren in der Klangsynthese, das mittels mathematischem Modell physikalische Eigenschaften von Musikinstrumenten abbildet [30]. Hierbei gibt es verschiedene Modelle wie beispielsweise den Karplus-Strong-Algorithmus, der auf eine sehr einfache Art eine Saite imitiert. In Bezug auf die Sonifikation von Bilddaten ergeben sich mit diesem Modell unterschiedliche Szenarien, die mit den bereits genannten Synthesarten so nicht möglich sind. Die Graustufenwerte können in ein Feder/Masse-System übersetzt werden. Dadurch kann ein dreidimensionales System mit aufeinanderfolgenden Bildern umgesetzt werden, das im Stande ist, eine komplette Bildserie klanglich darzustellen.

## 4 **Softwareentwicklung**

Im Rahmen der Forschung wurde von den Autoren ein Programm zur Erstellung der Studie wie auch zum Erproben verschiedener Bildverarbeitungs- und Audio-Synthese-Formen geschrieben. Dieses Programm wurde in pure data<sup>1</sup> und python<sup>2</sup> erstellt und ist somit plattformunabhängig, wurde jedoch nur auf Mac OS X getestet. Es ermöglicht folgendes:

- Herauslösen von Bilddaten (typischerweise JPEG) aus dem DICOM-Format. Dies dient zum Speichern und Anzeigen in pure data.
- Auslesen von Pixelwerten, um diese in mehrdimensionale (x-Achse, y-Achse und ggf. mehrere Frames) Arrays zu schreiben.
- Audio-Synthese basierend auf Pixelwerten.

### 4.1 *DICOM*

Wie bereits erörtert, ist das DICOM-Format ein in der Medizin gebräuchliches Dateiformat, das zum Beispiel zum Speichern von MRT- oder CT-Bilddaten wie auch Patientendaten (Alter, Name, Geschlecht etc.) und ande-

---

1 <https://puredata.info/downloads/pd-extended>

2 <http://puredata.info/Members/thomas/py/>

ren Parametern (Körperhaltung des Patienten, Daten bezogen auf das verwendete Messgerät) verwendet wird. Die pure data-library „pydicom“<sup>3</sup> wird eingesetzt, um die Messpunkte respektive Pixelwerte auszulesen und anschließend in Arrays zu speichern.

#### 4.2 Abtastung

In dem vorhandenen Programm werden mehrere Verfahren implementiert, um entsprechende Werte auszulesen, welche wiederum der Audio-Synthese zugeführt werden:

- (1) Per Mauszeiger kann der Wert eines einzelnen Pixels ausgelesen werden.
- (2) Eine ganze Zeile Pixel kann ausgelesen werden.
- (3) Ein Quadrat aus Pixeln um den Mauszeiger herum kann ausgelesen werden.

In der Versuchsanordnung wird ausschließlich mit Variante 3 gearbeitet. Für die Studie ist das Quadrat auf eine Größe von  $5 \times 5$  Pixeln definiert. Hier kommt hinzu, dass eine Gewichtung/Fensterung von 25 Werten in diesem Fall als vorteilhaft erscheint. Das bedeutet, dass beispielsweise der Wert des Pixels, der sich genau unter dem Mauszeiger befindet, bei der Synthese stärker berücksichtigt wird als ein Wert am Rand dieses Quadrats.

#### 4.3 Audio-Synthese

Im Zuge der Entwicklung des Programms wurden verschiedenste Synthesemöglichkeiten angedacht und erprobt. Die derzeitige Version enthält die zuvor beschriebenen drei Synthesemethoden: additive Synthese, subtraktive Synthese, Physical Modeling/additiv.

- Die Methode der additiven Synthese benutzt pro Pixelwert einen Sinus-Oszillator, dessen Frequenz durch den entsprechenden Pixelwert gesteuert wird und dessen Amplitude durch die Fensterfunktion (sinc-Funktion) abgedämpft wird.
- Bei der subtraktiven Synthese wird weißes Rauschen erzeugt und durch einen 4-Pol-Lowpass-Filter geschickt. Die Cut-off-Frequenz wird im Bereich 0,5 kHz bis 2,5 kHz durch die Pixelwerte gesteuert.
- Die hier vorgestellte Physical-Modeling-Methode ist nicht tatsächlich das, was man gemeinhin im Audio-Synthese-Kontext unter Physical Mo-

---

<sup>3</sup> [http://pydicom.readthedocs.org/en/latest/getting\\_started.html](http://pydicom.readthedocs.org/en/latest/getting_started.html)

deling versteht. Mithilfe der Library „pmpd“<sup>4</sup> wird ein physikalisches Modell einer Platte erstellt. Diese besteht beispielsweise aus 25 Punktmassen mit entsprechenden Verbindungen. Die Punktmassen wie auch die Steifigkeit der Verbindungen werden durch die Pixelwerte gesteuert: Der User kann durch Klicken auf eine beliebige Stelle im Bild auslösen, dass eine (impulsartige) Kraft auf die simulierte Platte ausgeübt wird. Dieses Modell wird zwar in Echtzeit berechnet, jedoch aus Performance-Gründen mit einer für Audio-Anwendungen wesentlich zu tiefen Sample-rate von etwa 100 Hz. Die ausgelösten Schwingungen werden daher wiederum per additiver Synthese sonifiziert.

## 5 Empirische Studie

### 5.1 Interne Evaluierung

Im Zuge der Entwicklung wurden die oben genannten Sonifikationsmethoden mehrmals intern (durch die Autoren) evaluiert. Wie bereits erwähnt, stellte sich heraus, dass drei Klangsynthesemethoden für die Sonifikation medizinischer Bilddaten geeignet sind und vorhandene Abstufungen in den Grauwerten der ausgelesenen Pixel klanglich eindeutig unterscheidbar wiedergegeben wurden.

Im Anschluss wurde in pure data ein Versuchsaufbau erstellt, mit dem entsprechende Usertests mit MRT-Bildern und geometrischen Formen (s. Abb. 2) realisierbar waren. Erste Evaluierungen mit  $30 \times 30$  Pixel großen geometrischen Formen auf  $500 \times 500$  Pixel großen Bildflächen erwiesen sich zunächst als nicht zufriedenstellend. Daraufhin wurden die Formgrößen auf durchschnittlich 250 Pixel erhöht, was eine eindeutige Verbesserung brachte.

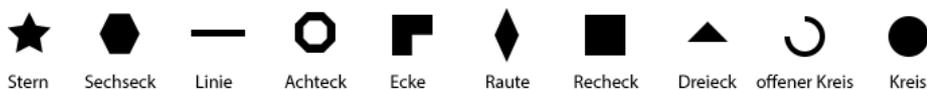


Abb. 2 Geometrische Formen für den Usertest

Ein weiteres, wichtiges Merkmal zur Differenzierung klanglicher Unterschiede stellte der Grauwert der Formen im Vergleich zum Grauwert des Hintergrunds dar. Dieser wurde, nach mehreren Evaluationen, analog zu den

---

<sup>4</sup> <https://puredata.info/downloads/pmpd>

Helligkeitsunterschieden von gesundem und mutiertem Gewebe gewählt, die im Vorfeld mittels grafischer Analyse von einigen beispielhaften MRT-Bildern bestimmt wurden:

- (1) gesundes Gewebe: durchschnittlicher Grauwert von 123/8 bit (Hintergrund)
- (2) mutiertes Gewebe: durchschnittlicher Grauwert von 82/8 bit (geometrische Form).

## 5.2 Konzeption

Nach der internen Studie und Festlegung, welche Syntheseverfahren sinnvoll getestet werden können, bot sich folgendes Konzept an: Die Probanden und Probandinnen werden in die Studios eingeladen und bekommen eine kurze Einführung zum Ablauf des Tests. Vorweg werden allgemeine Fragen zu den Daten der Versuchsperson gestellt. Im Anschluss darauf beginnt der eigentliche Test. Dabei sollen die ProbandInnen eine Abweichung im Gehörten erkennen. Der Test ist nach Synthesearten unterteilt. Diese werden jeweils zunächst gehört, woraufhin im Anschluss Fragen nach standardisierten Antwortmöglichkeiten von den Testpersonen beantwortet werden (Multiple Choice):

- Konnten Sie geometrische Formen erkennen?
- Welche Formen konnten Sie erkennen?
- Konnten Sie eine klangliche Veränderung bemerken?
- Wie haben Sie die gehörten Klänge empfunden?
- Haben Sie Dinge gehört, die Sie nicht gesehen haben oder umgekehrt?
- Können Sie aufgrund der klanglichen Wahrnehmung einen Befund vermuten?

## 5.3 Durchführung

Wie in der Konzeption beschrieben, fanden sich die ProbandInnen in den Audiostudios ein, in denen ein entsprechender Versuchsaufbau mit Prototypen vorbereitet war. Für die Datenerfassung wurden zunächst allgemeine Fragen im Online-Fragebogen beantwortet. Danach wurde die Software kurz von Aufsichtspersonen erklärt und der Versuch mit den drei Syntheseverfahren erläutert. Pro Verfahren fand jeweils ein rein auditiver Versuch sowie ein Test, welcher das Auditive mit der visuellen Grundlage kombinierte, statt.

Bei dem rein auditiven Test wurde nach einer zufälligen geometrischen Figur gesucht (vgl. Abb. 2), welche visuell nicht erkennbar war und somit nur „erhört“ werden konnte und zugeordnet werden musste. Der visuelle Test zeigte ein DICOM-Bild (für alle ProbandInnen einheitlich), bei dem nach Gewebeveränderungen in Form eines Tumors gesucht wurde. Nach jedem Durchgang, sprich nach jedem Hörtest, wurden im Online-Fragebogen die Ergebnisse von den ProbandInnen evaluiert. Abschließend wurden in einer persönlichen Reflexion allgemeine Auffälligkeiten beim Umgang mit dem Prototypen vom User in den Fragebogen eingetragen.

## 6 Evaluation der Ergebnisse

Insgesamt wurden 21 Personen befragt. Die Ergebnisse der Fragebögen zeigen, dass große Unterschiede in der Aussagekraft der Synthesemethoden bestehen. Während neun ProbandInnen bei additiver Synthese und elf Versuchspersonen bei subtraktiver Synthese geometrische Formen erkannten, gelang lediglich fünf ProbandInnen bei Verwendung von Physical Modeling (im weiteren gekürzt PM) eine exakte Bestimmung der Form. Die Verwendung einer geeigneten Sonifikationsmethode hat also direkten Einfluss auf die Erkennbarkeit des Bildinhalts und verdoppelt die Erkennbarkeitsrate.

Interessante Ergebnisse liefert auch die Frage danach, ob klangliche Veränderungen vom User festgestellt werden können. Während bei additiver und subtraktiver Synthese mehr als dreiviertel der Versuchspersonen angaben, dass die klangliche Veränderung zwischen hellen und dunklen Bereichen – analog zu Knochen und Gewebestrukturen – „sehr gut“ wahrnehmbar ist, war es nur ein Drittel, das bei PM ebenso empfindet (s. Abb. 3).

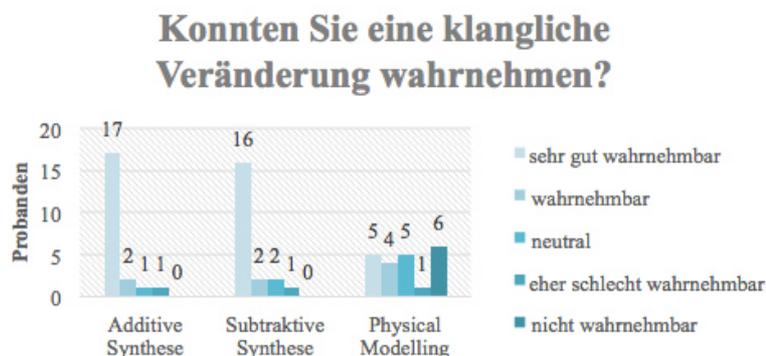


Abb. 3 Wahrnehmung der klanglichen Veränderung

Auch bei den anderen Fragen der Testreihe zeigt sich eine klare Tendenz. In der Testreihe wurde gefragt, ob aufgrund der sonifizierten Bilder eine Vermutung besteht, auf welcher Position sich der Tumor auf dem Bild befindet. Zehn ProbandInnen gaben an, bei additiver Synthese eine Vermutung zu haben, fünf Versuchspersonen taten dies bei Verwendung subtraktiver Synthese. Additive Synthese scheint zur Lokalisation unterschiedlicher Bildinhalte also besser geeignet zu sein. Wird PM zur Sonifikation der Bilddaten verwendet, konnte keiner der ProbandInnen die Frage mit „sehr gut“ beantworten. Zwar gaben bei PM neun Versuchspersonen an, „eher“ eine Vermutung zu haben, wo sich die Gewebeveränderung befindet, allerdings gaben sieben ProbandInnen an, „überhaupt keine“ Vermutung diesbezüglich zu haben. Bei den anderen Synthesarten wurde diese Antwort nur zwei Mal (additiv) beziehungsweise drei Mal (subtraktiv) genannt.

Ähnlich zeigen sich die Ergebnisse zur Frage, ob aufgrund der klanglichen Veränderung ein Befund vermutet werden kann. Der Median hierfür liegt bei additiver Synthese bei 2,5 (1 = ja, 2 = eher ja, 3 = neutral, 4 = eher nein, 5 = nein), bei subtraktiver Synthese bei 2,95 und bei PM bei 3,1.

Um den Radiologen in seiner Tätigkeit durch die Sonifikation nicht zusätzlich zu belasten, ist die Frage danach, für wie angenehm die gehörten Klänge empfunden werden, bedeutsam. Die Ergebnisse des Usertests zeigen, dass die Klänge, die durch subtraktive Synthese generiert werden, als am Angenehmsten empfunden werden. Achtzehn Versuchspersonen entschieden sich bei dieser Frage für „sehr angenehm“, „eher angenehm“ und „neutral“. Nur sieben ProbandInnen konnten vergleichbare Aussagen über additive Synthese treffen (s. Abb. 4).

### Wie haben Sie die gehörten Klänge empfunden?

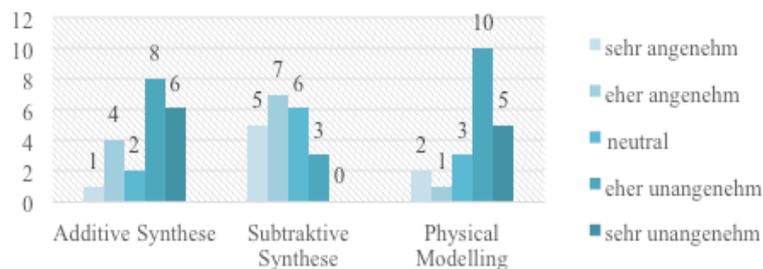


Abb. 4 Empfindung der Klänge

## 7 Conclusion – Outlook

Ausgehend von der Frage, ob eine Sonifikation von medizinischen Bilddaten eine relevante Zukunft besitzt, können die Ergebnisse dieser Studie herangezogen werden, um funktionierende Aspekte hervorzuheben. Wie schon zuvor bemerkt, entscheidet die Art der Klangsynthese maßgeblich, wie genau grundsätzlich kritische Bildmerkmale erkannt werden können. Diese Genauigkeit hat im Endeffekt eine große Relevanz, wenn es um eine reale Umsetzung für die medizinische Diagnostik ginge. Genauso wird auch gezeigt, dass eine Assoziation zwischen Gesehenem und Gehörtem selbst für Ungeübte besteht und benützt werden kann, um nicht sichtbare Merkmale erkennbar zu machen. Selbst verhältnismäßig komplexe Bilder, wie eben DICOM-Bilder, werden von dem Programm gut erkannt und auditiv transparent aufbereitet. Verbesserungswürdig hingegen ist, wie angenehm die gehörten Klangsynthesarten für die Testpersonen sind, da – im Falle einer Umsetzung – die Aufmerksamkeitsspanne durch eine Verminderung der Anstrengung erhöht werden soll. Außerdem ist zu erforschen, ob eine Veränderung der Parameter durch ProbandInnen eine Verbesserung der Ergebnisse mit sich brächte. Künftige Forschungen müssen sich zusätzlich mit der Frage auseinandersetzen, wie die Software zur Sonifikation im vorhandenen Umfeld der Radiologen eingesetzt werden kann. Der durchgeführte Feldversuch mit ProbandInnen ohne Ausbildung in Radiologie muss auf eben solche ausgeweitet werden.

## Literatur

- [1] Sonification Report, Kramer, S. 3, 1993
- [2] Auditory Display: Sonification, Audification, and Auditory Interfaces S. 3, Gregory Kramer, Verlag: Westview Press; Pap/Com, 1993
- [3] Application of Image Sonification Methods to Music, Woon Seung Yeo and Jonathan Berger, Stanford University Center for Computer Research in Music and Acoustics, July 2004
- [4] Scanpath-Theory, L. W. Stark and S. R. Ellis, Scanpaths Revisited: Cognitive Models Direct Active Looking, 1981
- [5] Seeing Sound. Kock, W., New York: Wiley-Interscience, 1971
- [6] Notes on animated sound. McLaren, N. and W. Jordan, The Quarterly of Film, Radio, and Television 7 (3): 223–229, 1993,

- [7] Raster Scanning: A New Approach to Image Sonification, Sound Visualization, Sound Analysis And Synthesis, Woon Seung Yeo and Jonathan Berger, CCRMA, Department of Music, Stanford University, 2006
- [8] How Musical are Images? From Sound representation to image sonification: An Eco Systemic, Thiebaut J. B., Bello J. P. and Schwartz D., In: Proceeding of the International Computer Music Conference. Copenhagen, Denmark, August 2007
- [9] Perceptualization of Biomedical Data, Emil Jovanov, Dusan Starcevic, Vlada Radivojevic, Aleksandar Samardzic, Vladimir Simeunovic, IEEE, 1999
- [10] A Framework for the Sonification of Human Motion Data, Alfred Effenberg, Joachim Melzer, Andreas Weber, Arno Zinke, IEEE, 2005
- [11] Using Greyscale Pixel Values to Create Rhythm and Effect Patterns Summarized from: <http://earsketch.gatech.edu/category/learning/sonification> Mr. Michaud / [www.nebomusic.net](http://www.nebomusic.net)<http://www.nebomusic.net/>
- [12] VOSIS: a Multi-touch Image Sonification Interface, Ryan McGee, Media Arts and Technology University of California, Santa Barbara, 2013
- [13] A Vision Substitution Method for the Blind Based on Image Edge and Sound Mapping. Yanan Tian, 2011
- [14] An improved object identification for navi. R. Nagarajan, G. Sainarayanan, Sazali Yacoob, Rosalyn R. Porle, 2004
- [15] From pixels to pitches: unveiling the world of color for the blind, Sofia Cavaco, Michelle Mengucci, J. Tomás Henriques, Nuno Correia and Francisco Medeiros, IEEE, 2013
- [16] Data Sonification and Sound Visualization Hans G. Kaper, Sever Tipei, Elizabeth Wiebel, IEEE, 1999
- [17] Walk on the Sun Interactive Image and Movement Sonification exhibit/technology, Marty Quinn, Design Rhythmics Sonification Research Lab Proceedings of ISON 2010, 3rd Interactive Sonification Workshop, KTH, Stockholm, Sweden, April 7, 2010
- [18] An Approach for Image Sonification. Suresh Matta, Dinesh K. Kumar, Xinghu Yu, Mark Burry, 2004
- [19] The Sonification Handbook: Edited by Thomas Hermann, Andy Hunt, John G. Neuhoff, 2011
- [20] A Path Based Model for Sonification, Keith M. Franklin, Jonathan C. Roberts, Computing Laboratory, University of Kent IEEE, 2004
- [21] The Berger rhythms: potential changes from the occipital lobes in man, E. Adrian and B. Matthews, *Brain* 57 (4): 355–385, 1934

- [22] Interacting with Sonifications: An Evaluation Pauletto S. and Hunt A. Proc. of the 13th International Conference on Auditory Display, Montreal, Canada, June 26–29, 2007
- [23] Hearing images: Interactive Sonification interface for Images, Charles O’Neill and Kia Ng, ICSRiM – University of Leeds School of Music and School of Computing, EVA London Conference, 2008
- [24] A Design of Supporting Diagnostic Imaging Method using Sound Feedback, Tsuneo Kagawa, Shuichi Tanoue, Hiro Kiyosue, Hiromu Mori and Hiroaki Nishino, ICCE-Taiwan, 2014
- [25] Sonification Method to enhance the Diagnosis of Dementia. Agnieszka Roginska, Harharan Mohanraj, James Keary, Kent Friedman, 2014
- [26] PET Brain Scan Sonification to Augment the Diagnosis of Alzheimer’s Disease, Hariharan Mohanraj, 2013
- [27] A Medical Imaging Diagnosis Supporting Method with Sound Effects, Tsuneo Kagawa, Hioaki Nishino, Shuichi Tanoue, Hiro Kiyosue, Hiromu Mori, IEEE, 2013
- [28] Look&Listen: Sonification and Visualization of Multiparameter Micrographs. Tim W. Nattkemper, Thomas Hermann, Walter Schubert, Helga Ritter, 2003
- [29] A Sonification Method for Medical Images to Support Diagnostic Imaging, Tsuneo Kagawa, Shuichi Tanoue, Hiro Kiyosue, Hiromu Mori, and Hiroaki Nishino, Seventh International Conference on Complex, Intelligent, and Software Intensive Systems, 2013
- [30] Listen to the Song of the Brain in Real Time – The Chengdu Brainwave Music, Dan Wu, Xun Shi, Jun Hu, Xu Lei, Tiejun Liu, De-Zhong Yao Key, Laboratory for NeuroInformation of Ministry of Education, School of Life Science and Technology University of Electronic Science and Technology of China Chengdu, China; NFSI & ICBEM, Banff, Canada, May 13–15, 2011
- [31] DICOM Cook Book for Implementations in Modalities, Bas R., S. 31 – Philips Medical Systems Nederland B.V., 2012



# Messmethoden zur Erfassung des Sitzverhaltens in Leitstellen

*Romana Bichler<sup>1</sup>, Birgit Laser<sup>2</sup>*

*1 Fachhochschule St. Pölten, Studiengang Physiotherapie*

*2 Fachhochschule St. Pölten, Studiengang Digital Healthcare*

{romana.bichler, dh141816}@fhstp.ac.at

## Zusammenfassung

Das Ziel dieses FFG-geförderten interdisziplinären Projektes GenSiSys<sup>1</sup> war die Erarbeitung eines Methodensets zur Evaluation von Gender- und Diversity-Dimensionen für Ergonomie und Usability an Arbeitsplätzen in sicherheitskritischen Systemen. Im Rahmen einer Anwendung der Evaluationsmethoden im realen Umfeld von Leitzentralen der Eisenbahn sowie einer Notrufzentrale wurde versucht, qualitative Erkenntnisse bezüglich geschlechtsspezifischer Anforderungen an derartigen Arbeitsplätzen zu gewinnen. Daraus sollte ein detaillierter Leitfaden für den Einsatz in der Praxis ausgearbeitet werden. Im Bereich der Ergonomie wurden das Sitzverhalten, unterschiedliche Sitzpositionen, die Bewegungen im Sitzen sowie die Muskelaktivitäten erfasst. Als Messmethoden wurden eine Druckverteilungsmessung (Messung Center of pressure), eine Oberflächen-Elektromyografie (Messung Muskelaktivitäten) und eine Videobeobachtung (Veränderung Sitzpositionen) verwendet. Ziel war es, die Anwendbarkeit der Methoden im realen Setting in Leitstellen zu testen und Erkenntnisse für die weitere Verwendung aus den Ergebnissen zu gewinnen. Diese Ergebnisse werden in die im Rahmen des Projekts zu erstellenden Leitlinien eingearbeitet.

---

<sup>1</sup> Vollständiger Titel: Gendergerechte Gestaltung von Arbeitsplätzen im Bereich sicherheitskritischer Systeme, gefördert vom Ministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, Femtech 2. Call. Projektteam: Fachhochschule St. Pölten; Frequentis AG; USECON GmbH; Technische Universität Wien (Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung, Arbeitsgruppe HCI); Zentrum für Interaktion, Medien & soziale Diversität (ZIMD).

## 1 Einleitung

Die Gestaltung von Arbeitsplätzen im Bereich sicherheitskritischer Systeme wurde und wird von männlichen Entwicklungsgruppen dominiert. Auch direkt an den Arbeitsplätzen sind in vielen Fällen die männlichen Mitarbeiter deutlich in der Überzahl. Die fehlende Gendersensibilität kann damit zu einem Übersehen der Anforderungen der weiblichen Benutzerinnen führen. Derzeit gibt es noch wenige Untersuchungen und kaum Methodenwissen in diesem Bereich. Aktuelle Erhebungen, sowohl bei Militärstandards als auch in der Arbeitsmedizin, zeigen aber geschlechtsspezifische Arbeitsplatzanforderungen auf.

Mit diesem Forschungsprojekt sollte die Fragestellung geklärt werden, welche Bedürfnisse und Anforderungen die verschiedenen NutzerInnengruppen bei der Ausgestaltung eines Arbeitsplatzes im sicherheitskritischen Umfeld haben. Es war nicht das Ziel, statistisch verwertbare Testergebnisse zu erheben, sondern Testmethoden zu identifizieren, welche in Kontrollzentren anwendbar und aussagekräftig sind, um diese dann in Leitlinien (Guidelines) zusammenzufassen.

Im Rahmen des Projektes wurden Erkenntnisse aus den Bereichen Usability und Ergonomie gewonnen, wobei in diesem Beitrag die Methoden und Ergebnisse der Ergonomie beschrieben und bewertet werden. Gemeinsames Ziel aller Erhebungen sind Guidelines zur kontextsensitiven Analyse von Anforderungen aus Gender und Diversity für Arbeitsplatzumgebungen speziell im Bereich sicherheitskritischer Systeme. Dazu zählen neben dem Methodenset zur Evaluierung auch konkrete Richtlinien für dessen Einsatz. Sie ermöglichen damit in Zukunft richtungssichere Designentscheidungen für geschlechtsneutrale Arbeitsplätze und können damit einen wertvollen Beitrag für das Gender-Mainstreaming im untersuchten Arbeitsumfeld sein.

Die ergonomischen Untersuchungen waren nicht dazu gedacht, die vorhandenen vom Dienstgeber zur Verfügung gestellten Einrichtungsgegenstände zu bewerten, da Leitstellen ohnehin strenge Normen bei der Gestaltung der Arbeitsplätze erfüllen müssen, sondern Messmethoden auf Anwendbarkeit in einem Feldtest, d. h. direkt am Arbeitsplatz in diversen Leitstellen, zu überprüfen. Mit den ausgewählten Messmethoden musste es möglich sein, das Sitzverhalten von ArbeitnehmerInnen während der Tätigkeit am Leitstellenarbeitsplatz zu erfassen.

Im Vordergrund steht die Erhaltung der Gesundheit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, welche eine vorwiegend sitzende Tätigkeit über lange Zeit

ausführen müssen. Frössler (2007) berichtet von zwei unterschiedlichen Auswirkungen dynamischer und statischer Kräfte im Sitzen im Vergleich zum Stehen oder Gehen. Im Sitzen kommt es häufig zu einer Überbelastung verschiedener aktiver und passiver Systeme des Bewegungsapparats. Dies äußert sich in Muskelverspannungen oder -verhärtungen, Bewegungseinschränkungen und Schmerzen.

In einer weiteren Studie bekräftigen Dunk & Callaghan (2005) die Wichtigkeit eines individuell angepassten Bürostuhls. Die Autoren wollten dazu noch geschlechtsspezifische Unterschiede im Sitzverhalten und die unterschiedlichen Reaktionen auf verschiedene Sitzmöbel testen. Es stellte sich heraus, dass aufgrund von biomechanischen Unterschieden zwischen Männern und Frauen unterschiedliche Pathologien entwickelt wurden, was auf unterschiedliche Druckverteilungs- und Kraftmuster auf dem Bürostuhl zurückzuführen war.

## 2 Methode

In der Literatur finden sich unterschiedliche Messmethoden, welche geeignet erscheinen, das Sitzverhalten von Personen am Arbeitsplatz zu erfassen. Dunk & Callaghan (2005) platzierten eine Druckmessmatte am Sessel, um durch die Erfassung des Druckzentrums die Bewegung des Körperschwerpunktes darzustellen. In dieser Studie konnten geschlechtsspezifische Bewegungsmuster nachgewiesen werden. Dies könnte die Vermutung zulassen, dass sich geschlechtsspezifisch unterschiedliche Krankheits- und Schmerzbilder entwickeln können.

O'Sullivan et al. (2001) verwendeten eine Oberflächen-Elektromyografie (EMG), um die Muskelaktivitäten in verschiedenen Sitzpositionen zu messen, und fanden einen Zusammenhang zwischen der Aktivität der Muskulatur im Lumbalbereich und der Aufrichtung der geraden Körperposition.

In Anlehnung an den BGIA-Report (vgl. Ellegast/Keller/Hamburger 2008) wurde für die vorliegende Studie eine Auswahl an Methoden getroffen. Um die Anwendbarkeit der Tests in Leitstellen direkt am Arbeitsplatz zu überprüfen, wurden folgende Messgeräte gewählt:

- BodiTrak-BT1526-Druckmessmatte (Erfassung der Druckverteilung)
- Vier-Kanal-EMG-Gerät MyoTrace 400 von Noraxon (Messung von muskulären Aktivitäten cervical und lumbal)
- Kamera GoPro Hero 3 (Aufzeichnung von Sitzposition und Positionsveränderung).

Die oben angeführten Messmethoden wurden in zwei verschiedenen Leitstellen angewendet, wobei in der Leitstelle Notruf 144 Niederösterreich eine Kombination aus allen drei Messmethoden verwendet wurde und in der Betriebsführungszentrale (BFZ) der Österreichischen Bundesbahnen (ÖBB) in Linz nur eine Druckverteilungsmessung (COP) und die Aufzeichnung der Sitzposition/Positionsveränderung stattfand. Bei der Untersuchung handelte es sich um eine quantitative deskriptive Feldstudie.

Die erste Datenerhebung fand im Dezember 2014 in der Leitstelle 144 Notruf Niederösterreich, Standort St. Pölten, an Arbeitsplätzen von CallCenter-Agenten (CCA) und Emergency-Medical-Dispatchern (EMD) statt. Die Testgruppe (n=5) bestand aus insgesamt fünf Personen (zwei Männer, drei Frauen).

Das zweite Messintervall wurde im Jänner 2015 in der BFZ der ÖBB Linz durchgeführt, wobei die Testpersonen (n=5) ausschließlich männlich waren. Dies war aus logistischen Gründen (Dienstplanung) leider nicht anders planbar.

Unten angeführte Messmethoden kamen in den Leitstellen zur Anwendung:

- Center-of-pressure- (COP-) Messung: erfasst das dynamische Sitzverhalten, Druckverteilungswchsel zwischen rechts, links, vorne und hinten
- (Oberflächen-) Elektromyografie (EMG): Muskelaktivitäten folgender Muskeln wurden gemessen:
  - M. trapezius pars descendens rechts und links
  - M. erector spinae lumbal rechts und links
- Videobeobachtung: Änderung der Sitzposition

Bei Anwendung dieser Messmethoden sollten genderspezifische Unterschiede im Sitzverhalten bzw. Zusammenhänge mit anderen Einflussfaktoren wie Alter, Gewicht, BMI usw. aufzeigbar sein.

Die Kombination mit der Auswertung der Videobeobachtung lässt eine Verbindung zwischen Druckverteilung und Sitzhaltung sowie die Muskelaktivität während einer bestimmten Sitzhaltung erkennen. Das Hauptziel ist jedoch, die Anwendbarkeit der Messmethoden im Umfeld Leitstelle zu testen.

Während der Messungen vor Ort (Messablauf s. Abb. 1) wurde darauf geachtet, dass die täglichen Messungen unter gleichen Rahmenbedingungen stattfanden. Von der Testleitung wurden im Vorfeld bewusst keine Änderungsvorschläge bezüglich der ArbeitsplatzEinstellung bzw. -gestaltung der

Testgruppe vorgenommen. Alle Testpersonen hatten ihren Arbeitstisch und -stuhl nach ihren persönlichen Bedürfnissen und Wünschen eingestellt. Die ProbandInnen wurden vor Beginn der Messungen mündlich über den Ablauf der Messungen informiert und unterschrieben eine Einverständniserklärung über die freiwillige Teilnahme an der Studie. Die Messzeitpunkte wurden willkürlich gesetzt, um ein wiederkehrendes Schema mit konstanten oder ähnlichen Messergebnissen zu verhindern. Damit sollte auch eine vom Zeitpunkt abhängige und immer gleiche Sitzposition vermieden werden. Die Testpersonen wurden instruiert, ihre Arbeit wie gewohnt auszuführen und auf die verwendeten Messmethoden keine Rücksicht zu nehmen. Dies beinhaltete auch, dass die Testpersonen ihre gewohnte Sitzhaltung einnehmen und das übliche Ausführen von erforderlichen Tätigkeiten fortsetzen sollten.

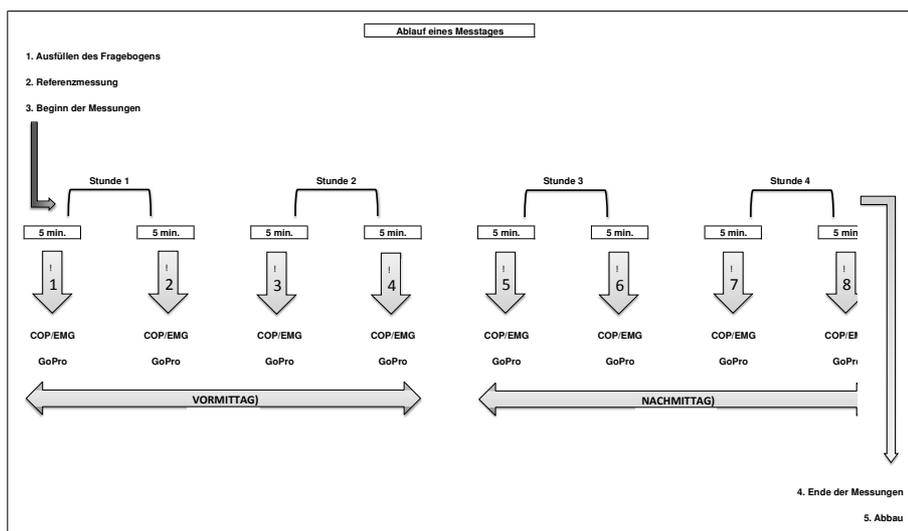


Abb. 1 Ablauf eines Messtages

### 3 Ergebnisse

Gemessen und beobachtet wurden das Sitzverhalten, unterschiedliche Sitzpositionen, die Bewegungen im Sitzen (gemessene Wegstrecke in cm bzw. Geschwindigkeit des COP) sowie die Muskelaktivitäten (nur bei Notruf 144).

Im folgenden Abschnitt werden beispielhaft einige ausgewertete Daten einer Testperson dargestellt und beschrieben.

In Abbildung 2 sind die Ergebnisse der EMG-Messung von Testperson N600w dargestellt. Diese befand sich zum Zeitpunkt der Messungen in der Position eines Emergency-Medical-Dispatchers (EMD) und hatte fünf Bildschirme in zwei Ebenen zu überwachen. Es ist ersichtlich, dass bei dieser Probandin generell eine vermehrte Aktivität der Muskulatur der linken Seite zu beobachten war. Die Aktivität des M. Trapezius pars descendens, links, nimmt in der letzten Messung ab, wohingegen die Aktivität des M. Erector spinae lumbal, links, bei der letzten Messung zunimmt.

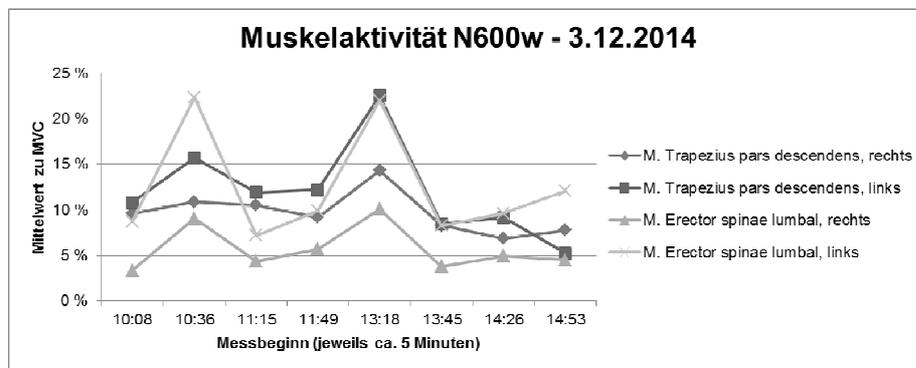


Abb. 2 Muskelaktivitäten Testperson N600w

Die Auswertung der Wegstrecke ist in Abbildung 3 ersichtlich. Die Testperson N600w legte im Verlauf der Messungen eine Wegstrecke von insgesamt 1.604,47 cm im Arbeitsstuhl zurück.

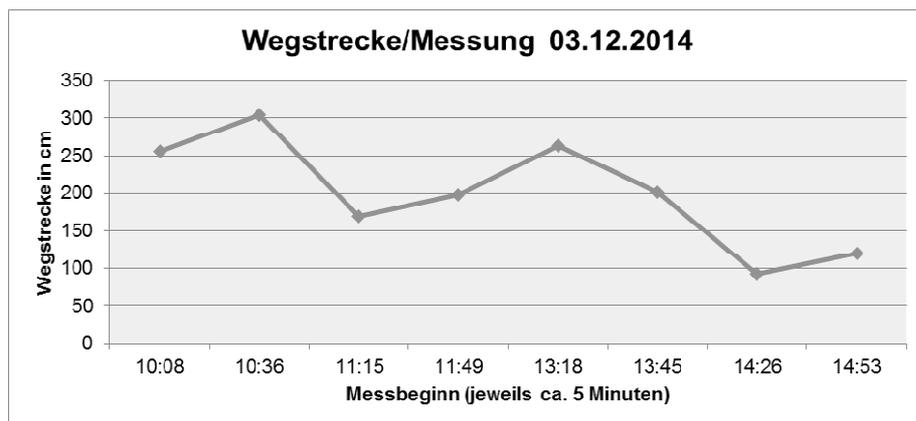


Abb. 3 Zurückgelegte Wegstrecke über den Messzeitraum Testperson N600w

Durch die geringe Anzahl von ProbandInnen war es nicht möglich, eine statistische Auswertung der Daten mit allgemein gültigen Aussagen zu Verhaltensweisen im Sitzen in Bezug auf geschlechtsspezifische Unterschiede oder andere Einflüssen zu tätigen. Dies war aber auch nicht das Ziel des Projektes. Die Ergebnisse können, wie oben beispielhaft dargestellt, im Einzelnen ausgewertet und interpretiert werden.

Als Ergebnis kann gesehen werden, dass alle Messmethoden in Leitstellen (Feldtest) anwendbar sind, wobei die Druckverteilungsmessung (COP) und die Videoanalyse am besten geeignet erscheinen. Die EMG-Messung ist bedingt einsetzbar, da sie eine lange Vorbereitungszeit braucht (MitarbeiterInnen müssen vom Arbeitsplatz abgezogen werden) und auch mitunter als störend empfunden wurde (Hautvorbereitung, Applikation der Elektroden auf der Haut). In die Guidelines werden alle drei Methoden als Messmethoden aufgenommen und empfohlen, um das Sitzverhalten (dynamisches und statisches Sitzen) sowie Sitzpositionen und Muskelaktivitäten zu erfassen.

## 4 Diskussion

Das Nutzungsverhalten von gendergerecht gestalteten Arbeitsplätzen – im Sinne von wie ruhig oder unruhig die Testperson in den jeweiligen Testzeiträumen saß (gemessene Wegstrecke bzw. Geschwindigkeit des COP) – konnte vor Ort problemlos gemessen werden. Es wurde jedoch nicht erfasst, ob die ProbandInnen die individuellen Anpassungsmöglichkeiten und technischen Möglichkeiten des Arbeitsplatzes tatsächlich nutzten. Dies hätte in einem persönlichen Gespräch oder mithilfe eines Fragebogens zusätzlich ermittelt werden müssen. Diese Erkenntnisse würden sicher eine sinnvolle Ergänzung zu den Messergebnissen darstellen.

Die Methode der COP-Messung ist gut einsetzbar und, nach Angaben der MitarbeiterInnen, kaum störend. Die Messung des COP scheint geeignet zu sein, um ein andersartiges Sitzverhalten an verschiedenen Arbeitsplätzen bei unterschiedlichen Tätigkeiten zu erfassen. Auch geschlechtsspezifische Faktoren oder Einflüsse von Körpergewicht, Größe, Alter usw. könnten erfasst werden.

Die EMG-Messung definierter Muskelgruppen kann eine Aussage über die Aktivität während bestimmter Zeitspannen geben. Eine ideale Sitzposition kann mithilfe der EMG-Ergebnisse nicht ermittelt werden, jedoch werden einseitig aktivierte Muskelgruppen sichtbar. Ist dies der Fall, könnte

darauf geschlossen werden, dass es sich in diesem Moment um eine nicht optimale Sitzposition oder um eine sehr einseitig belastende Tätigkeit handelt. Es wäre durchaus denkbar, hier auch geschlechtsspezifische Unterschiede erkennen zu können, jedoch müssten dazu Laboruntersuchungen durchgeführt werden, um bei gleichen (standardisierten) Tätigkeiten die Muskelaktivitäten von Männern und Frauen zu untersuchen. Wichtig wäre auch hier, andere Faktoren wie Alter, BMI, Körpergröße etc. miteinzubeziehen. EMG-Messungen bedeuten sehr viel Aufwand. Es wäre denkbar, die EMG-Messung bei speziellen Fragestellungen oder Problematiken (z. B. ArbeitnehmerInnen mit Schmerzen) als ergänzende Messmethode mit erweitertem Erkenntnisgewinn einzusetzen und zu empfehlen.

Mittels Videobeobachtung kann das Sitzverhalten (Anzahl der Sitzpositionsänderungen) erfasst werden, jedoch sind die Sitzpositionen der Testpersonen sehr individuell und auch die Anzahl der Änderungen. Eine gewisse Anzahl an Positionsänderungen ist erwünscht (dynamisches Sitzen), wird das Sitzen zu unruhig könnte dies ein Hinweis auf ein Unwohlsein im Sitzen sein (vgl. Fenety/Putnam/Walker 2000).

Abschließend kann zusammengefasst werden, dass die Ergebnisse besser bewertbar wären, wenn zusätzliche Informationen bezüglich Tätigkeit während der Messungen erhoben worden wären. Dies wurde aber aufgrund der zusätzlichen Störung der MitarbeiterInnen unterlassen. Ebenso hilfreich wäre eine Befragung zu etwaigen Schmerzen, Unwohlsein, usw. bezogen auf das Sitzen bzw. den Sessel gewesen. Diese Erkenntnis sollte ebenfalls in die Leitlinien im Gesamtprojekt aufgenommen werden.

## Literatur

- Dunk, N. M.; Callaghan, J. P. (2005): Gender-based differences in postural responses to seated exposures. In: *Clin Biomech* 20: 1101–1110. doi:10.1016/j.clinbiomech.2005.07.004.
- Ellegast, R.; Keller, K.; Hamburger, R.; Berger, H.; Krause, F.; Groenestijn, L.; Blok, M.; Vink, P. (2008): BGIA-Report „Ergonomische Untersuchung besonderer Bürostühle“. Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV), BGIA – Institut für Arbeitsschutz der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung; 266.
- Fenety, P. A.; Putnam, C.; Walker, J. M. (2000): In-chair movement: validity, reliability and implications for measuring sitting discomfort. In: *Appl Ergon* 31: 383–393.

Frössler, C. (2007): Sitzen und Schulter-Nacken-Schmerzen. In: *Manuelle Medizin* 45: 330–335. doi:10.1007/s00337-007-0538-5.

O’Sullivan, P. B.; Grahmslaw, K. M.; Kendell, M.; Lapenskie, S. C.; Möller, N. E.; Richards, K. V. (2002): The effect of different standing and sitting postures on trunk muscle activity in a pain-free population. In: *Spine* 27: 1238–1244.



# Lizenzierungspraxis in Daten-Clouds

## Empirische Befunde und Folgeprobleme

*Tassilo Pellegrini<sup>1</sup>, Ivan Ermilov<sup>2</sup>*

*1 Fachhochschule St. Pölten, Department Medien und Wirtschaft  
tassilo.pellegrini@fhstp.ac.at*

*2 Universität Leipzig, Institut für Informatik  
iermilov@informatik.uni-leipzig.de*

### **Zusammenfassung**

Mit der zunehmenden technischen Verfügbarkeit hochwertig strukturierter Daten über Cloud-Anwendungen und Portale stellt sich die Frage, wie diese Ressourcen lizenzrechtlich in die digitale Wertschöpfung integriert werden und zur Geschäftsdiversifikation beitragen können. Eine Herausforderung für das Rechte-  
management stellen hierbei derivative Werke dar, die aus bestehenden Daten-  
quellen – teilweise automatisch – generiert werden. Bestehende Untersuchungen  
weisen ein grundsätzliches Problembewusstsein gegenüber lizenzrechtlicher  
Problemstellungen in der Erzeugung und Vermarktung derivativer Werke aus.  
Demgegenüber steht jedoch eine dünne empirische Befundlage, die Auskunft zu  
Status quo und Folgeproblemen der Lizenzierungspraxis in Daten-Clouds gibt.  
Der Beitrag versucht, diese Lücke mit einer Analyse der Lizenzierungspraxis auf  
vier Datenportalen teilweise zu schließen. Auf Basis der Befunde werden Her-  
ausforderungen und Perspektiven für die Datenbewirtschaftung unter netzöko-  
nomischen Bedingungen illustriert.

### **1 Einleitung**

Mit der steigenden Interoperabilität von IT-Systemen und -Plattformen sowie  
der damit verbundenen Portabilität von Daten rücken neben dem Content  
auch technische Artefakte wie Daten und korrespondierende Services in den  
Fokus der unternehmerischen Wertschöpfung. Dies zeigt sich einerseits in  
der wachsenden Bedeutung von Daten in der digitalen Wertschöpfung – spe-

ziell im Kontext der stark auf Datenanalytik, Automatismen und Co-Produktion basierenden service-orientierten Logik des E-Commerce –, andererseits in der fortwährenden Entwicklung neuer Standards und Methoden zur Bewirtschaftung von Daten unter netzökonomischen Bedingungen (vgl. Shy 2001). Beispiele dafür sind etwa die Semantic-Web-Initiative des World-Wide-Web-Konsortiums<sup>1</sup>, das Projekt „WikiData“ der Wikimedia Foundation<sup>2</sup> oder die Metadateninitiative „schema.org“<sup>3</sup> der Suchmaschinenbetreiber Google, Bing und Yahoo. Begriffe wie „Big Data“ als konzeptioneller Überbau und „Linked Data“ als technologisch-methodische Basis sind Ausdruck einer zunehmenden Professionalisierung der Datenbewirtschaftung und damit einhergehenden Kommerzialisierung. Befeuert werden diese Entwicklungen durch die partielle bis totale Offenlegung von Daten im Zuge von Open-Access- bzw. Open-Government-Initiativen oder Open-Innovation-Strategien sowie den zunehmenden Einsatz von Dual-Licensing-Strategien als Bestandteil einer geschäftsimmanenten Logik in der Bewirtschaftung vernetzter Daten.

Mit der Entwicklung sogenannter Daten-Clouds (vgl. Jentzsch 2014), d. h. der Verfügbarmachung großer Datenmengen und dazugehöriger Dienste eines oder mehrerer Anbieter mittels technischer Schnittstellen über das Internet, können Daten mit relativ geringem Aufwand aus unterschiedlichen Quellen bezogen, in bestehende Prozesse integriert und zu neuen Produkten kombiniert werden. Damit gewinnen auch Fragen der rechtssicheren Verwendung von Daten an Bedeutung, was insbesondere dort relevant ist, wo Daten unterschiedlicher Rechteinhaber zu derivativen Werken kompiliert und vermarktet werden.

Die Nutzung von Daten wird, basierend auf dem Urheber- und Datenbankrecht, mittels Lizenzen geregelt. Diese definieren die Nutzungsbedingungen, unter denen Daten für kommerzielle und nicht-kommerzielle Zwecke einer Bewirtschaftung zugeführt werden können. Neben dem Urheber- und Datenbankrecht, die dem Rechteinhaber ein temporäres Monopol auf die Verwertung seiner geistigen Schöpfung einräumen, kommen zunehmend auch offene Lizenzen zum Einsatz, die mit einem totalen oder partiel-

---

1 Für einen Überblick über Semantic-Web-Standards siehe <http://www.w3.org/standards/semanticweb/> <16.08.2015>.

2 Siehe [https://www.wikidata.org/wiki/Wikidata:Main\\_Page](https://www.wikidata.org/wiki/Wikidata:Main_Page) <16.08.2015>.

3 Siehe <https://schema.org/> <16.08.2015>.

len Verzicht auf eine (symbolische oder monetäre) Kompensation des Rechteinhabers einhergehen.<sup>4</sup> Nichtsdestotrotz können Lizenz- und Nutzungsbestimmungen einzelner Datensätze (teilweise stark) voneinander abweichen und zu Kompatibilitätskonflikten führen, was deren (kommerzielle) Wiederverwertbarkeit einschränkt und gegebenenfalls Zusatzkosten bis hin zu juristischen Folgeproblemen verursachen kann.

Verschärft wird die Situation durch den Umstand, dass viele Geschäftsmodelle in der Datenbewirtschaftung auf dem Dual-Licensing-Prinzip, d. h. der strategischen Kombination von offenen und geschlossenen Lizenzen zur Diversifikation von digitalen Assets basieren. Hierbei werden Versionen eines Datensatzes unter unterschiedlichen Lizenzen verfügbar gemacht bzw. an spezielle Nutzungsbedingungen geknüpft, die vor allem die kommerzielle Verwertung einschränken (können). Ein Blick auf die BBC veranschaulicht den kombinierten Einsatz unterschiedlicher Lizenzmodelle für Zwecke der (semi)automatischen Generierung von Landing Pages des Musikportals BBC Music<sup>5</sup>. So bediente sich die BBC (mit Stand April 2015) neben dem Copyright folgender Lizenzmodelle: GNU Free Documentation Licence für Content, der aus der Wikipedia bezogen wird, Creative Commons Public Domain and Attribution-NonCommercial-ShareAlike für Content, der aus der MusicBrainz-Datenbank bezogen wird, und Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 Unported für die Besprechungen der Musikalben der BBC. Zusätzlich wird die Verwendung der Datenschnittstellen über Geschäftsbedingungen geregelt, die eine uneingeschränkte, nichtkommerzielle Nutzung bestimmter Daten erlauben.<sup>6</sup>

Die Generierung derivativer Werke, wie es im Falle von BBC Music erfolgt, kann u.U. mit erheblichem Rechtklärungsaufwand und damit verbundenen Transaktionskosten einhergehen. Diese lassen sich in der Phase der Rechtklärung folgendermaßen einteilen:

- (1) Anbahnungskosten: Recherche und Vorauswahl der geeigneten Datenquellen

---

4 Exemplarisch genannt seien etwa Creative Commons, Open Data Commons und das gesamte Lizenzspektrum unter dem Label Free- und Open-Source-Software. Einen Überblick über verfügbare Open-Source- und Open-Commons-Lizenzen findet sich bei <https://tldrlegal.com/> <28.10.2015>.

5 Siehe <http://www.bbc.co.uk/music> <16.082015>.

6 Siehe [http://backstage.bbc.co.uk/archives/2005/01/terms\\_of\\_use.html](http://backstage.bbc.co.uk/archives/2005/01/terms_of_use.html) <20.02.2014>.

- (2) Informationsbeschaffungskosten: Recherche ausreichender Lizenzinformation für den konkreten Anwendungsfall
- (3) Vereinbarungskosten: Prüfen von Lizenzkonflikten und ggfs. Aushandlung individueller Nutzungsbedingungen

In Anlehnung an die Definition der Vereinten Nationen sei im Folgenden unter „Datensatz“ jegliche systematische, schützenswerte Kompilation von Daten, die in elektronischer Form zugänglich und als eigenständiges Werk identifizierbar ist, verstanden.<sup>7</sup>

Unter „derivativem Werk“ soll in Anlehnung an die Definition der World Intellectual Property Organization ein Werk, das aus der Übersetzung, Adaption, Kompilation (oder Nutzung vergleichbarer Verfahren) eines oder mehrerer vorhergehender Werke generiert wurde, verstanden werden.<sup>8</sup>

Bis dato gibt es kaum empirische Untersuchungen zur effektiven Situation der Verfügbarkeit und Güte geschäftsrelevanter Lizenzinformationen in bestehenden Daten-Clouds. Diese Forschungslücke soll mittels einer Querschnittsbetrachtung der aktuellen Lizenzierungspraxis auf vier ausgewählten Datenportalen teilweise geschlossen werden. Die vorliegenden Befunde sollen dabei helfen, Folgeprobleme zu identifizieren und Entwicklungsperspektiven des digitalen Rechtemanagements unter Bedingungen Cloud-basierter Datenbewirtschaftung zu diskutieren.

## **2 Datenlizenzierung und Lizenzierungspraxis – Forschungsstand**

In den vergangenen Jahren hat sich ein generelles Bewusstsein zur Problematik des Rechte- und Lizenzmanagements im Kontext derivativer Werke (vgl. Groves 1997) und der Schutzwürdigkeit von Daten (vgl. Sonntag 2006) entwickelt. Eine Intensivierung erhielt die Diskussion im Umfeld der Open-Source-Bewegung (vgl. Välimäki 2005), wo im Zuge der kommerziellen Adaption von quelloffener Software Folgeprobleme der offenen Lizenzierung (vgl. Stallman et al. 2006) virulent wurden. Aktuellere Arbeiten zum Thema erweitern den Betrachtungsfokus von der Software- auf die Content-Produktion (vgl. Guibault & Angelopoulos 2011), lenken den Fokus auf Fragen des Wertschöpfungsbeitrages der Datenbewirtschaftung (vgl. Pellegrini 2012)

---

<sup>7</sup> Siehe <https://data.un.org/Glossary.aspx?q=data> <16.08.2015>.

<sup>8</sup> Siehe <http://www.wipo.int/tk/en/resources/glossary.html#2> <16.08.2015>.

und kritisieren rechtliche Lücken in der Lizenzierungsgebarung bei der Erstellung derivativer Werke (vgl. Mazziotti 2008). Vor dem Hintergrund der zunehmenden Automatisierung der Content-Verarbeitung und der wachsenden Bedeutung multimedialer Zusatzangebote im Kontext der Mehrfachverwertung von Medienangeboten erfährt die Diskussion des strategischen (vgl. Schaal 2010) und technischen (vgl. Backhaus 2008) Rechtemanagements eine Verbreiterung.

Explizite Fragen zum Problem der Datenlizenzierung und Vorschläge für die Ausgestaltung von Dual Licensing Policies (vgl. Frosterus et al. 2011; Hyland 2011; Pellegrini 2014) tauchen im Zuge der zunehmenden Verfügbarkeit offener Daten als Resultat von Open-Government-Data- (vgl. Archer et al. 2013) und Open-Access- (vgl. Hyvonen 2012) Initiativen auf. Komplementär dazu findet sich eine wachsende Anzahl von Beiträgen, die sich mit Fragen der maschinenlesbaren Repräsentation und automatischen Prozessierung von Lizenzinformation mittels Reasoning- und Inferenzverfahren widmet (vgl. Pucella & Weissman 2002; Garcia & Gil 2009; Villata & Gandon 2012; Rotolo et al. 2013).

Generell liegt diesen Ausführungen eine schlechte empirische Datenlage zugrunde, insbesondere im Kontext cloud-basierter Lizenzierungspraxis. Eine Erhebung der Ontology Engineering Group der Universität Madrid im Jahr 2013 zur Verfügbarkeit von Lizenzinformationen in der sog. „Linked Open Data Cloud“ (Jentzsch 2014) ergab, dass etwa 40% aller Datensätze keine Angaben zu den Nutzungsbedingungen enthielten bzw. in etwa 30% der Fälle die verfügbare Lizenzinformation nicht das volle Schutzspektrum vor allem im Zusammenspiel aus Urheber- und Datenbankrecht bediente.<sup>9</sup> Zu vergleichbaren Befunden kommen auch Jain et al. (2013). In einer aktuelleren Untersuchung der Linked Open Data Cloud durch Jentzsch (2014) wurden neben dem thematischen Spektrum der verfügbaren Daten deren technische Güte als auch die verfügbaren Lizenzinformationen in maschinenverarbeitbarer Form untersucht. Laut ihren Ergebnissen weisen gar nur 2,7% der verfügbaren Datensätze eine maschinenlesbare Referenz zu Lizenzinformationen aus. Eine cloud-vergleichende Analyse zur Lizenzierungspraxis ist Bestandteil der folgenden Ausführungen.

---

<sup>9</sup> Siehe auch <http://oeg-dev.dia.fi.upm.es/licensius/static/observatory/#!/step-1<16.08.2015>>.

### 3 Befunde und Folgeprobleme der Lizenzierungspraxis

#### 3.1 Fragestellungen und Methode

Um die Kenntnislage zur effektiven Lizenzierungspraxis und daraus resultierender Probleme zu verbessern, wurden vier Datenportale, die als Access Points zu unterschiedlichen Daten-Clouds dienen, einer Analyse unterzogen. Im Kern der Untersuchung standen folgende Fragen:

- (1) Sind die Datensätze mit Lizenzinformation ausgestattet?
- (2) Welche Lizenzen kommen zum Einsatz?
- (3) Existieren Kompatibilitätskonflikte innerhalb und zwischen den Daten-Clouds?
- (4) Wie hoch ist der Anteil maschinenverarbeitbarer Lizenzinformation?

Untersucht wurden drei Open-Government-Data-Portale sowie ein Open-Science-Portal. Bei den Open-Data-Government-Portalen handelte es sich um data.gov (USA)<sup>10</sup>, OpenCanada (Kanada)<sup>11</sup> und publicdata.eu (EU)<sup>12</sup>. Die Auswahl erlaubte den Vergleich regionaler Unterschiede in der Lizenzgebung. Zusätzlich wurde datahub.io analysiert, ein offenes, überregionales Datenrepositorium der Open Knowledge Foundation<sup>13</sup>, welches vorwiegend für die Veröffentlichung wissenschaftlicher Daten Verwendung findet.

Die Analyse erfolgte im April 2015 auf Basis einer automatischen Extraktion der Lizenzinformation von den Landing Pages der zugänglichen Datensätze mittels eines eigens programmierten Web Crawlers. In Summe konnten mit dieser Methode Landing Pages von 441.315 Datensätzen auf die Verfügbarkeit von Lizenzinformation untersucht werden und Aussagen über deren Güte und Eignung für eine maschinelle Verarbeitbarkeit getroffen werden.

Erhoben wurden die Anzahl der zugänglichen Datensätze (1), die Anzahl (2) und Art (3, 4, 5) der unterschiedlichen Lizenztypen, der Anteil von Datensätzen ohne Lizenzinformation (4), der Anteil dereferenzierbarer Lizenzinformation (2) und der Anteil von Datensätzen mit maschinenlesbarer Lizenzinformation (7). Tabelle 1 veranschaulicht die Analyseergebnisse im Überblick.

---

10 Siehe <http://www.data.gov/> <16.08.2015>.

11 Siehe <http://open.canada.ca/en> <16.08.2015>.

12 Siehe <http://www.publicdata.eu/> <16.08.2015>.

13 Siehe <https://okfn.org/> <16.08.2015>.

Tab. 1: Lizenzen auf ausgewählten Datenportalen (Stand: April 2015)

		Datagov	OpenCanada	PublicData	Datahub
1	Datensätze	132.206	244.257	55.481	9.371
2	Lizenztypen	10	3	50	33
3	Creative Commons	0,4%	0,0%	35,3%	17,1%
4	Open Data Commons	0,0%	0,0%	0,5%	4,8%
5	Individuelle Lizenz	0,0%	100%	39,9%	19,0%
6	Keine Lizenz	99,6%	0,0%	24,3%	59,1%
7	Deref. Link	0,4%	100%	43,2%	23,1%
8	Mach. Read.	0,0%	0,0%	2,6%	2,2%

Die vier Datenportale weisen deutliche Unterschiede in Bezug auf die Lizenzgebarung auf. Im Folgenden sollen einige Befunde herausgegriffen und Problemlagen identifiziert werden.

### 3.2 Befund 1: Unzureichende Informationslage

Die Analyse offenbart große regionale Unterschiede in der Verfügbarmachung von Lizenzinformation.

Auf data.gov weisen 99,6% der Datensätze keine Lizenzinformationen aus. Dies ist zu einem Gutteil auf den Umstand zurückzuführen, dass Daten, die von Bundesbehörden erhoben werden, unter der US Open Data Policy<sup>14</sup> lizenziert werden müssen. Diese Information ist zwar in den Nutzungsbedingungen des Portals hinterlegt, jedoch auf Ebene der Datensätze nicht expliziert. Entsprechend konnte sie auch nicht automatisch extrahiert, sondern muss manuell recherchiert werden. Kompliziert wird die Rechtelage zusätzlich dadurch, dass knapp 25% der verfügbaren Datensätze von Behörden anderer Verwaltungsebenen oder von staatsnahen Organisationen stammen, die nicht an die Open Data Policy gebunden sind. Nur 0,4% der Datensätze weisen explizit eine Lizenz aus und bieten einen Link zu den Vertragsbestimmungen.

Auf datahub.io verfügen 59,1% aller Datensätze über keine Lizenzinformation und nur 23,1% bieten einen dereferenzierbaren Link zu den Lizenzbestimmungen an. Auf publicdata.eu weisen 24,3% der Datensätze keine Lizenzinformation aus, jedoch verweisen 43,2% der Datensätzen auf einen Link zu den Lizenzbestimmungen.

<sup>14</sup> Siehe <http://www.data.gov/data-policy> <16.08.2015>.

Im Kontrast dazu steht das kanadische Open-Government-Data-Portal, auf dem 100% der verfügbaren Datensätze über eine Lizenzinformation verfügen, die auch maschinell verarbeitet werden kann.

Die Befunde für datahub.io und publicdata.eu können sich unterschiedlich erklären lassen. Zum einen können die nötigen Lizenzinformationen schlichtweg fehlen, weil der Datenanbieter keine Erfahrung mit bzw. keine Kenntnis von Lizenzierungspraxis hat oder aber die nötige Information nicht adäquat im Datensatz hinterlegt hat. So zeigt sich, dass die nötigen Lizenzinformationen an unterschiedlichsten Stellen und in unterschiedlichsten Formaten – von einem Statement auf der Behörden-Webseite über ein eingebettetes XML-Kommentar bis zu alleinstehenden .txt-Files – verfügbar gemacht werden. Zum anderen können abweichende nationale Regelungen unterschiedliche Lizenzierungskonventionen bedingen. Während nämlich in den USA Datensätze ohne ausgewiesene Lizenzinformation generell als gemeinfrei gelten, bedarf es in der Europäischen Union der expliziten Lizenzierung für die Public Domain, ein Umstand, der im Falle schlecht verfügbarer Lizenzinformation zu erheblichen Folgeproblemen führen kann.

### 3.3 *Befund 2: Heterogene Rechtelage*

Die Analyse offenbart eine hohe Heterogenität an Lizenztypen, allerdings mit regionalen Unterschieden:

- Publicdata.eu weist 50 verschiedene Lizenztypen aus, allerdings ist es mit 55.481 Datensätzen ein vergleichsweise kleines Open-Government-Data-Portal. 39,9% der Datensätze weisen individuelle Lizenzbestimmungen aus. 35,3% stehen unter einer Creative-Commons-Lizenz zur Verfügung und 0,5% unter Open Data Commons.
- Das US-Portal data.gov hält in Summe 132.206 Datensätze öffentlich zugänglich und weist zehn Lizenztypen aus. Diese bestehen zur Gänze aus Creative Commons, die jedoch nur 0,4% der verfügbaren Datensätze ausmachen. Die verbleibenden 99,6% weisen wie bereits oben erläutert keine Lizenzinformation aus.
- OpenCanada, mit 244.257 Datensätzen das größte Datenportal, macht seinen Bestand unter drei Lizenztypen in Form individueller Lizenzvereinbarungen zugänglich.
- Das Open-Science-Portal datahub.io weist 9.371 Datensätze und 33 Lizenztypen aus. Davon entfallen 19% auf individuelle Lizenzvereinbarungen, 17,1% auf Creative Commons und 4,8% auf Open Data Commons. Beachtliche 59,1% verfügen über keine Lizenzinformation.

Die hier skizzierten Unterschiede in der Lizenzgebarung lassen sich bisweilen auf Unterschiede in der Licensing Policy des jeweiligen Portals zurückführen. Die hohe Vielfalt an Lizenztypen in der Europäischen Union ist auf den Umstand zurückzuführen, dass publicdata.eu eine freie Lizenzwahl erlaubt und jedes Mitgliedsland bis hin zu einzelnen Behörden individuelle Lizenzmodelle entwickelt haben. Dies trifft bisweilen auch auf datahub.io zu, das eine ähnliche Licensing Policy verfolgt.

In Kontrast dazu findet sich auf data.gov und OpenCanada nur eine beschränkte Zahl an Lizenztypen. Im Falle von OpenCanada kommen gar nur drei Lizenztypen zum Einsatz. Dies ist das Resultat der kanadischen Open Data Directive<sup>15</sup>, welche vorschreibt, dass bei der Veröffentlichung von Daten auf OpenCanada zwingend zwischen drei Standardlizenzen auszuwählen ist. Dies hat auch zur Folge, dass 100% aller Datensätze mit Lizenzinformation ausgestattet sind. Erläuterungen der Rechtesituation in den USA finden sich im vorhergehenden Absatz.

#### 3.4 Befund 3: Kompatibilitätskonflikte

Eine heterogene Rechtelage erhöht die Wahrscheinlichkeit von Lizenzkonflikten, welche die Kombination von unterschiedlichen Datensätzen ex ante ausschließen. In der vorliegenden Untersuchung konnten Kompatibilitätskonflikte aufgrund der hohen Fallzahl nur stichprobenartig analysiert werden. Innerhalb der einzelnen Datenportale wurden unter den lizenzierten Datensätzen nur sehr geringe Anteile an Lizenzkonflikten diagnostiziert. Gemessen an der Open Definition<sup>16</sup>, d.h. der uneingeschränkten Offenlegung von Daten zum Wohle der Public Domain, liegt der Anteil an konfligierenden Lizenzen auf publicdata.eu bei 2%, auf data.gov bei 3% und auf datahub.io bei 7%.

Diese Werte muten auf den ersten Blick sehr niedrig an, dürfen jedoch nicht von dem Umstand ablenken, dass überwiegende Teile der verfügbaren Datensätze keine ausreichende Lizenzinformation zur Verfügung stellen, um etwaige Lizenzkonflikte überhaupt zu prüfen. Weiters ist zu beachten, dass der hohe Anteil an individuellen Lizenzmodellen als Folge der freien Lizenzwahl definitorische Spielräume geöffnet hat und im Zweifelsfalls Raum für Interpretationskonflikte eröffnet. Eine strengere Lizenz überschreibt nicht zwangsläufig offenere Lizenzen und ist nicht zwingenderweise der kleinste gemeinsame Nenner eines derivativen Werkes, zumal Lizenzgeber festlegen

---

15 Siehe <http://www.tbs-sct.gc.ca/pol/doc-eng.aspx?id=28108> <16.08.2015>.

16 Siehe <http://opendefinition.org/> <16.08.2015>.

können, dass eine Modifikation der Lizenzbedingungen nicht erlaubt ist. Einschränkungen in der Wiederverwendung ergeben sich bei Creative Commons durch die Bedingungen „non-derivative“ (ND), „non-commercial“ (NC) und „share-alike“ (SA).<sup>17</sup> Insbesondere die letzte Bedingung besagt, dass ein Datensatz seine Lizenzbedingungen auf einen neuen Datensatz überträgt und dadurch keiner strengeren Lizenz unterworfen werden darf. Tabelle 2 veranschaulicht diese Problematik am Beispiel der Kompatibilitätsmatrix von Creative-Commons-Lizenzen.

Tab. 2: Kompatibilitätsmatrix von Creative-Commons-Lizenzen<sup>18</sup>  
(eigene Darstellung in Anlehnung an Creative Commons)

	CC no©	CC 0	CC BY	CC BY-SA	CC BY-NC	CC BY-NC-SA	CC BY-ND	CC BY-ND-NC
CC no©	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
CC 0	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
CC BY	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✗	✗
CC BY-SA	✓	✓	✓	✓	✗	✗	✗	✗
CC BY-NC	✓	✓	✓	✗	✓	✓	✗	✗
CC BY-NC-SA	✓	✓	✓	✗	✗	✓	✗	✗
CC BY-ND	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗
CC BY-ND-NC	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗	✗

Eine detaillierte Analyse der Kompatibilitätsproblematik steht zum aktuellen Zeitpunkt noch aus.

### 3.5 Befund 4: Maschinelle Erschließung von Lizenzinformation

Die Analyse der vier Datenportale offenbarte weiters, dass zum Zeitpunkt der Analyse nur ein vernachlässigbarer Anteil der Datensätze seine Lizenzinfor-

<sup>17</sup> Der Ausdruck „non-derivative“ erlaubt keine Veränderung des Datensatzes. Der Ausdruck „non-commercial“ verbietet die Verwendung des Datensatzes für kommerzielle Zwecke. Darunter versteht Creative Commons: “A commercial use is one primarily intended for commercial advantage or monetary compensation.” Siehe auch [http://wiki.creativecommons.org/Frequently\\_Asked\\_Questions#Does\\_my\\_use\\_violate\\_the\\_NonCommercial\\_clause\\_of\\_the\\_licenses.3F](http://wiki.creativecommons.org/Frequently_Asked_Questions#Does_my_use_violate_the_NonCommercial_clause_of_the_licenses.3F) <16.08.2015>:

<sup>18</sup> Siehe auch [http://wiki.creativecommons.org/File:CC\\_License\\_Compatibility\\_Chart.png](http://wiki.creativecommons.org/File:CC_License_Compatibility_Chart.png) <20.07.2014>.

mation in maschinenlesbarer Form verfügbar macht. Wenige Ausnahmen existieren bei Datensätzen, die unter Creative-Commons-Lizenzen vertrieben werden und über einen Link auf eine maschinenverarbeitbare Version der Lizenzbedingungen verweisen. Im Falle von publicdata.eu machen 2,6% der Datensätze von dieser Option Gebrauch. Im Falle von datahub.io sind es 2,2%.

Mit der zunehmenden Menge an Datensätzen und den Möglichkeiten der automatischen Syndizierung steigt auch der Bedarf nach der automatischen Klärung der Nutzungsrechte. Eine zentrale Rolle spielen hierbei sogenannte Lizenztechnologien und darauf aufbauende Filter- und Reasoning-Mechanismen, die auf Basis logischer Operatoren bei der Rechtklärung unterstützen.

Zur maschinellen Auszeichnung von Licensing Policies wurden seit den 1990er-Jahren sogenannte Rights Expression Languages (RELs) entwickelt, die dem Bereich der Digital-Rights-Management-Technologien zuzurechnen sind (vgl. Prenafeta 2011). RELs unterstützen die Identifikation, Filterung, Syndizierung und Modifikation von Content, der sich aus mehreren Quellen unterschiedlicher Rechteinhaber speist, und sie bilden die Grundlage für eine differenzierte automatische Prozessierung von Content z. B. im Rahmen von E-Contracting- und E-Procurement-Maßnahmen. RELs – wie etwa die Open Definitions Rights Language (ODRL)<sup>19</sup> oder die die Creative Commons Rights Expression Language (CCREL)<sup>20</sup> – sind damit eine zentrale technologische Komponente in service-orientierten, hoch automatisierten, vernetzten Verwertungsstrukturen.

Lizenztechnologien können damit einen wesentlichen Beitrag zur Herstellung von Rechtssicherheit in der Nutzung offener Daten leisten und gleichzeitig als nötige Basistechnologie für die Bewirtschaftung vernetzter Daten gesehen werden.

#### **4 Fazit und Ausblick**

Die Verfügbarmachung und der automatische Austausch von Daten mittels technischer Schnittstellen zu kommerziellen und nicht-kommerziellen Zwecken stellt das Rechte- und Lizenzmanagement insbesondere angesichts der Fülle und Heterogenität an zugänglichen Datenquellen vor neue Herausforde-

---

19 Siehe <http://www.w3.org/community/odrl/> <02.01.2014>.

20 Siehe <http://www.w3.org/Submission/ccREL/> <02.01.2014>.

rungen. Noch hat sich keine Konvention zur Deklaration von Policies, die eine einfache Rechtklärung erlauben, ausgebildet. Die Situation wird durch regional und kulturell abweichende Rechtsregime und Lizenzierungspraktiken kompliziert. Auch hat sich die Verwendung von Rights Expression Languages bis dato nicht etabliert, wodurch nur eingeschränkte Möglichkeiten existieren, Datensätze auf Basis ihrer maschinenlesbaren Lizenzinformation einer automatischen Prozessierung zuzuführen.

Doch unter Bedingungen der digitalen Content-Bewirtschaftung liegt der Schlüssel zur gewerblichen Diversifikation in einer strategischen Diversifikation des Rechte- und Lizenzmanagements. Die notwendige Kulturtechnik im Sinne der maschinellen Bereitstellung von interoperablen Lizenzinformationen mittels Rights Expression Languages entlang des Urheber- und Datenbankrechts ist allerdings noch schwach ausgeprägt, was zum einen auf eine fehlende technische Infrastruktur in Form leicht bedienbarer, systemisch integrierter Tools zur Kompilation und Annotation von Datensätzen mit maschinenlesbaren Lizenzen, zum anderen auf fehlende ökonomische Incentives zur Veröffentlichung von Daten zurückzuführen ist. Vor dem Hintergrund der weiteren Ausdifferenzierung von datenbasierten Geschäftsmodellen ist jedoch von der inkrementellen Herausbildung einer Kulturtechnik der Datenlizenzierung auszugehen. Die technologischen und juristischen Voraussetzungen dafür sind geschaffen.

## Literatur

- Archer, Phil; Dekkers, Max; Goedertier, Stijn; Loutas, Nikolaos (2013): Study on business models for Linked Open Government Data (BM4LOGD – SC6DI06692). Prepared for the ISA programme by PwC EU Services. [http://ec.europa.eu/isa/documents/study-on-business-models-open-government\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/isa/documents/study-on-business-models-open-government_en.pdf) <16.08.2015>.
- Backhaus, Martin (2008): *IT-gestütztes Rechte- und Lizenzmanagement im Rundfunk*. Berlin: Logos.
- Frosterus, Mattias; Hyvonen, Eero; Laitio, Joonas (2011): Creating and publishing semantic metadata about linked and open datasets. In: Wood, David (Hrsg.): *Linking Government Data*. New York: Springer, S. 95–112.
- Garcia, Roberto; Gil, Rosa (2009): Copyright licenses reasoning using an owl-dl ontology. In: Breuker, J. et al. (Hrsg.): *Law, Ontologies and the Semantic Web: Channelling the Legal Information Flood*. Amsterdam: IOS Press, S. 145–162.

- Groves, Peter (1997): *Sourcebook on Intellectual Property Law*. London: Cavendish Publishing.
- Guibault, Lucie; Angelopoulos, Christina (2011): *Open Content Licensing: From Theory to Practice*. Amsterdam: University Press.
- Hyland, Bernadette; Wood, David (2011): The joy of data – a cookbook for publishing linked government data on the web. In: Wood, David (Hrsg.): *Linking government data*. New York: Springer, S. 3–26.
- Hyvonen, Eero (2012): *Publishing and Using Cultural Heritage Linked Data on the Semantic Web*. [San Rafael, Calif.]: Morgan & Claypool Publishers.
- Jain, Prateek; Hitzler, Pascal; Janowicz, Krzysztof; Venkatramani, Chitra (2013): There's No Money in Linked Data. <http://knoesis.wright.edu/faculty/pascal/pub/nomoneylod.pdf> <18.12.2013>.
- Jentzsch, Anja (2014): Linked Open Data Cloud. In: Pellegrini, Tassilo; Sack, Harald; Auer, Sören (Hrsg.): *Linked Enterprise Data*. Berlin: Springer, S. 209–220.
- Mazziotti, Giuseppe (2008): *EU Digital Copyright Law and the End-User*. Heidelberg: Springer.
- Pellegrini, Tassilo (2012): Semantic Metadata in the News Production Process. Achievements and Challenges. In: Lugmayr, Artur et al. (Hrsg.): *Proceedings of the 16th International Academic MindTrek Conference 2012*. ACM SIGMM, S. 125–133.
- Pellegrini, Tassilo (2014): Linked Data Licensing – Datenlizenzierung unter netzökonomischen Bedingungen. In: Schweighofer, Erich; Kummer, Franz; Hötendorfer, Walter (Hrsg.): *Transparenz. Tagungsband des 17. Internationalen Rechtsinformatik Symposium IRIS 2014*. Wien: Verlag der Österreichischen Computer-gesellschaft, S. 159–168.
- Prenafeta, Javier (2010): Protecting Copyright Through Semantic Technology. In: *Publishing Research Quarterly* 26 (4): 249–254.
- Pucella, R.; Weissman, V. (2002): A logic for reasoning about digital rights. In: *Proceedings of the 15th IEEE Computer Security Foundations Workshop*. IEEE, S. 282–294.
- Rotolo, Antonino; Villata, Serena; Gandon, Fabien (2013): A deontic logic semantics for licenses composition in the web of data. In: *Proceedings of the 14th International Conference on Artificial Intelligence and Law*. ACM, S. 111–120.
- Schaal, Ulrich (2010): *Das strategische Management von Contentrechten. Schlüsselherausforderungen für audiovisuelle Medienunternehmen*. Wiesbaden: VS Verlag.

- Shy, Oz (2001): *The Economics of Network Industries*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Sonntag, Michael (2006): Rechtsschutz für Ontologien. In: Schweighofer, Erich; Liebwald, Doris; Drachler, Matthias; Geist, Anton (Hrsg.): *e-Staat und e-Wirtschaft aus rechtlicher Sicht*. Stuttgart: Richard Boorberg Verlag, S. 418–425.
- Stallman, Richard; Lessig, Lawrence; Gay, Joshua (2006): *Free Software, Free Society: Selected Essays of Richard M. Stallman*. Boston, Mass.: Free Software Foundation.
- Välimäki, Mikko (2005): *The Rise of Open Source Licensing: A Challenge to the Use of Intellectual Property in the Software Industry*. Helsinki: Turre Publishing.
- Villata, Serena; Gandon, Fabien (2012): Licenses compatibility and composition in the web of data. In: *CEUR Workshop Proceedings*. [http://ceur-ws.org/Vol-914/paper\\_23.pdf](http://ceur-ws.org/Vol-914/paper_23.pdf) <16.08.2015>.

# **Werkzeugunterstützung für die pattern- und modellgetriebene Entwicklung interaktiver Systeme in PaMGIS 2.0**

*Christian Martin, Jürgen Engel, Antonios Fesenmeier,  
Roland Reitböck, Christian Herdin*

*Hochschule Augsburg, Fakultät für Informatik,  
Forschungsgruppe Automation in Usability Engineering (AUE)*

{Christian.Maertin, Juergen.Engel, Antonios.Fesenmeier1,  
Roland.Reitboeck, Christian.Herdin}@hs-augsburg.de

## **Zusammenfassung**

Die Modellierung und Konstruktion komplexer interaktiver Systeme erfordert gleichermaßen die Mitarbeit von Software-Engineering-Experten und Fachleuten auf dem Gebiet der Mensch-Computer-Interaktion, die wiederum mit Betriebssystem- und Plattform-Spezialisten zusammenarbeiten müssen, um während des Entwicklungsprozesses gemeinsam die hohen Anforderungen an Softwarequalität, Usability und User Experience zu erfüllen. Die Kombination modellgetriebener Entwicklungsansätze mit Pattern-basierten Entwicklungsumgebungen kann einen wichtigen Beitrag zur Bündelung des disparaten, vielfältigen Entwurfswissens leisten, das für die Entwicklung interaktiver Systeme benötigt wird. Damit können Werkzeuge bereitgestellt werden, die die teilweise automatische Konstruktion und Anpassung der entstehenden Modelle und Entwicklungs-Artefakte an den Zielkontext erlauben. Dieser Beitrag schildert den aktuellen Status des Framework PaMGIS 2.0, das einen umfassenden Software-Engineering-Rahmen bereitstellt, um auf allen Abstraktions-Levels HCI-Patterns und Teilmodelle der interaktiven Systeme zu entwickeln, zu verwalten, zu verfeinern, an differierende Zielumgebungen anzupassen und zu implementieren. Insbesondere werden in diesem Beitrag die im Rahmen von zwei aktuellen Masterarbeiten an der Hochschule Augsburg entstandenen Software-Werkzeuge PaMGIS Pattern Management Tool (PPMT) und PaMGIS Pattern Code Generator (PaCo) erstmals vorgestellt.

## 1 Einführung

Interaktive Software ist heute ein zentraler Bestandteil nahezu aller Bereiche des täglichen Lebens in modernen Industriegesellschaften. Der moderne Nutzer arbeitet ständig mit Systemen und technischen Geräten, die über interaktive Benutzungsschnittstellen verfügen, über diese flexibel gesteuert werden und ihre Dienstleistungen anbieten. Beispiele sind neben klassischen IT-Produkten Web-Applikationen, Smartphone-Apps, Navigationssysteme, Smart-Home-Anwendungen und Apps für Wearables. Die Anwender erwarten von diesen interaktiven Systemen, dass sie unabhängig von Hardware und Betriebssystemen auf einer Vielzahl unterschiedlicher Geräteklassen ablaufen, eine konsistente Oberfläche anbieten und in Bezug auf Usability und User Experience stets höchsten Ansprüchen genügen. Der Entwicklungsaufwand, der dadurch zusätzlich zur Umsetzung der funktionalen Anforderungen während des Entwurfs und der Implementierung entsteht, ist immens, muss aber bewältigt werden, um die Zeit bis zum Markteintritt minimieren zu können.

Traditionelle Software-Engineering-Ansätze kommen schnell an ihre Grenzen, wenn es darum geht, im Entwicklungsprozess mit hoher Qualität gleichzeitig alle spezifischen Anforderungen flexibler interaktiver Systeme umzusetzen. Um alle Aspekte der interaktiven Systemkomponenten während des Entwicklungsprozesses zu beschreiben, lohnt sich daher die Nutzung eines modellgetriebenen Entwicklungsansatzes. Die unterschiedlichen statischen dynamischen, infrastrukturellen und präsentationsbezogenen Eigenschaften des entstehenden Systems können dabei durch separate Modelle beschrieben werden. Die durch den Übergang zwischen den unterschiedlichen Abstraktionsebenen der beteiligten Modelle entstehenden Verfeinerungen können dabei zum Teil automatisch generiert werden.

Im Framework PaMGIS (vgl. Engel & Märtin 2009; Engel et al. 2012b) konnten die beiden Ansätze der modellgetriebenen und Pattern-basierten Software-Entwicklung kombiniert werden. Der aktuelle Systemaufbau und die in der Version PaMGIS 2.0 hinzu gekommenen Software-Werkzeuge PPMT und PaCo werden in den folgenden Abschnitten vorgestellt.

### 1.1 *Stand der Wissenschaft*

Modellbasierte User Interface Development Environments (MB-UIDE) bereichern den Entwicklungsprozess für interaktive Systeme durch Task- und

objektorientierte Modelle, die neben inhaltlichem Domänenwissen die funktionalen und datenbezogenen Anforderungen an die interaktiven Systemkomponenten auf verschiedenen Abstraktionsebenen beschreiben. MB-UIDE-Systeme werden in Meixner et al. (2014) und Pinheiro da Silva (2001) beschrieben und miteinander verglichen. Die verschiedenen Modellarten werden insbesondere auch dazu benötigt, um die inhaltlichen Anwendungskomponenten (Geschäftslogik) auf geeignete Komponenten der Benutzungsschnittstelle abzubilden und mit diesen zu verlinken, für Kontextadaption zu sorgen, die Qualität der Benutzungsschnittstelle abzusichern und für gute Usability und User-Experience-Eigenschaften zu sorgen. Mit dem CAMELEON Reference Framework, kurz CRF (vgl. Calvary et al. 2002) wird versucht, einen gewissen Grad an Standardisierung in die MB-UIDE-Community einzubringen. Das CRF, das bei der Entwicklung von PaMGIS 2.0 berücksichtigt wurde, schlägt die Verwendung von Domänen-Modellen (Tasks, Konzepte), Benutzungskontext-Modellen (User, Plattform, Umgebung) und Adaptionmodellen (Evolution, Transition) vor. Beim Entwicklungsprozess unterscheidet CRF zwischen den Abstraktionsstufen Task-orientierte Spezifikation, abstraktes User Interface (AUI), konkretes User Interface (CUI) und finales User Interface (FUI).

Mit HCI-Patterns können Entwurfsentscheidungen dokumentiert werden, die aus bewährten Lösungen für Entwurfsprobleme im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion und der damit verbundenen Software-Engineering-Aktivitäten hervorgegangen sind. Durch ihre klar strukturierte Dokumentation dienen sie unter anderem auch zur verbesserten Zusammenarbeit zwischen Entwicklern. Patterns sind häufig in Pattern-Katalogen (vgl. Engel et al. 2012a; Kruschitz & Hitz 2010; Seffah 2010) organisiert. Pattern-Kataloge, die Patterns einer bestimmten Anwendungsdomäne zusammenfassen, heißen Pattern-Sprachen. Zur Standardisierung der Spezifikation von Patterns und Pattern-Sprachen wurde in Fincher & Finlay (2003) die Pattern Markup Language (PLML) Version 1.1 vorgeschlagen. Auf der Basis dieses Standards und aufbauend auf den Erfahrungen bei der Entwicklung Pattern-basierter Entwicklungsumgebungen wurde für PaMGIS 2.0 die Pattern-Spezifikations-sprache PPSL 2.0 entwickelt, deren Beschreibungsattribute in Abbildung 1 dargestellt sind.

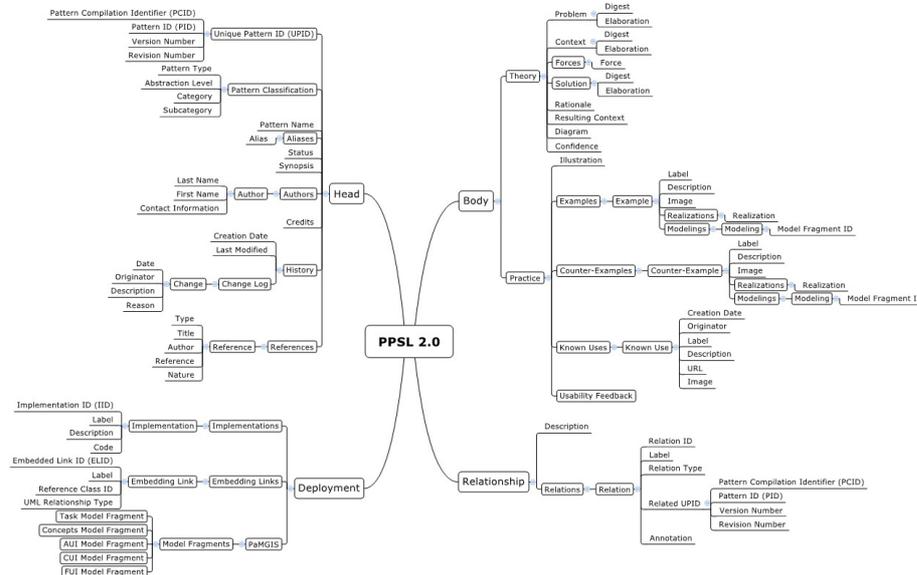


Abb. 1 PaMGIS Pattern Specification Language PPSL 2.0

## 1.2 Funktionale Architektur von PaMGIS 2.0

Das PaMGIS 2.0 Framework besteht aus verschiedenen logischen Funktionseinheiten, die die Benutzer bei ihren unterschiedlichen Aufgaben im Entwicklungsprozess unterstützen. Abbildung 2 gibt einen Überblick über die funktionale Architektur von PaMGIS 2.0 (vgl. Engel et al. 2015).

Die Kernkomponenten sind die beiden Repositories für Patterns und Modelle, die die Pattern-Spezifikationen sowie die diversen Teilmodelle der zu entwickelnden interaktiven Systeme enthalten und für zukünftige Projekte bereithalten. Über die User Database werden unter anderem die Rechte der verschiedenen Benutzer in Bezug auf den Zugriff und die Modifikation der Patterns, Pattern-Sprachen und Modelle durch die Pattern- und Modellierungswerkzeuge verwaltet. Um die Repositories herum sind zahlreiche Komponenten und Werkzeuge zur Verwaltung, Erfassung und Wartung von Patterns, Pattern-Sprachen und Modellen sowie zur Transformation der Modelle und Patterns über mehrere Abstraktionsebenen hinweg bis zur Generierung von ablauffähigem interaktivem Code angeordnet. Das Zusammenspiel dieser Komponenten und Werkzeuge von PaMGIS 2.0 wird in Engel et al. (2015) beschrieben. Im Folgenden wird auf neu entstandene Softwarekom-

ponenten zur Umsetzung des Pattern- und Pattern-Sprachen-Managements sowie der modellgetriebenen Code-Generierung näher eingegangen.

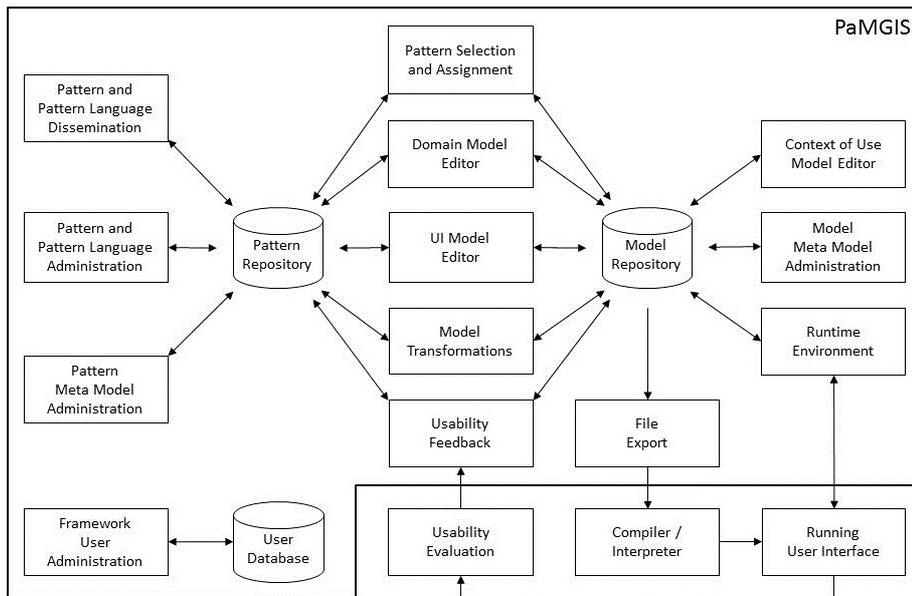


Abb. 2 Funktionale Architektur von PaMGIS 2.0

## 2 PaMGIS Pattern Management Tool

Im Rahmen der Entwicklung des PaMGIS Frameworks wurde ein neues Pattern-Management-Tool (kurz: PPMT) für die Verwaltung PPSL-konformer Muster entwickelt (vgl. Fesenmeier 2015). Das Tool basiert auf der JavaFX-Plattform, wodurch eine plattformunabhängige Benutzbarkeit gewährt wird. Zur Realisierung der zugrunde liegenden Pattern-Repository kommt Hibernate 4.3.8 in Verbindung mit einer MySQL-Datenbank zum Einsatz.

Der für das PPMT festgelegte Funktionsumfang basiert auf der Analyse verschiedener Pattern-Kollektionen, welche von Deng et al. (2005) durchgeführt wurde. Des Weiteren wurde eine Benutzerverwaltung umgesetzt, sodass jedem Benutzer bei der Registrierung ein privater Workspace zur Verfügung gestellt wird. Im Zuge der Registrierung werden Arbeitskopien der sogenannten *Ur-Patterns* dem Workspace des neuen Benutzers hinzugefügt. Diese Methode bietet jedem Anwender die Möglichkeit, die *Ur-Patterns* beliebig

zu verwenden oder zu bearbeiten, ohne dabei die ursprünglichen Muster zu verändern.

Ist es der Wunsch einer Anwenderin, ein neues Pattern oder eine neue Version eines *Ur-Patterns* der Allgemeinheit zur Verfügung zu stellen, kann sie die Änderung oder das neue Muster als Vorschlag einreichen. Solche Vorschläge müssen durch einen Administrator freigegeben werden. Bei der Freigabe werden sie in die Sammlung aufgenommen. Bei diesem Vorgang findet anschließend eine automatische Verteilung von Arbeitskopien des neuen Patterns an alle Benutzerinnen statt. Außerdem besteht für jeden Anwender die Möglichkeit, Muster zur privaten Verwendung anzulegen.

Um Änderungen an einem Muster nachvollziehen zu können, wird eine vollständige Historie zu jedem Pattern angelegt. Die Historie beginnt bereits beim Anlegen eines Musters und beinhaltet alle Informationen über Autor, Status, Änderungsdatum und eine Beschreibung der Änderung.

Die PPMT-Anwendung ist in mehrere Tabs unterteilt, welche wiederum durch ein *Accordion* gegliedert werden. Nach der Anmeldung startet der Benutzer im Tab *Bibliothek*. Diese Ansicht bietet einen Überblick über alle in der Sammlung vorhandenen Muster. Die Kategorisierung der einzelnen Muster wird dabei über das *Accordion* visualisiert.

Im oberen linken Bereich ist eine *Combobox* angebracht, die es ermöglicht, die Muster zu filtern (s. Abb. 3). Auf diesem Weg können beispielsweise alle Standard-Muster bzw. *Ur-Patterns*, private oder durch einen Administrator abgelehnte Patterns angezeigt werden. Im oberen rechten Bereich des Tabs befindet sich das Suchfeld. Die Volltextsuche bezieht sich hierbei auf die im ausgewählten Filter enthaltenen Muster.

Zum Anlegen und Editieren der Muster wurden Masken erstellt, die die in der PPSL definierten Attribute widerspiegeln (vgl. Engel et al. 2015). Die Anlage der Muster erfolgt über den entsprechenden Tab, während das Editieren eines Musters über die Bibliothek und den entsprechenden Button erfolgt. Hierbei sind einige Informationen verpflichtend anzugeben. Dazu zählen der Name des Patterns, die Informationen über mindestens einen Autor, die Auswahl der Kategorie und des Pattern-Typs sowie eine kurze Beschreibung des Problems. Wird ein Pattern modifiziert, muss außerdem eine kurze Beschreibung der Veränderung hinterlegt werden, die in der Historie einsehbar ist.

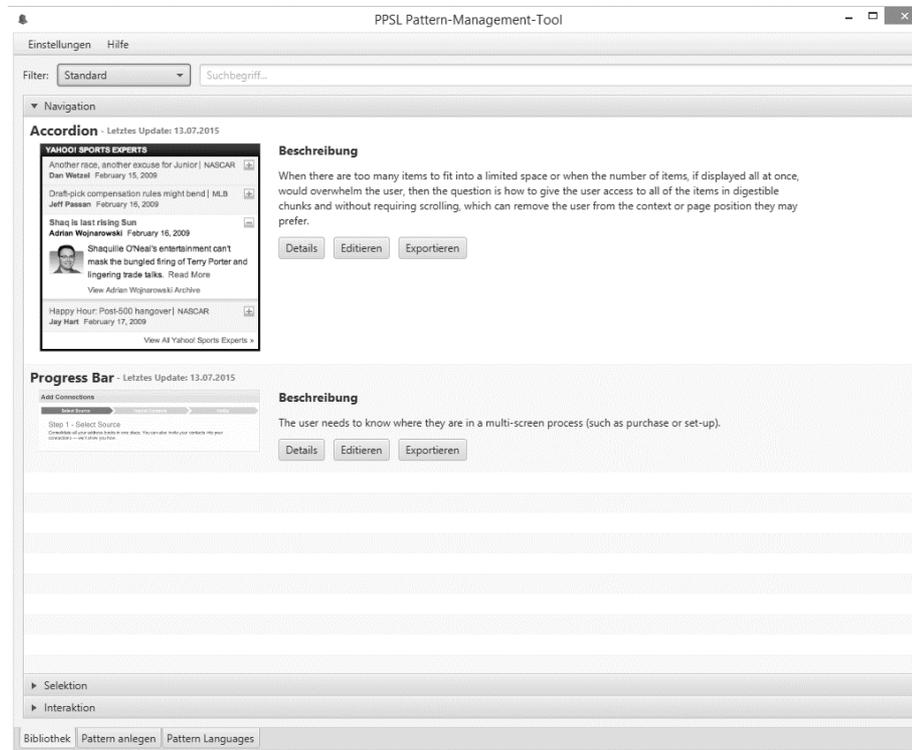


Abb. 3 Übersichtsseite mit Filter und Volltextsuche

Neben der einfachen Verwaltung von Mustern besitzt jeder Benutzer außerdem die Möglichkeit, die ihm zur Verfügung stehenden Patterns zu einer *Pattern-Sprache* zusammenzufassen. Dieses Vorgehen erlaubt es, den Mustern gesondert Beziehungen zueinander zuzuordnen, ohne dabei die zugrunde liegenden Patterns zu bearbeiten.

Sowohl einzelne Beziehungen als auch ganze Patterns inklusive ihrer Beziehungen können nachträglich aus der *Pattern-Sprache* entfernt oder dieser hinzugefügt werden. Beim Löschen eines Patterns werden außerdem alle Beziehungen der anderen Muster gelöscht, die auf das entfernte verweisen.

Über den Tab *Pattern Languages* können die eben beschriebenen Operationen durchgeführt werden (s. Abb. 4). Beim Öffnen des Reiters wird standardmäßig die Übersicht der existierenden *Pattern-Sprachen* des Benutzers dargestellt. Die *Combobox* im oberen linken Bereich dient zur Auswahl der gewünschten Sprache. Nachfolgend werden die Beschreibung der Sprache und die enthaltenen Muster angezeigt. Wird ein Muster in der oberen Tabelle

selektiert, werden in der darunter liegenden alle Beziehungen des Musters tabellarisch dargestellt.

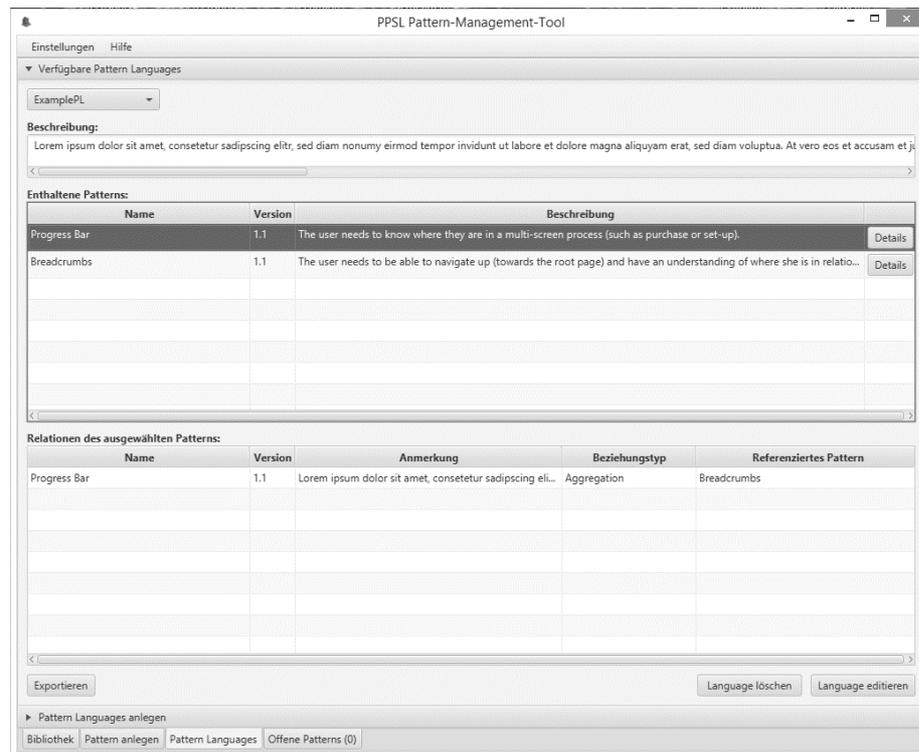


Abb. 4 Übersicht der *Pattern-Sprachen*

Um die im PPMT definierten Muster auch außerhalb der Anwendung verwenden zu können, wurde außerdem die Möglichkeit eines XML-Exports von einzelnen Patterns und ganzen *Pattern-Sprachen* implementiert. Die Export-Funktion kann hierfür sowohl in der Pattern- als auch in der *Pattern-Sprachen*-Übersicht aufgerufen werden.

### 3 PaMGIS Pattern Code Generator

Ziel des PaMGIS Pattern Code Generator (kurz PaCo) ist es, auf der Basis des PaMGIS-Ansatzes eine grafische und interaktive Benutzeroberfläche für die Android-Plattform generieren zu können (vgl. Reitböck 2015). Für die Umsetzung wurde die Programmiersprache Java in Kombination mit JavaFX, einem Framework für plattformübergreifende Rich Internet Applications

(RIA), eingesetzt. Für die Verarbeitung der Entwurfsmuster und der abstrakten und konkreten Benutzerschnittstellen kommt das Framework Java Architecture for XML Binding (JAXB) zum Einsatz. Es handelt es sich hierbei um eine Erweiterung für Java, die es ermöglicht, eine bidirektionale Abbildung zwischen instanziierten Java-Objekten und der dazugehörigen XML-Struktur zu erstellen. Hierfür werden die Java-Klassen mit Annotationen versehen und können in die entsprechende XML-Struktur abgebildet werden. Diese Annotationen werden entweder durch den Entwickler in der Klasse ergänzt oder lassen sich anhand einer XML-Schema-Definition generieren (vgl. Rubinger & Burke 2010; Vohra 2012). Die Vorteile der verwendeten XML-Struktur liegen in der Möglichkeit der Validierung der Modelle mithilfe der XML-Schema-Definition und der einfachen Transformation zwischen dem AUI, CUI und FUI gemäß CRF.

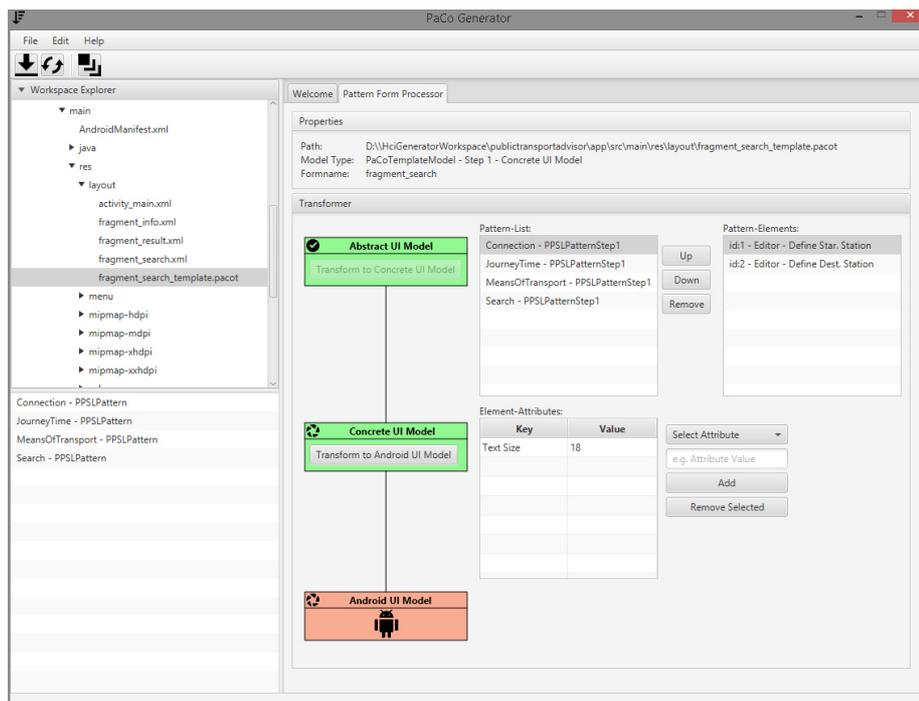


Abb. 5 Pattern-Code-Generator-GUI

Abbildung 5 zeigt die grafische Benutzeroberfläche des Pattern Code Generator am Beispiel einer Android-Applikation für die Auskunft über öffentliche Verkehrsmittel. Im oberen Bereich der Anwendung befindet sich eine

Menüleiste. Hier können Funktionen wie der Import von Projekten oder die Aktualisierung des Workspace zentral für einen schnellen und stets verfügbaren Zugriff angesprochen werden. Analog dazu befindet sich im unteren Bereich der Anwendung eine Statuszeile, über die Informationen wie Erfolgsmeldungen oder auch Fehlermeldungen ausgegeben werden. Der Hauptteil des Fensters der Anwendung wird in zwei große Bereiche unterteilt: Auf der linken Seite befindet sich das geöffnete Projekt aus dem Workspace, das durch eine Verzeichnisstruktur abgebildet wird. Entwicklungsumgebungen wie Eclipse, Microsoft Visual Studio oder IntelliJ IDEA orientieren sich an der selben Struktur. Die Anwenderin findet sich auf diese Weise leichter zurecht. Über die Verzeichnisstruktur lassen sich Dateien und Ordner auswählen, öffnen und zusätzlich PACOT- (Pattern Code Generator Template) Dateien für den PaCo-Generator erstellen. Bei den PACOT-Dateien sind durch den PaCo-Generator erstellte XML-Strukturen, in denen die Elemente von AUIs und CUIs mit deren Task- und Domanenmodellen abgelegt werden. Unterhalb der Verzeichnisstruktur der importierten Projekte werden alle verfügbaren PPSL-2.0-HCI-Patterns in Form einer Liste angezeigt. Über eine definierte Schnittstelle greift die Anwendung hierfür auf die Datenbank des PPMT-Werkzeugs zu und fragt das Task Model Fragment (TaMF) sowie das Domain Model Fragment (DoMF) des jeweiligen PPSL-2.0-Pattern ab.

Das TaMF liegt hierbei in einer vereinfachten Form der ConcurTaskTrees (CTT) Notation vor (vgl. Paterno 2000). Das DoMF wird durch eine einfache XML-Struktur mit Knoten, Kanten und zusätzlichen Attributen wie einer Referenz zum Taskmodell dargestellt. Abbildung 6 zeigt das Taskmodell mit dem zugehörigen Domänenmodell des Pattern *Connection*. Zusätzliche Attribute wie der AUI Object Type wurden in dem Domänenmodell ergänzt.



Abb. 6 Task- und Domänenmodell

Im rechten Bereich des PaCo Generator werden einzelne Tabs der geöffneten Dateien angezeigt. Dateien wie normale Textdokumente können somit bearbeitet und wieder gespeichert werden. Beim Öffnen einer PACOT-Datei

wird die Benutzeroberfläche des Tabs *Pattern Form Processor* befüllt. Hierbei handelt es sich um die Maske für die Verarbeitung der PPSL-Patterns zur Generierung des AUI, CUI und FUI. Im oberen Bereich des Tabs können Metainformationen wie beispielsweise Pfad, Name oder das aktuelle Abstraktionslevel der PACOT-Datei entnommen werden. Im Bereich *Transformer* kann über einen Doppelklick das entsprechende HCI-Pattern aus den verfügbaren Patterns zur PACOT-Datei hinzugefügt werden. Zusätzlich können diese sortiert und bei Bedarf wieder gelöscht werden.

Die enthaltenen Elemente des Pattern und des abstrakten Modells lassen sich in der Liste Pattern-Elements einsehen. Am gezeigten Beispiel besitzt das Pattern *Connection* zwei Elemente: zwei Felder vom AUI Object Type *Editor* für die Eingabe des Start- und Zielbahnhofes. Das AUI-Modell lässt sich anschließend in das konkrete Modell (CUI) über die grafische Darstellung der schrittweisen Modelltransformation umformen. Dabei wird das ursprüngliche XML der PACOT-Datei in eine erweiterte XML-Struktur für zusätzliche Attribute mit einer neuen XML-Schema-Definition transformiert. Nun lassen sich die einzelnen abstrakten Elemente der Patterns mit zusätzlichen Attributen wie beispielsweise Textgröße, Textfarbe oder dem Typ der *SingleChoice* (*Radiobuttons* oder *Dropdown-Liste*) immer noch unabhängig von der Zielplattform spezifizieren.

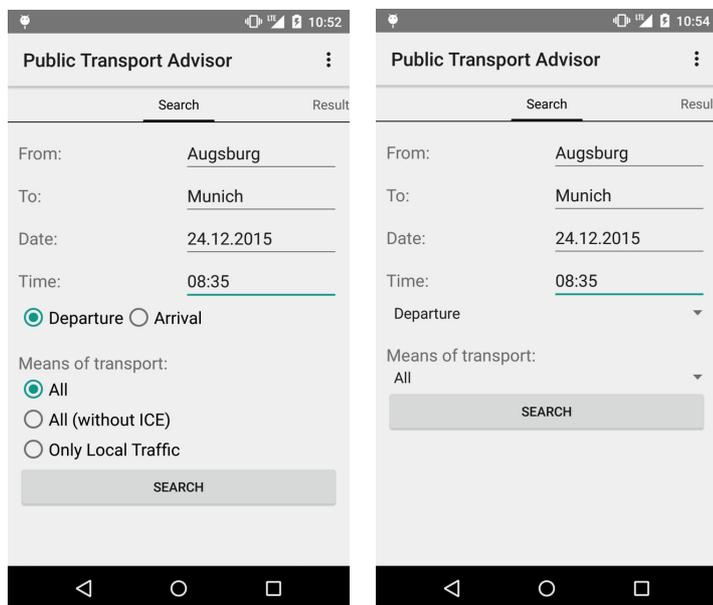


Abb. 7 Änderungen der Android GUI mittels PaCo Generator

Nach der vollständigen Spezifikation der Elemente kann das CUI in das finale Modell (FUI) transformiert werden. Am Beispiel des PaCo Generator werden die konkreten Elemente auf die entsprechenden Elemente der Android-XML-Layout-Struktur abgebildet. Abbildung 7 zeigt die Benutzeroberfläche derselben Anwendung für die Auskunft der öffentlichen Verkehrsmittel. Der Unterschied hierbei ist ein mit verschiedenen Attributen spezifiziertes CUI, welches als Grundlage für die erstellte Android Package (APK) dient. In der linken Grafik werden die beiden *SingleChoice*-Auswahlen durch *Radiobuttons* dargestellt und in der rechten Grafik werden diese durch *Android Spinner Elemente* dargestellt.

#### 4 Ausblick

In diesem Artikel wurde der aktuelle Status des integrierten Pattern- und modellbasierten Frameworks PaMGIS 2.0 dargestellt und dessen Funktionsweise anhand der neu entstandenen Werkzeuge PPMT und PaCo illustriert.

Das Framework wird auch in Zukunft der Eckpfeiler für weitere Untersuchungen im Zusammenhang mit der automatisierten Entwicklung interaktiver Systeme der Forschungsgruppe Automation in Usability Engineering (AUE) an der Hochschule Augsburg bleiben. In den nächsten Monaten sollen folgende weitere Eigenschaften implementiert werden:

- grafische Darstellung der Beziehungen zwischen Patterns innerhalb der Werkzeuge
- automatische Übernahme definierter Patternbeziehungen in Pattern-Sprachen
- Schnittstelle zwischen PPMT und PaCo, um die Kohärenz von Patterns über den Software-Lebenszyklus zu garantieren und Deployment-Informationen austauschen zu können
- Import externer Patterns aus anderen Pattern-Katalogen.

#### Literatur

Calvary, G. et al. (2002): The CAMELEON Reference Framework. <http://giove.is-ti.cnr.it/projects/cameleon/pdf/CAMELEON%20D1.1RefFramework.pdf> <15.04.2015>.

- Deng, J.; Kemp, E.; Todd, E. G. (2005): Managing UI pattern collections. In: *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI New Zealand chapter's international conference on Computer-human interaction: making CHI natural*. ACM, S. 31–38.
- Engel, J.; Martin, C. (2009): PaMGIS: Framework for Pattern-based Modeling and Generation of Interactive Systems. In: *Proc. HCI International '09*, San Diego, S. 826–835.
- Engel, J.; Herdin, C.; Martin, C. (2012a): Exploiting HCI Pattern Collections for User Interface Generation. In: *Proceedings of PATTERNS 2012*, S. 36–44.
- Engel, J.; Herdin, C.; Martin, C. (2012b): Pattern-based Modeling and Development of Interactive Information Systems. In: Frotschnig, A.; Raffaseder, H. (Hrsg.): *Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas*. Glückstadt: Verlag Werner Hülsbusch, S. 155–168.
- Engel, J.; Martin, C.; Forbrig, P. (2015): A Concerted Model-driven and Pattern-based Framework for Developing User Interfaces of Interactive Ubiquitous Applications. In: *Proc. First Int. Workshop on Large-scale and Model-based Interactive Systems*, Duisburg, S. 35–41.
- Fesenmeier, A. (2015): *Entwicklung eines Pattern-Repository zur Verwaltung von Entwurfsmustern für die automatische Generierung von Benutzeroberflächen*. Masterarbeit an der Fakultät für Informatik, Hochschule Augsburg.
- Fincher, S.; Finlay, J. (2003): Perspectives on HCI Patterns: Concepts and Tools (Introducing PLML). In: *Interfaces* 56: 26–28.
- Kruschitz, C.; Hitz, M. (2010): Human-Computer Interaction Design Patterns: Structure, Methods, and Tools. In: *International Journal on Advances in Software* 3 (1 & 2).
- Meixner, G.; Calvary, G.; Coutaz, J. (2014): Introduction to Model-Based User Interfaces. W3C Working Group Note 07, January 2014. <http://www.w3.org/TR/mbui-intro/> <27.05.2015>.
- Paternò, F. (2000): The ConcurTaskTrees Notation. In: Paternò, F. (Hrsg.): *Model-Based Design and Evaluation of Interactive Applications*. Berlin/Heidelberg: Springer, S. 39–66.
- Pinheiro da Silva, P. (2001): User Interface Declarative Models and Development Environments: A Survey. In: *DSV-IS'00 Proceedings of the 7th International Conference on Design, Specification, and Verification of Interactive Systems*, S. 207–226.
- Reitböck, R. (2015): *Modell- und musterbasierte Entwicklung interaktiver Benutzeroberflächen für Android Applikationen*. Masterarbeit an der Fakultät für Informatik, Hochschule Augsburg.

- 
- Rubinger, A. L.; Burke, B. (2010): *Enterprise JavaBeans 3.1*. 6. Aufl., Sebastopol, CA: O'Reilly & Associates.
- Seffah, A. (2010): The evolution of design patterns in HCI: from pattern languages to pattern-oriented design. In: *Proceedings of the 1st International Workshop on Pattern-Driven Engineering of Interactive Computing Systems (PEICS'10)*, S. 4–9.
- Vohra, D. (2012): *Java EE development with Eclipse*. Birmingham: Packt Publishing.

# **Welchen Einfluss übt der Third-Person-Effekt beim Konsum von Kommentaren zu redaktionellen Inhalten auf RezipientInnen im Alter von 14 bis 25 Jahren aus?**

*Jasmin Öztürk, Verena Götzner, Thomas Pöcksteiner,  
Fabian Orner, Piotr Jablonowski*

*Fachhochschule St. Pölten, Studiengang Digitale Medientechnik*

*jasmin.oeztuerk@gmx.net*

## **Zusammenfassung**

Der Third-Person-Effekt (TPE) beschreibt das Phänomen der eigenen Selbstüberschätzung bei der Rezeption von Massenmedien. Demnach glauben Personen, dass sie selbst weniger (negativ) beeinflussbar durch Massenmedien sind als andere. Wir beschäftigen uns mit der quantitativen Untersuchung dieser Thematik – genauer, welchen Wirkungsgrad er bei RezipientInnen im Alter von 14 bis 25 Jahren erreicht, die, zu Untersuchungszwecken, Kommentare zu redaktionellen Inhalten konsumieren. Die Zielgruppe wurde derart gewählt, da in diesem Alter noch mit einer höheren Beeinflussbarkeit zu rechnen ist und somit aufschlussreichere Ergebnisse erwartet werden können. Als Grundgesamtheit werden die 258.909 (vgl. Statistik Austria 2014) 14- bis 25-Jährigen Wiens herangezogen. Die Untersuchung der Hypothesen wurde mit zwei separaten Online-Befragungen durchgeführt, wobei der ersten Gruppe die redaktionellen Inhalte zum Thema Tagespolitik und Zeitgeschichte ohne Kommentare zugeführt wurden und der zweiten mit Kommentaren.

## **1 Einleitung**

Seit jeher diskutieren Menschen über Medieninhalte: Sei es ein umstrittenes Buch, ein Zeitungsartikel, ein Radiobeitrag, eine Fernsehsendung oder ein simples Facebook-Posting – ein jeder/eine jede bildet seine/ihre eigene Meinung und will diese mit anderen teilen. Besonders stark zugenommen haben

diese Diskussionen durch die Einführung des Internets: Es ist nicht mehr länger der abendliche Besuch am Wirtshausstammtisch notwendig, um einen Gesprächspartner und ein Publikum für seine Meinungsäußerungen zu finden, all dies geht jetzt auch ganz bequem von Zuhause aus. Denn die Diskussionen finden nun auf diversen Internetplattformen kurz zwischendurch oder als neue Abendunterhaltung statt.

Durch das Internet explodierten nicht nur die Zahl der Kommentare und Diskussionen, sondern auch die generelle Menge an Berichterstattungen zu aktuellen Themen. Dadurch, dass nun plötzlich jeder/jede seine/ihre Meinung veröffentlichen kann, stolpert man nicht selten über subjektive, schlecht recherchierte oder schlichtweg frei erfundene Medieninhalte. Man nehme nur zum Beispiel den aktuellen Fall her, in dem Heinz-Christian Strache einen Facebook-Kommentar teilte, der aus erster Hand davon berichtete, Flüchtlinge hätten eine Billa-Filiale in Döbling überrannt. Dieser stellte sich im Nachhinein als völlig frei erfunden dar (vgl. Herbst 2015).

Der TPE hat nicht zuletzt aufgrund der Popularität von Social-Media-Netzwerken an Aktualität und Brisanz gewonnen. Generell beschreibt der TPE das Wahrnehmungsphänomen, dass Menschen der Meinung sind, sie seien weniger beeinflussbar durch Medieninhalte als andere. Das Zustandekommen des TPE wird einerseits durch kognitive Mechanismen (Menschen haben ein naives Verständnis von psychologischen Prozessen) und andererseits mit motivationalen Ursachen (Menschen sehen sich selbst als überlegen) zu erklären versucht (vgl. Hofer & Sommer 2013).

Moderatoren des TPE (vgl. ebd.) lauten demnach wie folgt:

- gesellschaftliche Erwünschtheit des Medieninhalts (First-Person-Effekt: Menschen denken, sie seien durch erwünschte Medieninhalte stärker beeinflussbar als andere)
- soziale Distanz: das Ausmaß der empfundenen Ähnlichkeit zwischen einem selbst und anderen
- Ego-Involvement definiert die persönliche Relevanz des Medieninhalts.

Die Einführung des Internets revolutionierte auch den Zeitungsmarkt: Denn (Online-) Zeitungen ermöglichten neue – über konventionelle Leserbriefe hinausgehende – interaktive Funktionen: Man kann Artikel über soziale Netzwerke teilen und mit seinem Freundeskreis diskutieren, man kann die Relevanz von Themen nach oben und unten wählen und man kann direkt unter den Online-Artikeln seine Meinung in Form eines Kommentars öffentlich preisgeben.

Diese Funktionen und vor allem die Informationsflut ermöglichten nicht zuletzt eines: Man kann nun ganz einfach über die eigene Wahrnehmung von Geschehnissen und die der anderen reflektieren. Wie stark wird man selbst von Meinungen – sei es nun die (manchmal stärker, manchmal weniger stark einfließende) Meinung des Journalisten/der Journalistin oder die des Mediums oder jene eines kommentierenden Dritten – beeinflusst? Wie sehr werden andere davon beeinflusst? Repräsentiert ein Kommentator die Meinung der Mehrheit? Und wovon wird eigentlich die eigene Selbsteinschätzung beeinflusst?

Aus der letzten Frage heraus haben wir zwei Hypothesen formuliert:

- Hypothese 1: Der TPE wirkt umso stärker, je höher die Ausbildung des Probanden/der Probandin ist.
- Hypothese 2: Wenn der/die ProbandIn einen ihrer/seiner Meinung konträren Kommentar liest, wird sich seine/ihre Einstellung nur dann signifikant ändern, wenn diese zuvor als moderat zu kategorisieren war.

Grundsätzlich ist die Thematik der Online-Kommentare eine sehr spannende, denn bereits Hofer und Sommer haben 2013 erkannt, dass Kommentare auf redaktionelle (Medien-) Inhalte das „disperse Publikum“ (Maletzke 1963) zum sichtbaren „Mit-Publikum“ (Hartmann & Dohle 2005) wandeln. Geschieht im Online-Forum, wie z. B. bei derStandard.at, eine Depersonalisation aufgrund des Fehlens visueller Reize, wie einem Profifoto, erleichtert es die Wahrnehmung der kommentierenden Individuen als eine homogene Gruppe. Dies führt weiters zu einer simplifizierten Identifikation mit oder gegen diese Gruppe und eine dementsprechende Wirkung der Kommentare auf den Rezipienten/die Rezipientin. Denn grundsätzlich gilt, dass der Grad des Einflusses auf die Einstellung des Rezipienten/der Rezipientin von der eigenen Meinung zum Medieninhalt abhängt (vgl. Hofer & Sommer 2013).

## **2 Methode**

Zur Beantwortung der beiden Hypothesen boten sich zwei Methoden an: Zum einen eine aufwendige Laboruntersuchung mit zwei Fokusgruppen, die in einem Experiment mehrere Artikel zu lesen bekommen, wobei Fokusgruppe 1 Artikel mit Kommentaren lesen muss und Fokusgruppe 2 ohne, wodurch Fokusgruppe 2 zur Kontrollgruppe (wie sehr beeinflusst bereits die Berichterstattung die Meinung der Teilnehmer?) wird. Aufgrund der uns zur Verfügung stehenden Mittel haben wir uns aber gegen eine Laboruntersuchung

entschieden und versucht, den Inhalt der Untersuchung und des Experiments auf einen Online-Fragebogen umzulegen.

Die Online-Befragungen liefen unter dem nicht eindeutigen Titel „Medienrezeption“, um dem/der Befragten nicht vorzeitig zu verraten, dass es sich hierbei um eine Untersuchung des TPEs handelt. Diese Erkenntnis hätte das Ergebnis des Experimentes massiv verfälschen können.

Der Online-Fragebogen 1 beinhaltete einen Fragebogen zu Beginn, der der Feststellung der vorherigen Meinung des/der Befragten diente, fünf kurze Zeitungsartikel zu Themen, die zur Zeit der Umfrage in den Medien stark vertreten waren und jeweils ein eindeutiger Pro- oder Kontra-Kommentar eines unbekanntes Users sowie am Ende einen weiteren Fragebogen zur Festmachung der eigenen Einstellungsänderungen. Weiters wurde zum Schluss auch erfragt, ob der/die Befragte glaubte, ob sich die Einstellungen der anderen nach Konsum der Artikel geändert haben könnten. Dies war essenziell, um das Wirken des TPE generell auswerten zu können.

Der Online-Fragebogen 2 adressierte die Kontrollgruppe und beinhaltete dieselben Teile wie Fragebogen 1, jedoch waren die Artikel ohne Kommentare zu lesen.

Zur Feststellung der Einstellung wurde eine 4er-Likert-Skala angewendet, wobei der/die Befragte zuerst diverse Aussagen zu den fünf Zeitungsartikel-Themen bewerten sollte (betrifft mich nicht = 1, betrifft mich wenig = 2, betrifft mich etwas = 3, betrifft mich = 4). Nach dem Lesen der Artikel sollte der/die Befragte weiters bewerten, wie sehr sich seine Meinung geändert hat und wie sehr sich die Meinung der anderen geändert haben könnte (nein = 1, eher nein = 2, eher ja = 3, ja = 4).

### **3 Ergebnisse**

Für die Auswertung der Ergebnisse wurde bei Hypothese 1 ein t-Test durchgeführt, der die Antworten auf die zwei Fragen, die die letztendliche Änderung der Meinungen (eigene und die der anderen) festhalten, gegenrechnet. Somit konnte der TPE festgestellt werden, der durch gegebene Signifikanz der Ergebnisse bestätigt werden konnte. Bezüglich des Einflusses der Ausbildung wurden die gesammelten Rohdaten in die jeweiligen Ausbildungsstufen kategorisiert und verglichen, um einen Trend feststellen zu können.

Hypothese 2 wurde durch eine Varianzanalyse untersucht, die die unabhängige Variable, in unserem Fall die Einstellung, auf die Beziehung mit der potenziell abhängigen Variable, den Grad der Beeinflussung, hin testet.

Die Online-Befragung wurde im Zeitraum von 28. Mai 2015 bis 12. Juni 2015 durchgeführt. Dieser kurze Befragungszeitraum hing mit der Aktualität der Themen zusammen, die wir für das Experiment gewählt hatten. Insgesamt wurden 88 Fragebögen mit Kommentaren und 27 ohne Kommentare ausgefüllt, davon waren aufgrund unserer engen Definition, 53 bzw. 26 auswertbar. Für den geringen Rücklauf machen wir einerseits den kurzen Befragungszeitraum und andererseits die Nische, aus der unsere Teilnehmer sein sollten, verantwortlich.

Eine Zusammenfassung der Rohdaten (Fragebogen mit Kommentaren) ergab folgendes Bild:

*Tab. 1: Selbst- und Fremdeinschätzung abhängig vom Bildungsabschluss*

Ausbildung	Verteilung der Teilnehmer	Mittelwert Selbsteinschätzung	Mittelwert Einschätzung Dritte
Volksschulabschluss	2	1,40	2,50
Hauptschulabschluss	3	1,73	2,67
Gymnasium (vier Jahre)	3	1,67	2,93
Matura	19	1,34	2,15
Lehrabschluss	7	1,21	2,17
Bachelor	17	1,41	2,20
Master/Magister	2	1,00	2,20
		1,39	2,40

Bereits durch die Betrachtung der zusammengefassten Werte kann eine Diskrepanz bei der Einschätzung der Beeinflussung zwischen „Selbst“ und „Dritte“ festgestellt werden. Auch kann eine tendenzielle Abnahme der Werte mit steigender Ausbildung festgehalten werden, die eine höhere Selbsteinschätzung mit zunehmender Ausbildung annehmen lässt.

*Hypothese 1: Der TPE wirkt umso stärker, je höher die Ausbildung des Probanden/der Probandin ist.*

Grundsätzlich konnten wir – wie viele Studien zuvor – feststellen, dass der TPE auch bei reiner Berichterstattung wirkt. Qualitativ minderwertige Kommentare verstärken den TPE noch einmal zusätzlich, da sie die Selbsteinschätzung erhöhen.

Jedoch konnten wir Hypothese 1 nicht verifizieren, da die Stichprobe zu klein war, um eine Aussage treffen zu können. Es kann jedoch auf jeden Fall eine grundsätzliche Steigerung der Selbsteinschätzung bei Personen mit einer höheren, abgeschlossenen Ausbildung gegenüber Personen mit niedrigerem Ausbildungsniveau beobachtet werden. Dies könnte jedoch auch dem Alter zugeordnet werden.

*Hypothese 2: Wenn der/die ProbandIn einen ihrer/seiner Meinung konträren Kommentar liest, wird sich seine/ihre Einstellung nur dann signifikant ändern, wenn diese zuvor als moderat zu kategorisieren war.*

Hypothese 2 kann bestätigt werden. Die Varianzanalyse ergab eine Varianz von insgesamt 1,1103, womit sie größer ist als die Irrtumswahrscheinlichkeit von 0,0457, welches ein signifikantes Ergebnis darstellt. Das bedeutet, dass die unabhängige Variable, die Einstellung, Einfluss auf die abhängige Variable, den Grad der Beeinflussung, hat.

## 4 Diskussion

Obwohl es sich beim TPE um ein bereits vielfach untersuchtes Wahrnehmungsphänomen handelt, gibt es dennoch einige offene Fragen, die Spielraum für zukünftige Untersuchungen bieten:

- Hypothese 1, welche sich mit dem Zusammenhang des TPE und der abgeschlossenen Ausbildung der Probanden/der Probandin befasst, sollte auf jeden Fall mit einer größeren Stichprobe nochmals untersucht werden, um diese verifizieren zu können. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob der Zusammenhang von Alter und TPE nicht womöglich von höherer Relevanz ist als jener von Bildung und TPE.
- Das Internet schuf viele neue Möglichkeiten, den TPE genauer zu erforschen. So gibt es zum Beispiel derzeit noch wenige Studien, die sich mit Diskussionen und geteilten Artikeln in sozialen Netzwerken wie Facebook, Twitter und Co. beschäftigen. Da hier besonders viele falsche Informationen ohne ausreichendes Verifizieren weitergegeben werden und dem dispersen Publikum ein noch konkreteres Profil zugeteilt wird als bei schlichten Online-Kommentaren, könnten sich auf diesem Gebiet noch wertvolle Erkenntnisse über den TPE gewinnen lassen.

## Literatur

- Bengt, Johansson (2002): Images of Media Power: The Third-Person Effect and the Shaping of Political Attitudes. [http://www.portalcomunicacion.com/bcn2002/n\\_eng/programme/prog\\_ind/papers/0\\_arribats\\_peremail/abans\\_07\\_2002/pdf/johansson.pdf](http://www.portalcomunicacion.com/bcn2002/n_eng/programme/prog_ind/papers/0_arribats_peremail/abans_07_2002/pdf/johansson.pdf) <11.04.2015>.
- Davison, W. Phillips (1983): The Third-Person Effect in Communication. In: *Public Opinion Quarterly* 47 (1): 1–15.
- Dupagne, M.; Salwen, M. B.; Paul, B. (1999): Impact of Question Order on the Third-Person-Effect. In: *International Journal of Public Opinion Research* (11): 334–345.
- Easton, Matthew; LaRose, Robert (2000): Internet Self-Efficacy and the Psychology of the Digital Divide. <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1083-6101.2000.tb00110.x/full> <12.04.2015>.
- Hartmann, Tilo; Dohle, Marco (2005): Publikumsvorstellungen im Rezeptionsprozess. In: *Publizistik* 50 (3): 287–303.
- Herbst, Hanna (2015): Wie Strache auf Facebook rechte Lügen verbreitet. <http://www.vice.com/alps/read/strache-und-die-billa-hofer-luege-362> <05.10.2015>.
- Hofer, Matthias; Sommer, Katharina (2013): Seeing the others ... Der Einfluss von Kommentaren zu redaktionellen Inhalten auf den Third-Person-Effekt. In: Jandura, Olaf (Hrsg.): *Theorieanpassungen in der digitalen Medienwelt*. Baden-Baden Nomos, S. 159–174 .
- Maletzke, Gerhard (1963): *Psychologie der Massenkommunikation*. Hamburg: Verlag Hans Bredow-Institut.
- Perloff, Richard M.; Neuendorf, K.; Giles, D.; Chang, T. K.; Jeffres, L. W. (1992): Perceptions of 'Amerika'. In: *Mass Communication Review* 19: 42–48.
- Rojas, Hernando; Shah, Dhavan; Faber, Ronald (2015): For the good of the others: Censorship and the Third-Person Effect. <http://ijpor.oxfordjournals.org/content/8/2/163.full.pdf> <31.03.2015>.
- Schmierbach, Michael; Boyle, Michael; McLeod, Douglas (2007): Ideology, Issues, and Limited Information: Implications for Voting Behavior. In: *The Atlantic Journal of Communication* (15): 284–302.
- Statistik Austria (2014): Bevölkerung am 1.1.2014 nach Alter und Bundesland – Insgesamt. [http://www.statistik.at/web\\_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung\\_nach\\_alter\\_geschlecht/](http://www.statistik.at/web_de/statistiken/bevoelkerung/bevoelkerungsstruktur/bevoelkerung_nach_alter_geschlecht/) <31.03.2015>.



# Feasibility of Eye Tracking in a Safety-Critical Environment to Support the Design Process of Gender & Diversity

*Gernot Rottermanner<sup>1</sup>, Peter Judmaier<sup>1</sup>, Stefanie Größbacher<sup>1</sup>,  
Dorothea Erharter<sup>2</sup>, Margit Pohl<sup>3</sup>, Elisabeth Weissenböck<sup>3</sup>*

*1 IC\M/T – Institute for Creative\Media/Technologies,  
Fachhochschule St. Pölten*

*2 Zentrum für Interaktion, Medien & soziale Diversität*

*3 Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung,  
Technische Universität Wien*

{gernot.rottermanner, peter.judmaier, dm131539}@fhstp.ac.at, d.e@zimd.at,  
margit@igw.tuwien.ac.at, elisabeth.weissenboeck@tuwien.ac.at

## Abstract

The consideration of gender & diversity when designing software for safety-critical work environments such as emergency call control or traffic operating centres often proves difficult, as not only the work, but also the developer environment tend to be dominated by male staff. This paper describes the feasibility of eye tracking tests in a safety-critical work environment and its potential to recognize gender & diversity requirements based on defined hypotheses. The findings presented in this paper are based on a field test in a control room of *Österreichische Bundesbahnen (ÖBB)*, which was conducted within the research project called GenSiSys.

## 1 Introduction

A survey conducted at the beginning of the research project GenSiSys<sup>1</sup> in three Austrian institutions with safety-critical control rooms reveals, that two of them are dominated by male staff. Further, Williams (2014) assumes that teams who are developing software for this domain are also dominated by males. This is why considering gender & diversity factors in this kind of environments might not always be easy. Statistical investigations regarding military standards (cf. Ministry of Defence 2008) and occupational medicine (cf. Dunk & Callaghan 2005) indeed show gender-specific job requirements. The research project GenSiSys seeks to explain how the requirements and needs of diverse user groups regarding the design of the workplace in safety-critical environments can be researched and verified. The project's goal is to find a set of methods that can be used for designing safety-critical work environments with their specific requirements and to provide guidelines for their implementation. Therefore, a set of methods was tested in a control room of *Österreichische Bundesbahnen*. This paper especially deals with the method eye tracking, its feasibility and potential of supporting gender & diversity equity in safety-critical work environments.

## 2 Method

Eye tracking is a scientific method used in various areas, from neurosciences to product design (cf. Duchowski 2007). It provides detailed depictions of perceived areas by recording the eye fixations of the test subject. Thus, it allows the analysis of the visual attention over a defined period of time. The method can identify usability problems (for example, if the eyes fixate on elements on the monitor over a longer time, or if it takes a long time to look for certain elements, etc.), create an overview of how the monitors are used and how staff interacts socially, or measure the cognitive workload using the *Index of Cognitive Activity* (cf. Marshall 2002).

---

<sup>1</sup> Full title: "Designing work spaces for environments using safety-critical systems with regards to gender equity". Funding: Austrian Ministry for Transport, Innovation & Technology, FEMtech 2nd Call. Project team: Fachhochschule St. Pölten; Frequentis AG; USECON GmbH; Technische Universität Wien (Institut für Gestaltungs- und Wirkungsforschung, Arbeitsgruppe HCI); Zentrum für Interaktion, Medien & soziale Diversität (ZIMD).

For the research project GenSiSys eye tracking was used in a control room of *Österreichische Bundesbahnen* and, to ensure these tests would run smoothly, during a pre-test and a comparative test at the studio of the *Campus Radio St. Pölten*. For these tests tethered mobile *SMI* Eye Tracking Glasses were used. The system includes the software *iView™ ETG* for calibration and recording and *BeGaze™* for evaluation. *BeGaze™* allows analysing the previously recorded data via various tools, such as Heat Maps, Binning Charts or Key Points of Interest (KPIs).

At the beginning of the project, an extensive review of the literature was conducted to gain a detailed overview of the empirical research regarding gender & diversity aspects in the design of safety-critical workplaces. This information provided the basis for 19 hypotheses in the fields of ergonomics, human computer interaction, sociology and biology. These hypotheses are the basis for the method tests, also for eye tracking.

### *2.1 Pre-test and comparative test*

A pre-test and a comparative test were conducted at the *Campus Radio St. Pölten* to figure out possible technical obstacles and problems like whether the wire of the eye-tracking glasses would be long enough. For these tests, two DJs each (one male, one female) were working on a simulated radio show. Though the workspace at the *Campus Radio St. Pölten* has five monitors (from which only three to four were actually used) in a horizontal row (Fig. 1), it already became clear that a longer wire would be advantageous to make the subjects feel more comfortable and give them more room to move. The ten-minute pre-tests also showed that while wearing glasses under the eye tracking glasses prevents calibrating (which is mentioned in the manual anyway), contact lenses work just fine. The comparative test was conducted after the tests at *Österreichische Bundesbahnen* with two participants (one male, one female) in an on air radio show.

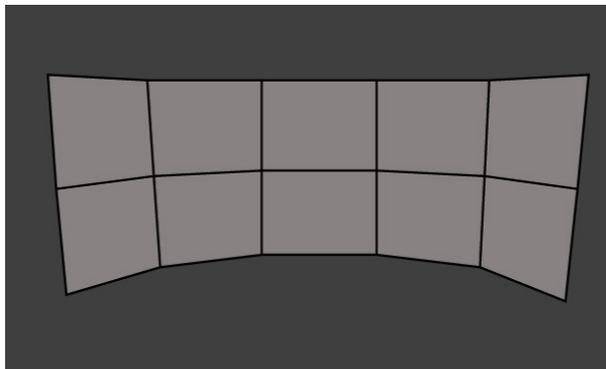
#### *Test procedure at the control room of ÖBB*

The eye tracking test was conducted in January 2015 at a control room of *Österreichische Bundesbahnen* over the course of several days at different times with four participants (one woman, three men) aged between 36 to 43 years. All four of them work in 12-hour-shifts in different areas of work. The workspace is identical for all subjects and consists of ten monitors arranged in two horizontal rows (Fig. 2). The workspace can be personalized; the lay-

out of the software windows may be individualized in regards to personal needs.



*Fig. 1*  
Workspace Campus  
Radio St. Pölten



*Fig. 2*  
Work space layout at a  
control room at ÖBB

In a two-minute briefing the subjects got informed about the method while sitting separately at their workplace. Afterwards, the system was calibrated for the subjects using a 3-point-calibration. They were instructed to carry out their usual and accustomed activities for a maximum of twenty minutes. This way, there were no defined scenarios for the test which would not have been possible for the field test setting, anyway. After the test, the researchers screened the material for open questions, which then were discussed in single interviews with the subjects at their workspace.

The test's objective was not to verify or falsify the hypotheses or to make statistical relevant statements. Rather, a basic analysis of the data using a top-down based process – in regards to the pre-defined hypotheses – was the purpose. This results in two research questions:

- (Q1) Can eye tracking be used meaningfully and constructively in a safety-critical environment and what ought to be considered respectively?
- (Q2) What are the first conclusions based on the data provided?

### **3 Findings**

As stated above, the goal of this research was not to verify or falsify the hypotheses, but to clarify which methods work best to do that with a greater amount of participants. Of the different methods tested, eye tracking proved to be one of the less reliable ones in the setting of safety-critical environments.

#### *3.1 Findings regarding research question (Q1)*

Regarding the first research question (Q1) challenges in “acquisition of subjects” and “work environment” can be addressed. An examination with subjects wearing glasses is hardly possible, since wearing two sets of glasses is rather uncomfortable and the additional lenses make tracking technically impossible. This fact negatively affects the research of workplaces that uphold diversity equality.

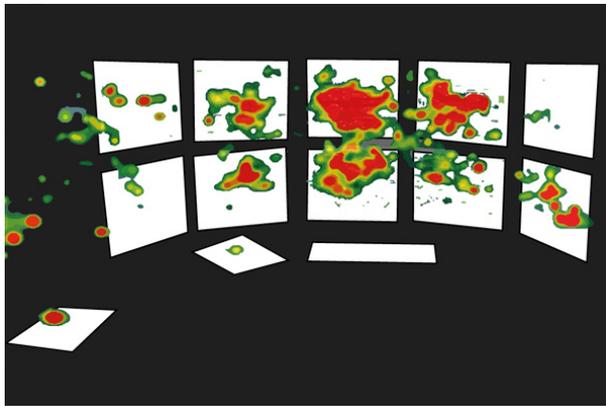
Visiting the workplaces during the preparation phase is imperative to be best prepared for the work environment at hand. Taking a close look at the workplace and work processes is essential. The conduction of the tests shows that the following parameters should be clarified during preparation: lighting conditions, radius of interaction and hardware. At the control room in which the study was carried out, bad lightning conditions, which have to be considered when recording, were dominant. The high number of monitors also means a bigger radius of interaction, requiring a corresponding length of cable for the eye-tracking system (by now, cordless systems are available). The radius of interaction then again influences the quality of calibration and tracking, since the eye-tracking system used was designed for as less body movement as possible. Furthermore, one ought to consider that subjects might use additional hardware such as headsets while working. Any additional objects worn on the head might be disrupting, when combined with the eye tracking glasses.

While carrying out the tests, there is very little time for briefing the subjects, which makes a briefing following a previously written guide inevitable. Short delays during the briefing process cause subjects to get nervous and turn back to their normal work. Thus, short and understandable briefings are preferable for keeping the subject’s full attention. Finally, the tests attracted the co-workers’ attention a lot. This may go to such lengths as influencing the test and causing the subject to no longer take it seriously.

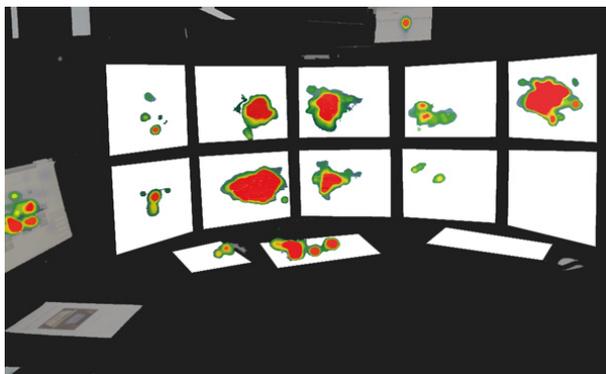
### 3.2 Findings regarding research question (Q2)

Regarding the question whether eye tracking can provide data related to gender & diversity differences, it provides data, but not as much as the researchers had expected. In the projects context, eye tracking provided data for only one hypothesis in the human computer interaction category (ten hypotheses in total). The reasons are as follow: eye tracking without pre-set tasks make comparisons rather difficult. Defining tasks in this kind of work environment in advance is hardly possible, as researchers need to know when those are starting. Furthermore, the spacious workspace only allows restricted observations on the micro-layer (meaning parts of the software). On the macro-layer, though, one can observe the systems use in general (meaning the whole workspace) quite well. Like this, the combination of Heat Maps and Area of Interest Sequence Charts shows which monitors have been looked at frequently (Fig. 3 & 4). This way, one may also detect patterns in how the individual screens are used, which then allows to draw conclusions regarding ideal or improvable arrangement of the monitors or the software tools. Moreover, one can research whether there are differences in the performance of various user groups. The low sample of this test does not allow to detect differences in this area, though.

Yet, some interesting results showed up in other categories, as well as in combination with other methods. Eye tracking provides useful data in the fields “work environment” and “processing of stress”. The data shows quite well with whom the subject communicates at the work environment and how frequently. A simple video analysis would have been much too laborious, since only a small area could be recorded while eye tracking follows the subject. This also shows differences in the communication processes of individual subjects. Analysing the data and the Heat Maps also shows quite well, when a person is under a lot of stress over a certain period of time. This shows in the way the individual areas of the Heat Map present a restless picture (Fig. 3). Eye tracking alone does not allow for valid conclusions, though, since misinterpretations may occur easily. In case of the participant’s sample shown in Figure 3, it shows he truly was stressed, as he also stated this in the method called Moodboard (another method used to manually inquire the subject’s level of stress). This is particularly obvious when compared to the Heat Map of participant 2, who did not have to deal with any extraordinary tasks (Fig. 4).



*Fig. 3*  
Heat Map of participant 1



*Fig. 4*  
Heat Map of participant 2

The data eye tracking provides allows drawing conclusions regarding the measurability of gender and diversity differences, but almost only in combination with other methods. This means that while eye tracking will achieve results, there are methods that are less expensive, less time-consuming but provide far more conclusive data when testing in safety-critical environments.

#### **4 Conclusion and future prospects**

Mobile eye tracking tests in a safety-critical environment proves to be difficult, though. The already generally high expenditure of conducting eye tracking increases as light conditions are not optimal and the big area of monitors with up to ten monitors may cause complex calibration or technical problems. Additionally, coordinating the subjects and analysis of the data proves to be a challenge due to quickly changing activities.

Even though there was conspicuous data, it did not supply much indication for hypotheses regarding the human computer interaction area. However, hypotheses from the categories ergonomics and sociology as well as biology can be analysed with eye tracking. The data can yield to good insights of common work routine patterns and can answer questions like: How frequently do staff use a certain monitor and in which order? How efficient is the communication process with other colleagues in a control room? Further, the use of additional methods like questionnaires or interviews is recommendable, as they expand the data analysis and may deepen the findings significantly.

To improve usage and reliability of eye tracking, the project research team is currently working on a set of guidelines. In the future, these guidelines are supposed to allow running tests smoothly by helping the researchers avoiding known problems and obstacles.

## References

- Duchowski, A. (2007): *Eye Tracking Methodology: Theory and Practice*. Goldaming: Springer Science & Business Media.
- Dunk, N. M., & Callaghan, J. P. (2005): Gender-based differences in postural responses to seated exposures. In: *Clinical Biomechanics* 20 (10): 1101–1110. <http://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2005.07.004>.
- Marshall, S. P. (2002): The Index of Cognitive Activity: measuring cognitive workload. In: *Proceedings of the 2002 IEEE 7th Conference on Human Factors and Power Plants*, S. 7-5–7-9). <http://doi.org/10.1109/HFPP.2002.1042860>.
- Ministry of Defence. (2008): Defence Standard 00-250, Human Factors for Designers of Systems.
- Williams, G. (2014): Are You Sure Your Software is Gender-neutral? In: *interactions* 21 (1): 36–39. <http://doi.org/10.1145/2524808>.

# CARE – Ein digitaler Bilderrahmen mit Empfehlungsmodus für Senioren

*Thomas Rist<sup>1</sup>, Madita Herpich<sup>1</sup>, Elisabeth André<sup>2</sup>*

*1 Fakultät für Informatik,  
Hochschule für angewandte Wissenschaften Augsburg*

*2 Institut für Informatik, Universität Augsburg*

{thomas.rist, madita.herpich}@hs-augsburg.de,  
andre@informatik.uni-augsburg.de

## **Zusammenfassung**

Intelligente Assistenztechnologie für Senior\_innen erlangt angesichts des demografischen Wandels zunehmend an Bedeutung. Im Projekt CARE geht es um die Entwicklung eines personalisierten Assistenzsystems zur Unterstützung alleinlebender Menschen im häuslichen Wohnumfeld. Zu diesem Zweck wurde ein um personalisierte Empfehlungsfunktionen erweiterter digitaler Bilderrahmen entwickelt. Dieser wurde in einer Seniorenwohnung installiert, um dessen Nutzung und Akzeptanz zu evaluieren. Der vorliegende Beitrag gibt einen kurzen Überblick zum CARE-Prototypen und zeigt Überlegungen zur Optimierung und Erweiterung auf, u. a. wie dieser mittels ambienter Lichthinweise effektiver in Wohnumgebungen integriert werden könnte.

## **1 Empfehlungen zur Steigerung des Wohlbefindens**

Während Assistenztechnologie für Senior\_innen oftmals mit Gerätschaften wie Gehhilfen oder Hörgeräten zur Kompensation körperlicher Einschränkungen assoziiert wird, steht im Projekt CARE (Context-Aware Recommender system for the Elderly) die Steigerung des allgemeinen Wohlbefindens betagter Menschen im Mittelpunkt. Dies wirft zunächst eine Reihe von Fragen auf – etwa, was denn unter dem Begriff „Wohlbefinden“ verstanden werden soll, von welchen Faktoren Wohlbefinden abhängt, mit welchen Maßnahmen sich Wohlbefinden steigern lässt, ob dies auch durch ein technisches

System geleistet werden kann, und nicht zuletzt, wie eine solche Technologie angenommen wird.

Um Bedürfnisse und Wünsche der anvisierten Nutzergruppe kennenzulernen, führten die Projektpartner im Rahmen einer deutsch-griechischen Kooperation strukturierte Interviews durch, mit einer Gruppe deutscher (15 Frauen und zwölf Männer, Alter zwischen 59 und 92 Jahren) und einer Gruppe griechischer Senior\_innen (zwölf Frauen und acht Männer, Alter zwischen 65 und 88 Jahren), wobei Fragen zu täglichen Routinen, Interessen, zum allgemeinen Gesundheitszustand und auch zu gewünschten Funktionen eines Assistenzsystems gestellt wurden (vgl. Hammer et al. 2015). Eine wichtige Beobachtung war, dass viele der befragten Personen eine gewisse Skepsis gegenüber speziell für Senior\_innen entwickelten Assistenzsystemen zeigten. Während sie sich den Nutzen solcher Systeme gut vorstellen konnten, fühlten sich viele zum Zeitpunkt der Befragung noch fit genug, um ohne technische Assistenz zurechtzukommen. Bei der Einführung von Assistenztechnologien ist demnach darauf zu achten, dass sich die anvisierte Nutzergruppe nicht stigmatisiert fühlt.

Zur Konzeptualisierung des Begriffs „Wohlbefinden“ kommen zahlreiche Anregungen aus der Medizin und den Sozialwissenschaften. Grundlegender Ansatz über verschiedene Disziplinen hinweg ist die Identifikation von Einflussfaktoren, zu denen sich konkrete Fragen formulieren lassen, um subjektives Wohlbefinden von Personen messbar und vergleichbar zu machen. Bekannte Beispiele für die Anwendung dieses Ansatzes sind medizinische Studien zur Lebensqualität nach schweren operativen Eingriffen oder auch soziodemografische Ländervergleiche, in denen der Versuch unternommen wird, für die Bewohner eines Landes einen durchschnittlichen Glücks- oder Wohlbefindlichkeitsindex zu ermitteln (vgl. New Economics Foundation 2009). Auch in CARE findet ein Modell Verwendung, das Wohlbefinden auf eine Reihe determinierender Faktoren zurückführt – und zwar auf solche, die mit konkreten Handlungsempfehlungen assoziierbar sind und zudem folgende Bedingungen erfüllen:

- **Ausführbarkeit:** Der/die Empfehlungsempfänger\_in muss in der Lage sein, die empfohlene Handlung ausführen zu können.
- **Relevanz:** Zum Zeitpunkt der Empfehlung muss eine Handlung relevant sein (z. B. Lüften bei schlechter Zimmerluft, hingegen keine Spaziergänge bei Regen etc.).

## CARE – Ein digitaler Bilderrahmen mit Empfehlungsmodus für Senioren 143

- Beitrag zur Steigerung des Wohlbefindens: Die empfohlenen Handlungen müssen ein erkennbares Potenzial haben, positiv zum Wohlbefinden beizutragen.

Der erste CARE-Prototyp (vgl. Seiderer et al. 2015) gibt Empfehlungen zur Steigerung von körperlicher und mentaler Vitalität, emotionalem und sozialem Wohlbefinden, zur gesunden Ernährung und zur Behaglichkeit der Wohnumgebung. Für jede Kategorie ist eine Auswahl vorgefertigter Empfehlungen in einem Content Repository abgelegt. Abbildung 1 zeigt zwei Beispiele: Die Empfehlung links ist eine Aufforderung zum Lüften, um die Luftqualität der Wohnumgebung zu verbessern, während rechts zu einer mentalen Fitnessübung aufgefordert wird. Damit die Empfehlungen ihren intendierten Zweck erfüllen können, sind sie so aufgebaut, dass die Elemente bestimmte kommunikative Funktionen ausfüllen. Die Empfehlung zur Verbesserung der Luftqualität umfasst daher Information, *warum* gelüftet werden soll und *wie* zweckmäßig gelüftet wird. Damit die Nutzer\_innen die Art der Empfehlung einordnen können, wurde für jede Kategorie, zu der CARE Empfehlungen geben kann, ein eigenes Template mit Logo und Hintergrund zur Darbietung zugeordnet.



Abb. 1 Beispiele für die von CARE gegebenen Empfehlungen

Als nächstes stellt sich die Frage, wie solche Empfehlungen über den Tag hinweg an einen Senior oder eine Seniorin gegeben werden sollen. Wichtiges Anliegen dabei ist, dass dies keinesfalls aufdringlich erfolgen darf. Im CARE-Projekt fiel die Wahl auf einen digitalen Bilderrahmen. In einer Befragung unter 21 Senior\_innen der Generation 65+ konnten wir feststellen, dass alle Befragten digitale Bilderrahmen kannten – nicht zuletzt, weil diese gerne von Verwandten an Senior\_innen verschenkt werden, quasi als animiertes Fotoalbum mit Familien- oder Urlaubsbildern. Die Idee war somit, den vertrauten Bildwiedergabemodus um einen Empfehlungsmodus zu erweitern.

Im Bildwiedergabemodus verhält sich das CARE-System wie ein gewöhnlicher digitaler Bilderrahmen, d. h., es zeigt permanent ein zuvor eingestelltes Bild oder eine Bildsequenz an. Dieser Modus ist aktiv, wenn sich niemand unmittelbar vor dem Bilderrahmen befindet. Wird hingegen eine Person im Nahbereich des Bilderrahmens bemerkt, wechselt CARE in den Empfehlungsmodus. In diesem Modus wählt CARE unter Berücksichtigung vorliegender Kontextinformation eine als zu diesem Zeitpunkt relevant eingestufte Empfehlung aus und zeigt diese im Bilderrahmen an.

## 2 Aufbau des CARE-Prototyps

Einen Überblick zum physischen und softwaretechnischen Aufbau des CARE-Prototyps gibt Abbildung 2. Die Hardware besteht aus einem in eine magnetische Pinnwand integriertem Tablet-PC (ein HP Omni 10 5600 mit Windows 8.1). Die Sensorik des Tablet-PCs (Lichtsensor, Kamera, Gyroskop, Beschleunigungssensor, Mikrofon) wurde um einige weitere externe Sensoren erweitert. Ein Infrarot-Abstandssensor (GP2Y analog von Sharp) dient zur Präsenzerkennung im Nahbereich. Ein Magnetfeldsensor (3-Achsen-Magnetometer) erkennt, wenn Magnete auf die Pinwand gesetzt oder von ihr genommen werden. Die Qualität der Zimmerluft wird mittels eines Luftqualitätssensors (iAQ-Engine von Applied Sensors) in Erfahrung gebracht, der neben Temperatur, Luftfeuchte, CO<sub>2</sub>-Konzentration auch organische Schwebepartikel (z. B. Pollen oder Kochgerüche) erfasst. Damit der Bilderrahmen einfach auf Augenhöhe seiner Nutzer\_innen justiert werden kann, wurde er auf zwei Regalträgerleisten montiert.

Die Softwaremodule nebst Wissensquellen sind in Abbildung 2 rechts gezeigt. Das Sensordaten-Erfassungsmodul stellt die Schnittstelle zu den verschiedenen Sensoren dar. Je nach Sensortyp werden dort die Rohdaten mit unterschiedlichen Abstraten erfasst und aggregiert, wobei übliche Aggregationsfunktionen wie gefensterter Mittelwert, Median sowie Minimum, Maximum und Summe verwendet werden. Neben der Datenreduktion dient Aggregation auch als Mittel zum Schutz der Privatsphäre. So nimmt das CARE-System per Mikrofon den Raumgeräuschpegel auf, verzichtet jedoch auf eine Speicherung der Roh-Audiodaten, da diese auch Rückschlüsse auf geführte Gespräche erlauben würden. Ebenso wird auf Kameradaten verzichtet, da Bild- oder Videoaufzeichnungen in vorab geführten Nutzerbefragungen auf breite Ablehnung stießen.

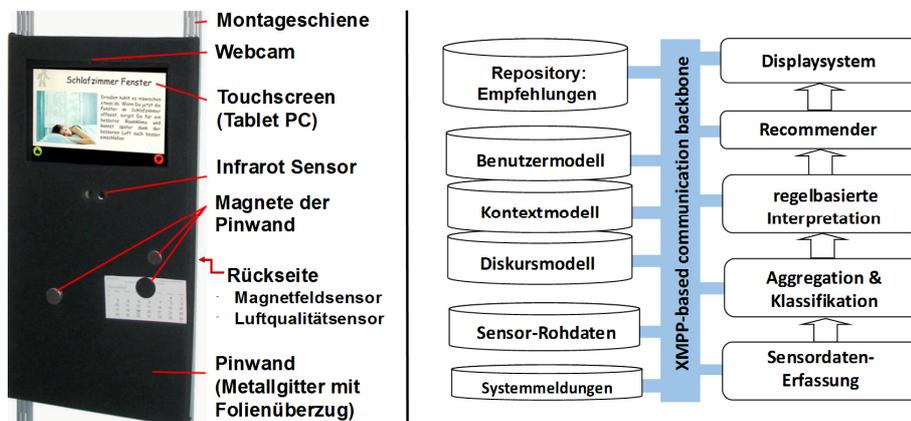


Abb. 2 Physischer Aufbau des CARE-Prototyps (links) und zugehörige Softwarearchitektur (rechts)

Zur Interpretation unterschiedlicher, aber dennoch zusammengeführter Sensordaten kommen trainierbare Klassifikationsalgorithmen zum Einsatz. So basiert beispielsweise die Präsenzerkennung auf einer Kombination aus Infrarot-Sensordaten, Geräuschpegelwerten und auch der Kohlendioxidkonzentration. Wird erkannt, dass sich eine Person in unmittelbarer Nähe des Bildschirms befindet, wird eine regelbasierte Auswahl einer passenden Empfehlung angestoßen. Die Regeln sind dabei so formuliert, dass sie aus dem Repertoire aller Empfehlungen diejenigen herausfiltern, die im gegebenen Kontext als relevant eingestuft werden. Der Kontext ist dabei gegeben durch die aktuell aufgezeichneten Sensordaten, die Uhrzeit, die Diskurshistorie bereits gegebener Empfehlungen nebst erfolgter Nutzerreaktionen sowie durch externe Informationsquellen, wie z. B. eine Online-Wetterinformation. Ebenfalls berücksichtigt wird ein Benutzermodell mit hinterlegten Präferenzen und Vermerken zu ggf. physischen Einschränkungen des Nutzers oder der Nutzerin. Die nicht herausgefilterten Empfehlungen werden an CAREs Displaymodul weitergeleitet, das diese anzeigt und ggf. vorgesehene Interaktionen koordiniert, z. B. für Quiz, bei denen der/die Nutzer\_in über den Touchscreen zwischen Antwortoptionen auswählt. Die systeminterne Modulkommunikation erfolgt über das XMPP-Protokoll mit Nachrichten im JSON-Format.

### 3 Der CARE-Prototyp im Einsatz

Zum Zwecke der Evaluation wurde der CARE-Prototyp in der Wohnung eines Augsburger Seniorenpaars (sie 76, er 75 Jahre) installiert und über zwei Wochen hinweg betrieben. Während des Testbetriebs wurden zahlreiche Daten protokolliert, deren Analyse im Nachgang Aufschluss über die Nutzung des Systems ermöglichte. Zudem wurden mit den Testnutzern nach Ende des Testbetriebs strukturierte Interviews geführt.

In der Seniorenwohnung war der CARE-Prototyp in der Küche unmittelbar neben dem Durchgang zum Wohnzimmer installiert. Abbildung 3 zeigt eine typische Situation der Systemnutzung. Je nachdem, ob eine Person beim Eintritt in die Küche an der Installation vorbei geht oder aber vor diese tritt (Abb. 3a), wechselt CARE vom Bilderrahmenmodus in den Empfehlungsmodus. Die von CARE ausgewählte Empfehlung erscheint nun solange auf dem Display, bis die Person entweder per Touchscreen eine Bestätigung eingibt (Abb. 3b) oder einfach den Nahbereich des Systems verlässt. CARE fällt dann wieder in den Bildwiedergabemodus zurück.



Abb. 3 Der in einer Seniorenwohnung installierte CARE-Prototyp mit typischer Nutzungssituation

Während des zweiwöchigen Testbetriebs wurden aggregierte Sensordaten und Statusmeldungen der Softwaremodule aufgezeichnet. Eine Auswertung dieser Daten gab Aufschluss darüber, wann eine Person im Raum anwesend war, zu welchem Zeitpunkt CARE welche Empfehlungen darbot und ob es dazu Rückmeldungen von der Person gab. Interessant war hier auch die Fragestellung, ob beide Personen von den gezeigten Empfehlungen Notiz nah-

men oder ob sie nur am Display vorbeigingen, ohne davor zu verweilen. Die Sensordaten der Präsenzerkennung belegen, dass in 29% der Fälle, in denen eine Person im Nahbereich von CARE erkannt wurde, die Person dort stehen blieb – vermutlich, um die Empfehlung zu lesen. Ein Vergleich der aufgezeichneten Sensordaten des im Tablet verbauten Beschleunigungssensors und der aufgezeichneten Nutzereingaben über Touch-Buttons deckte auf, dass Versuche, Touch-Eingaben zu machen, in einigen Fällen scheiterten.

Direkt nach der Testphase wurden strukturierte Interviews mit den beiden Personen geführt. In die Formulierung der Fragen flossen Evaluationsheuristiken ein, zum einen die von Mankoff et al. (2003) vorgeschlagenen zur Evaluation ambienter Displays und zum anderen die von Kientz et al. (2010) zur Evaluation von Pervasive-Health-Technologien.

Insgesamt bekundeten die beiden Testpersonen, dass sie die vom CARE-System gegebenen Empfehlungen als Bereicherung ihres Alltags wahrgenommen hatten, wenngleich auch nicht alle vom System gelieferten Empfehlungen als gleichermaßen nützlich empfunden wurden. Guten Anklang fanden die verschiedenen Übungen zur Stärkung der physischen Fitness, die unmittelbar vor dem Display ausgeführt werden konnten (vgl. Abb. 4b und 4c). Zudem gaben die beiden Personen wichtige Hinweise zur Optimierung von CARE – zwei davon werden nachfolgend im Hinblick auf die Entwicklung eines zweiten CARE-Prototyps diskutiert.



Abb. 4 Empfehlung von Übungen zur Stärkung der körperlichen Fitness

## 4 Monitoring von Übungsausführungen

Der installierte CARE-Prototyp bot seinen Nutzer\_innen über wenige Kontroll-Elemente (Empfehlung bestätigen, Empfehlung bewerten, Antwortoptionen beim Quiz wählen) hinaus nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten zu interagieren. Dies war eine bewusste Designentscheidung, um die Nutzer\_innen nicht mit komplizierten Dialogabläufen zu überfordern. In den

geführten Interviews stellte sich dann allerdings heraus, dass die Nutzer\_innen gerne einige weitere Optionen zur Verfügung gehabt hätten. Problematisch waren insbesondere Situationen, in denen eine empfohlene Übung unterbrochen werden musste, etwa weil das Telefon oder die Türglocke klingelte oder weil zur Übungsausführung Utensilien wie ein Gummiband oder ein Ball benötigt wurden (vgl. Abb. 4a), die erst geholt werden mussten. Ein „Pause-Button“ hätte diese Problematik etwas entschärft. Nachteilig war zudem, dass der CARE-Prototyp kein Feedback zur Ausführung physischer Übungen geben konnte.

Eine Erweiterung des Systems zielt daher auf das Monitoring von Übungsausführungen ab. Dazu soll zum einen die bereits vorhandene Sensorik des Systems ausgenutzt und ergänzt werden. Balance-Übungen, bei denen der/die Nutzer\_in Gewichtsverlagerungen von einem Bein zum anderen durchführen soll, können über eine drucksensitive Fußmatte erfasst werden. Übungen, die Arm- und Fingerbewegungen betreffen, können prinzipiell mit optischen Sensoren (Kamera, Kinect, Leap Motion) oder mittels am Arm getragener Beschleunigungs- und EMG-Sensoren (z. B. WAX9<sup>1</sup>- und Myo<sup>2</sup>-Armband) überwacht werden. Abbildung 4d zeigt eine durch einen Schlaganfall leicht gelähmte Nutzerin bei der Ausführung einer Greifübung, wobei die Bewegung der Hand mit einem WAX9-Sensor-Armband aufgezeichnet wurde.

Derzeit werden die einzelnen Optionen ausgelotet, wobei neben technischen Aspekten vor allem Handhabung und Akzeptanz aus Sicht der Senior\_innen im Vordergrund stehen. In den bereits durchgeführten Versuchen zeichnete sich ab, dass die mit Sensoren bestückten Armbänder (WAX9 und Myo) für Senior\_innen eher problematisch sind, da diese nicht spontan einsetzbar sind, sondern jeweils vor Übungsbeginn angelegt werden müssten. Zudem erschweren die häufig notwendigen Akkuladezyklen die Handhabung dieser Sensoren. Bei der Verwendung optischer Sensoren müssen hingegen Vorbehalte gegen die technisch mögliche missbräuchliche häusliche Überwachung ausgeräumt werden.

---

1 WAX9 ist ein Produkt der Firma AXIVITY, Newcastle, UK – [www.axivity.com](http://www.axivity.com).

2 Myo ist ein Produkt der Firma Thalmic Labs, Kitchener, CA – [www.thalmic.com](http://www.thalmic.com).

## 5 Ambiente Ankündigung von neuen Empfehlungen

Der vorgestellte Prototyp zeigt Empfehlungen nur dann an, wenn sich eine Person im Nahbereich der Installation befindet. Nachteil dieser Logik ist, dass der Person dadurch relevante Empfehlungen entgehen können. Dies führte zur Überlegung, das System so zu erweitern, dass es in einem weiteren räumlichen Radius auf das Vorhandensein neuer Empfehlungen aufmerksam machen kann und seine Nutzer\_innen motiviert, bei der Installation vorbeizuschauen, um nachzusehen, welche aktuelle Empfehlung vorliegt. Explizite Nachrichten oder akustische Alarmer kommen hierfür allerdings nicht infrage, da Nutzer\_innen diese schnell als störend und aufdringlich empfinden würden. Um weniger aufdringliche Alternativen auszuloten, wurde mit ambienten Beleuchtungseffekten experimentiert.

Der hierzu verfolgte Ansatz basiert auf dem Gedanken, dass die von CARE gegebenen Empfehlungen bestimmten Kategorien zugeordnet sind, für die jeweils eigene Präsentations-Templates vorgehalten werden, und dass der/die Nutzer\_in eine Assoziation des im Präsentations-Template verwendeten Farbtons mit der Farbqualität einer ambienten Beleuchtung herstellen kann. Aus technischer Sicht erfordert dies nur eine geringfügige Erweiterung des CARE-Prototyps. Anstatt zu warten, bis die Präsenz einer Person im Nahbereich des Screens wahrgenommen wird, stößt CARE ereignisgetrieben die Auswahl relevanter Empfehlungen an. Ist eine Auswahl erfolgt, jedoch keine Person im Nahbereich des Screens, so wird die Information, dass eine neue Empfehlung der Kategorie X vorliegt, mittels ambienter Beleuchtung in einem weiteren Radius sichtbar gemacht – einfach dadurch, dass die Lichtfarbe entsprechend gewählt wird.

Wesentlich schwieriger ist die Frage zu beantworten, wie eine solche vom CARE-System gesteuerte ambiente Lichtquelle am besten im Wohnumfeld integriert werden sollte. Zunächst wurde versucht, mittels LED-Streifen Möbelstücke oder Wandabschnitte zu illuminieren; einen Eindruck geben die in Abbildung 5 gezeigten Schnappschüsse.



Abb. 5 Versuche, eine von CARE gesteuerte ambiente Lichtquelle im Wohnumfeld zu integrieren

Vermeintlicher Vorteil dieses Ansatzes ist, dass sich das CARE-Display und die von ihm gesteuerte ambiente Lichtquelle sogar in unterschiedlichen Räumen befinden können. In der für den Test genutzten Wohnung befand sich die CARE-Installation in der Küche; ambiente Lichtquellen hätten prinzipiell im Wohn- oder Schlafzimmer oder auch im Flur oder Bad platziert werden können. In Gesprächen mit Senior\_innen wurde allerdings schnell klar, dass dieser Ansatz aus mehreren Gründen problembehaftet ist. Um nicht als aufdringlich und irritierend bzw. störend empfunden zu werden, müsste die Helligkeit sehr stark reduziert werden, sodass die gewünschte Hinweisfunktion auf neue Empfehlungen kaum noch zum Tragen käme. Zudem kann eine Illumination von Möbeln oder Gebrauchsgegenständen zu Irritationen führen, etwa wenn abgelegte Objekte oder Lebensmittel mehr oder weniger zufällig mit ungünstigen Farbtönen beleuchtet werden.

Als weitere Option wurde ein digitaler Bilderrahmen mit einer ambienten Hintergrundbeleuchtung versehen (vgl. Abb. 6a) – ähnlich dem von der Firma Philips vertriebenen Ambilight-Fernseher, bei dem versucht wird, Videoframes simultan mit einer passenden Farbstimmung zu untermalen. Im Fall von CARE soll die Hintergrundbeleuchtung allerdings nicht zur Untermalung dienen, sondern als Hinweis auf die Verfügbarkeit neuer sehenswerter Inhalte. Dazu wurde ein digitaler Bilderrahmen in einen mit LED-Streifen illuminierten Rahmen eingebaut. Die Farbe des Rahmens weist auf die Kategorie der Empfehlung hin, die als nächstes erscheinen wird, wenn der/die Nutzer\_in direkt vor das Display tritt. Eine solche Situation ist in den Abbildungen 6b und 6c illustriert. Im Bildwiedergabemodus weist der bläulich schimmernde Rahmen auf eine neue Empfehlung vom Typ „Fitnessübung“ hin. Sobald die Nutzerin in den Nahbereich des Bilderrahmens tritt, schaltet dieser in den Empfehlungsmodus um und zeigt die Empfehlung an.



Abb. 6 Ambiente Rahmenbeleuchtung zur „Untermalung“ des Bildinhalts (6a) bzw. zur Ankündigung neue Empfehlungen einer bestimmten Kategorie (6b und 6c)

Um Akzeptanz und Effektivität dieser CARE-Erweiterung anzutesten, wurde ein entsprechend instrumentierter Bilderrahmen in der Wohnung einer 81-jährigen Seniorin aufgestellt und mit einem Mix aus 32 persönlichen Fotos und insgesamt zwölf Empfehlungen verschiedener Kategorien bespielt. Im Gegensatz zum CARE-Prototyp, der anhand von Sensorinformation relevante Empfehlung auswählt, wurde bei diesem Testaufbau eine feste Abspielreihenfolge vorgegeben, die eine einfache Synchronisation der Rahmenbeleuchtung möglich machte. Die Seniorin besitzt selbst einen klassischen digitalen Bilderrahmen, sodass die Versuchsleiterin nur auf den zusätzlichen Empfehlungsmodus hinweisen musste. Zum wechselnden Farbspiel des Rahmens wurde vorab keine Information gegeben.

Nach ca. zwei Stunden Betrieb führte die Versuchsleiterin ein Nachgespräch durch, um festzustellen, inwieweit die Hinweisfunktion der Rahmenfarbe verstanden wurde und ob ein solches Gerät als sinnvolle Bereicherung angesehen wird. Im Gespräch wurde schnell deutlich, dass das Einstreuen von Empfehlungen durchaus als sinnvoll erachtet wird, die Rahmenbeleuchtung jedoch nicht als Ankündigung neuer Empfehlungen verstanden wurde. Diese wurde vielmehr als rein „dekoratives Element“ wahrgenommen, die zudem nicht immer den Geschmack der Probandin traf – die Farbwahl der LEDs empfand sie als zu kräftig und zuweilen als „kitschig“. Daraus kann gefolgert werden, dass ein ambientes Lichtspiel eine individuelle Parameteranpassung (insbesondere der Leuchtstärke) erfordert. Offen bleibt, ob bei längerer Nutzung des Systems eine Assoziation zwischen Rahmenfarbe und Empfehlungen erlernt würde. Dies konnte mit diesem Test nicht untersucht werden.

## **6 Verwandte Arbeiten**

Dem im Beitrag vorgestellte CARE-Prototyp liegen Zielsetzungen zugrunde, die sich auch in zahlreichen anderen Prototypen und Produkten wiederfinden, die ihren Nutzern eine Steigerung von Wohlbefinden, Lebensqualität und Gesundheit versprechen. Einige Ansätze sind eine Art digitales Tagebuch, in denen der Nutzer sportliche Aktivitäten notiert, andere setzen auf am Körper getragene Sensorik zum Aufzeichnen physiologischer Parameten, wie etwa Pulsfrequenz, oder Bewegungen der Extremitäten (z. B. Schrittzähler). Eine Kombination aus manuellen Eintragungen und aufgezeichneten Sensordaten findet sich im System „Health MashUps“ (vgl. Bentley et al. 2013). Nut-

zer\_innen können dann im Nachhinein diese Datenaufzeichnungen einsehen, wobei meist diagrammatische Präsentationsformen zum Einsatz kommen. Da es allerdings nicht trivial ist, aus solchen Datensätzen gesundheitsrelevante Schlussfolgerungen zu ziehen, rückt eine für Nutzer\_innen verständlichere Datenaufbereitung und Auswertung in den Vordergrund. In der „BeWell App“ (vgl. Lane et al. 2014) wird Wohlbefinden – wie in CARE – als mehrdimensionales Konstrukt modelliert. Zur Visualisierung der auf das Wohlbefinden einflussnehmenden Faktoren – wie körperliche und soziale Aktivität und Schlafzeiten – dient eine Art virtuelles Aquarium als Metapher. Ähnlich dazu, jedoch mit der Metapher eines virtuellen Gartens, gibt das „UbiFit“-System Feedback zur körperlichen Fitness (vgl. Consolvo et al. 2008).

Der in CARE verfolgte Ansatz, aus Kontextdaten letztlich relevante Empfehlungen abzuleiten, findet sich ebenfalls in der Smartphone-App „Motivate“ (vgl. Lyn et al. 2011). Ausgehend von einem hinterlegten Tagesablauf und verfügbarer Kontextinformationen wie Ort, Zeit und Wetterbedingungen, erhält ein/e Nutzer\_in per Smartphone Vorschläge für Aktivitäten, die er/sie jetzt ausführen könnte. In einer über fünf Wochen durchgeführten Testphase mit 25 Nutzer\_innen wurde knapp die Hälfte der gegebenen Empfehlungen zumindest positiv von den Empfänger\_innen quittiert.

Eine Gemeinsamkeit der hier aufgeführten Arbeiten ist, dass diese auf Nutzer\_innen von Smartphones abzielen. Dies ist verständlich, da viele Menschen ihr Smartphone ständig mit sich herumtragen und moderne Smartphones über Sensorik verfügen, mit der zumindest eine grobe Aktivitätserkennung möglich ist und zudem Kontextinformationen wie Aufenthaltsort oder Geräuschpegel der Umgebung erfasst werden kann. Andererseits werfen die European Commission (2010) und Leun et al. (2012) ein, dass ältere Menschen oftmals mit der Handhabung von Smartphones überfordert sind.

Die Erweiterung von digitalen Bilderrahmen um Funktionen zur Förderung von Sozialkontakten wurde bereits von Rowan & Mynatt (2005) vorgeschlagen. Im Gegensatz zu CARE übermittelt dort der Bilderrahmen allerdings zusätzliche Information zu dem im Rahmen angezeigten Bild, etwa um Kinder oder Enkel über den Gemüts- oder Gesundheitszustand der Großmutter zu informieren. Auch das von Consolvo et al. (2004) entwickelte „Care-Net Display“ nutzt einen digitalen Bilderrahmen. Dort wird das Portrait einer Person mit Aktivitäten im Uhrzeigersinn annotiert, damit Pflegepersonal mit einem Blick erfassen kann, wann Mahlzeiten verabreicht werden sollen oder wann besondere Aktivitäten auszuführen sind. Ein Versuch, gesundheitsfördernde Empfehlungen in das Fernsehprogramm einzuarbeiten, wurde von

Lopez-Nores et al. (2010) unternommen. Im Projekt ELF@Home werden Senior\_innen durch einen virtuellen Fitnesstrainer zum Mitmachen aufgefordert, wobei die Trainingseinheiten auf einige mit Sensoren erfassten Vitalparameter abgestimmt sind (vgl. Carús et al. 2014)

Mit Blick auf die Kopplung des Bilderrahmens mit ambienten Lichthinweisen sind Arbeiten von Interesse, in denen ambiente Lichthinweise zum Einsatz kommen. Ob ambiente Lichthinweise Personen zu einer Änderung ihres Verhaltens anregen können – etwa die Treppe statt den Aufzug zu benutzen –, wird in einer Studie von Rogers et al. (2010) untersucht. Ein weiteres Beispiel ist das „AmbientTimer“-System, das mit Lichthinweisen anstehende Aktivitäten zu erinnern versucht (vgl. Müller et al. 2013). Die in diesem Beitrag vorgeschlagene Erweiterung des CARE-Systems kann ebenfalls als eine Art Erinnerung verstanden werden, nämlich mal wieder nachzusehen, welche Empfehlung CARE anzubieten hat.

## **7 Diskussion**

Der im Beitrag skizzierte CARE-Prototyp greift den Gedanken auf, dass das Wohlbefinden eines Menschen von vielfältigen Faktoren abhängt und dass sich diese Faktoren durch passende Aktivitäten positiv beeinflussen lassen. Mit CARE wird der Versuch unternommen, solche Aktivitäten über den Tag hinweg vorzuschlagen, wobei „passend“ relativ zu der in CARE verfügbaren Kontextinformation zu verstehen ist.

Eine besondere Schwierigkeit stellt die Evaluation eines solchen Systems dar. Mit dem Ziel, den Alltag von Nutzer\_innen durch situationsspezifische Empfehlungen zu bereichern, kann eine aussagekräftige Evaluation nur in Form von Feldtests erfolgen. Andererseits ist der CARE-Prototyp ein Unikat, dessen Replikation und Integration in reale Seniorenwohnung mit erheblichem Aufwand verbunden wäre. Aus diesem Grund konnte das System nur mit einer geringen Zahl von Testnutzer\_innen evaluiert werden, sodass die bisher gemachten Beobachtungen episodischen Charakter haben. Wir sind dennoch zuversichtlich, dass mit dem von Testnutzer\_innen erhaltenen Feedback die Entwicklung eines optimierten zweiten Prototyps auf gutem Wege ist.

## Danksagung

Das CARE-Projekt (Förderkennzeichen 01XZ13022) ist eine vom Deutschen Ministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte deutsch-griechisches Kooperationsprojekt mit den Partnern Technische Universität Athen, Hochschule für angewandte Wissenschaften Augsburg und Universität Augsburg.

## Literatur

- Bentley, F.; Tollmar, K.; Stephenson, P.; Levy, L.; Jones, B.; Robertson, S.; Price, E.; Catrambone, R.; Wilson, J. (2013): Health mashups: Presenting statistical patterns between wellbeing data and context in natural language to promote behavior change. In: *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 20 (5): 30:1–30:27.
- Carús, J. L.; García, S.; García, R.; Waterworth, J.; Erdt, S (2014): The ELF@Home project: Elderly sELF-care based on sELF-check of health conditions and sELF-fitness at home. In: *Studies in Health Technology and Informatics* 200: 164–166.
- Consolvo, S.; Roessler, P.; Shelton, B. E. (2004): The CARE Net Display: Lessons learned from an in home evaluation of an ambient display. In: *UbiComp 2004: Ubiquitous Computing: 6th International Conference*, Nottingham, UK, Sept. 7–10, 2004. Springer, S. 1–17.
- Consolvo, S.; McDonald, D. W.; Toscos, T.; Chen, M. Y.; Froehlich, J.; Harrison, B.; Klasnja, P.; LaMarca, A.; LeGrand, L.; Libby, R.; Smith, I.; Landay, J. A. (2008): Activity sensing in the wild: A field trial of Ubifit garden. In: *Proc. of the SIGCHI Conference on Human Factors in Comput. Systems*. New York, NY: ACM, S. 1797–1806.
- European Commission (2010): Overview of the European strategy in ICT for Ageing Well. Brussels, Oct. 2010.
- Hammer S.; Seiderer, A.; André, E.; Rist, T.; Kastrinaki, S.; Hondrou, C.; Raouzaiou, A.; Karpouzis, K.; Kollias, S. (2015): Design of a Lifestyle Recommender system for the Elderly: Requirement Gatherings in Germany and Greece. In: *Proc. of the 8th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments (PETRA'15)*. Corfu, Greece.
- Kientz, J. A.; Choe, E. K.; Birch, B.; Maharaj, R.; Fonville, A.; Glasson, C.; Mundt, J. (2010): Heuristic Evaluation of Persuasive Health Technologies. In: *Proc. of the 1st ACM International Health Informatics Symposium, IHI '10*. New York, NY: ACM, S. 555–564.
- Lane, N. D.; Lin, M.; Mohammad, M.; Yang, X.; Lu, H.; Cardone, G.; Ali, S.; Dor-yab, A.; Berke, E.; Campbell, A. T.; Choudhury, T. (2014): Bewell: Sensing sleep,

- physical activities and social interactions to promote wellbeing. In: *Mobile Network. Applications* 19 (3): 345–359.
- Leung, R.; Tang, C.; Haddad, S.; Mcgreneere, J.; Graf, P.; Ingriany, V. (2012): How older adults learn to use mobile devices: Survey and field investigations. In: *ACM Trans. Access. Comput.* 4 (3): 11:1–11:33.
- Lin, Y.; Jessurun, J.; de Vries, B.; Timmermans, H. (2011): Motivate: Context aware mobile application for activity recommendation. In: *Proc. of the Second International Conference on Ambient Intelligence*. Berlin/Heidelberg: Springer, S. 210–214.
- Lopez-Nores, M.; Blanco-Fernandez, Y.; Pazos-Arias, J. J.; Garcia Duque, J. (2010): Exploring synergies between digital tv recommender systems and electronic health records. In: *Proceedings of EuroITV '10*. New York, NY: ACM, S. 127–136.
- Mankoff, J.; Dey, A. K.; Hsieh, G.; Kientz, J.; Lederer, S.; Ames, M. (2003): Heuristic Evaluation of Ambient Displays. In: *Proc. of CHI '03*. New York, NY: ACM, S. 169–176.
- Müller, H.; Kazakova, A.; Pielot, M.; Heuten, W.; Boll, S. (2013): Ambient timer – Unobtrusively reminding users of upcoming tasks with ambient light. In: *Proc. of Human-Computer Interaction (INTERACT 2013)*, S. 211–228.
- New Economics Foundation (2009): National Accounts of Well-being: Bringing real wealth onto the balance sheet. London. [www.neweconomics.org](http://www.neweconomics.org).
- Rogers, Y.; Hazlewood, W. R.; Marshall, P.; Dalton, N. S.; Hertrich, S. (2010): Ambient influence: can twinkly lights lure and abstract representations trigger behavioral change? In: *Proc. of UbiComp 2010*, S. 261–270.
- Rowan J.; Mynatt, E. D. (2005): Digital family portrait field trial: Support for aging in place. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI '05*. New York, NY: ACM, S. 521–530.
- Seiderer, A.; Hammer S.; André, E.; Rist, T.; Mayr, M. (2015): Exploring Digital Image Frames for Lifestyle Intervention to Improve Well-being of Older Adults. In: *Proc. of the 5th International Conference on Digital Health 2015 (DH'15)*, Florence, Italy.



# Prüfungsvorbereitung für Medizinstudierende

## Empfehlungen für die Entwicklung einer M-Learning-Applikation

*Martin Bertschler, Patricia-Nicole Gritz, Ana Gvozden,  
Christian Jandl, Wilhelm Pfersmann, Theres-Sophie Scheucher,  
Bernhard Zeller, Kerstin Blumenstein, Grischa Schmiedl*

*Fachhochschule St. Pölten, Studiengang Digitale Medientechnik*

{dm141505, dm141526, dm141530, dm141534, dm141554, dm141559,  
dm141569, kerstin.blumenstein, grischa.schmiedl}@fhstp.ac.at

### Zusammenfassung

Durch den Einsatz von M-Learning können Studierende zeit- und ortsunabhängig Lernmaterial verwenden und ihren Bedürfnissen entsprechend beziehen. In diesem Beitrag wird der Einfluss von Anforderungen einer M-Learning-Applikation auf die Benutzerfreundlichkeit sowie auf die Haltung gegenüber E-Learning-Systemen behandelt. Anhand einer Befragung von Studierenden und einem medizinischen Fachexperten wurden Anforderungen und Probleme einer E-Learning-Applikation erarbeitet und diese in einer nativen Android-Applikation umgesetzt. Mittels eines Usability-Tests wurden die in die Applikation integrierten Anforderungen überprüft. Durch die gewonnenen Daten wurde eine Liste an Empfehlungen zur Entwicklung einer E-Learning-Applikation aufgestellt. In den Empfehlungen finden sich orts- und zeitunabhängige Erreichbarkeit, angenehmes Look & Feel, gute Konzeption und die Integration von verschiedenen Medieninhalten wieder.

## 1 Einleitung

E-Learning entwickelt sich zu einer wichtigen Form des Lernens (vgl. Wang 2009), die den Lernprozess durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien, wie zum Beispiel Computer, Tablet oder Smartphone, unterstützt (vgl. Kollmann 2015). Dabei bietet E-Learning eine

Vielzahl an Vorteilen, wie zum Beispiel die ständige Erreichbarkeit von Lernmaterialien, die nicht notwendige physische Anwesenheit oder die Flexibilität durch E-Learning, bei der unter anderem die Studierenden selbstständig ihr Lerntempo bestimmen und gegebenenfalls bekannte Themen überspringen können (vgl. Kumaran & Nair 2010). In Bezug auf E-Learning unterscheiden Kumaran & Nair grundsätzlich vier verschiedene Arten:

- *Wissensdatenbanken*  
Diese Form des E-Learnings bietet indizierte Erläuterungen und Anleitungen zu einem gesuchten Schlüsselwort oder zu einer gesuchten Phrase.
- *Online-Support*  
Online-Support kommt in Form von Foren, Chatrooms oder Sofortnachrichtendiensten vor, dadurch ermöglicht diese Art von E-Learning spezifischere Fragen und Antworten.
- *Asynchrones Training*  
Unter asynchronem Training wird das Online-Selbststudium verstanden, bei der Inhalte über CD-ROMs oder über das Netzwerk, Intranet oder Internet zur Verfügung gestellt werden.
- *Synchrones Training*  
Dabei werden Lerninhalte in Echtzeit übermittelt. Diese Art der Ausbildung erfolgt in der Regel über Websites, Audio- bzw. Videokonferenzen oder Internet-Telefonie.

Bei M-Learning, der mobile Variante von E-Learning, wird meist auf speziell für mobile Endgeräte optimierte Software eingesetzt. Ein weiterer Aspekt von M-Learning ist, dass Lernmaterialien so aufbereitet werden, dass sie auch unterwegs – z. B. in kurzen Pausen – genutzt werden können.

In diesem Paper wird eine M-Learning-Applikation in Form eines asynchronen Trainings für Medizin-Studierende präsentiert, die sich mit dieser Anwendung auf die Abschlussprüfungen vorbereiten können. Nach Umfragen mit Studierenden und einem medizinischen Fachexperten wurden mögliche Probleme und Anforderungen an diese Applikation gesammelt, die nach der Entwicklung der M-Learning-Applikation mithilfe von Feedback-Fragebögen und teilnehmender Beobachtung quantitativ und qualitativ überprüft wurden.

Dieser Beitrag hat folgenden Aufbau: Abschnitt 2 (Related Work) beschäftigt sich mit bereits bestehenden Ansätzen für die Entwicklung von E-Learning-Applikationen. Im darauffolgenden Abschnitt stellen wir die For-

schungsfrage und gehen auf die Methodik ein. Abschnitt 4 (Interviews) beschäftigt sich mit der Auswertung der geführten Interviews. In Abschnitt 5 wird die entwickelte Applikation vorgestellt. Die Evaluierung der Applikation wird im 6. Abschnitt beschrieben. Schlussendlich wird das Fazit im letzten Abschnitt formuliert.

## 2 Related Work

In mehreren Forschungsprojekten (vgl. Kumaran & Nair 2010; Suebnukarn & Haddawy 2007; Luis, Gutierrez & Marrero 2014) wurde der positive Effekt durch die Kombination von E-Learning und die Nutzung von mobilen Geräten von Testpersonen bestätigt. Hier kamen diverse Web-Tools, wie z. B. Moodle<sup>1</sup>, zur Anwendung, die mobil verwendbar sind, aber nicht speziell dafür entwickelt wurden. Sie machen es möglich, Informationen und Ideen zu speichern, zu teilen und somit besonders im kollaborativen Einsatz effizient zu arbeiten.

Hsu (2014) erstellte eine Applikation, die Situationen simuliert, in denen das Krankenhauspersonal auf den jeweiligen Zustand eines Patienten reagieren muss. Dies soll Auszubildende auf den realen Alltag in einem Krankenhaus vorbereiten. Durch die Möglichkeit, Fehler zu machen und diesbezüglich Feedback zu erhalten, gibt die Anwendung den NutzerInnen eine gewisse Erfahrung und Sicherheit.

Im Weiteren wurde gezieltes Benchmarking mit den Schlüsselwörtern „e-learning-App“, „Quiz-App“ und „Problem-Based Learning-App“ betrieben. Dies geschah auf den Plattformen von Apple (App Store) und Google (Playstore). Dabei wurde die „ÖAMTC-Führerschein-App“<sup>2</sup> als vergleichbare Applikation gefunden. Das Konzept von Single- und Multiple-Choice Antworten im Kontext einer bevorstehenden Führerscheinprüfung kommt hier zur Anwendung. Zusammenfassend konnten einige weitere Konzepte identifiziert werden, die in den verschiedenen Applikationen (lynda.com<sup>3</sup>, Babbel<sup>4</sup>, Quizlet<sup>5</sup>) immer wieder Verwendung fanden. Zu den wichtigsten

---

1 <https://moodle.org/> <24.09.2015>

2 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.austrianapps.oeamtc.fs> <24.09.2015>

3 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.lynda.android.root> <24.09.2015>

4 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.babbel.mobile.android.en> <24.09.2015>

gehören „Lerninhalte (Video, Audio) im Online/Offline-Modus“, „Lernfortschrittsanzeigen“, „Joker-Systeme“, „Gamification“<sup>6</sup> und „Community/Experten (Chat, Q&A)“.

### 3 Forschungsfrage und Methodik

Dieser Beitrag soll wesentliche Faktoren einer E-Learning-Applikation feststellen. Dabei soll geklärt werden, ob die Integration dieser Faktoren in einer E-Learning-Applikation einen Einfluss auf die Benutzerfreundlichkeit hat und ob sich dadurch die Haltung der Lernenden gegenüber einer E-Learning-Applikation ändert.

Es wurden qualitative Interviews mit 34 Studierenden unterschiedlicher Fachrichtungen durchgeführt. Diese stellen in späterer Folge die potenziellen Konsumenten der E-Learning-Applikation dar. Als Ergänzung dazu wurde ein Interview mit einem Arzt durchgeführt, der die Rolle des Experten in diesem Projekt übernimmt. Die Erkenntnisse, die durch die Antworten des Interviews gewonnen wurden, werden als Wünsche und Anforderungen an die im Anschluss erstellte E-Learning-App herangezogen. Nach der Entwicklung der E-Learning-Applikation wurde ein quantitativer Test der Applikation mit Medizinstudierenden durchgeführt. Mit der quantitativen Auswertung des Tests wird die Richtigkeit der zuvor erfassten Anforderungen und Probleme einer E-Learning-Applikation überprüft.

### 4 Interviews

Im Zuge der Befragungen wurden 34 StudentInnen im Alter zwischen 19 und 31 Jahren interviewt, davon waren 18 Personen männlich und 16 Personen weiblich. Es wurden Studierende aus verschiedenen Studienrichtungen befragt, da allgemeine Anforderungen an eine Anwendung ermittelt werden sollen. Ein großer Teil der Befragten setzte sich aus Studierenden der Studienrichtung Medientechnik (sieben Personen) sowie der Studienrichtung Wirtschaft (sechs Personen) zusammen. Vier der Befragten sind Studierende einer sozialen Fachrichtung. Die Verteilung anderer Studienrichtungen – wie

---

5 <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.quizlet.quizletandroid> <24.09.2015>

6 Bei Gamification werden spielerische Elemente in nicht-spielerischen Kontexten verwendet (vgl. Boulet 2012).

zum Beispiel Architektur, Biologie, Chemie, Modedesign, Recht, Geologie, Elektronik/Lehramt, Medienmanagement – liegt jeweils bei zwei bis drei Personen. Da es sich um offene Fragen handelte, wurden die Antworten anschließend kategorisiert und ausgewertet.

Die TeilnehmerInnen wurden befragt, welche Themen ihrer Meinung nach nicht mit einer E-Learning-Anwendung erlernt werden können. Die Auswertung dieser Frage ist in Abbildung 1 zu sehen. Die Hälfte der Befragten glauben, dass praktische Tätigkeiten nicht mithilfe einer E-Learning-Anwendung erlernt werden könnten. Außerdem sind vier Personen der Meinung, dass die Aneignung von sozialen Kompetenzen damit nicht möglich sei. Im Gegensatz dazu gaben sechs der Befragten an, dass es keine Einschränkung der Themen gäbe, wenn mit einer derartigen Anwendung gelernt wird.

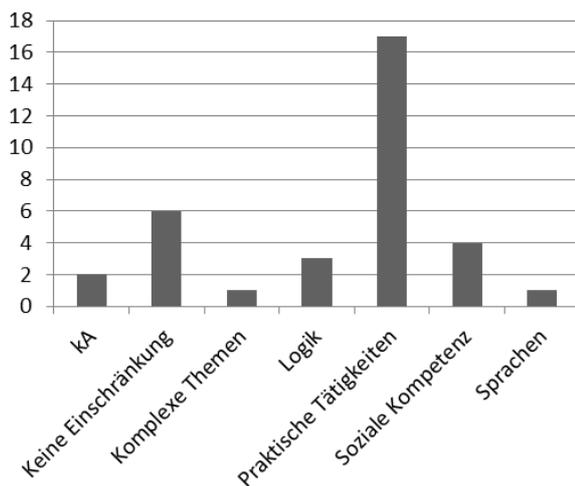


Abb. 1 Welche Themen können Deiner Meinung nach nicht mithilfe einer E-Learning-Applikation erlernt werden?

Einen großen Unterschied zu Präsenzeinheiten in einer Lehrveranstaltung sehen zehn der Befragten darin, dass in einer Lehrveranstaltung der Lektor gefragt werden kann und man somit schnell Feedback bekommt. Außerdem glauben neun Personen, dass beim E-Learning eine höhere Disziplin notwendig ist. Bei der Befragung war die Tendenz erkennbar, dass theoretisches Wissen mit E-Learning besonders gut erlernt werden kann (20 Personen). Komplexe Dinge, bei denen Erklärungen (z. B. mathematische Formeln) oder subjektives Feedback (z. B. Design und Kunst) notwendig sind, werden als schwieriger empfunden, mittels E-Learning zu erlernen. Abbildung 2 zeigt die entsprechende Auswertung.

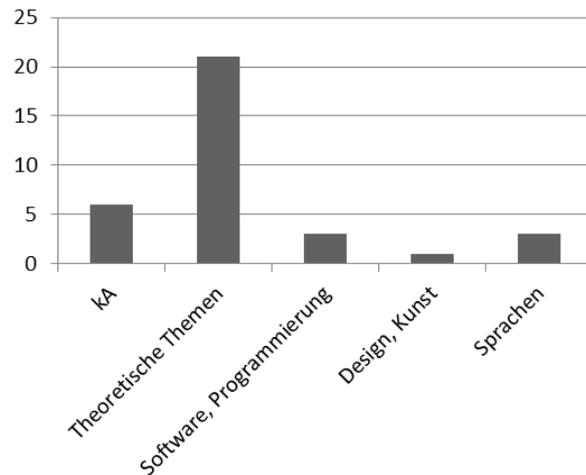


Abb.2 Welche Themen können Deiner Meinung nach mithilfe einer E-Learning-Applikation erlernt werden?

Zusammenfassend ergaben die Interviews die Erkenntnis, dass viele der Befragten besonders in folgenden Bereichen Schwierigkeiten in der Anwendung einer E-Learning-Applikation sehen:

- beim Erlernen praktischer Tätigkeiten
- beim Erlernen komplexer Themen (z. B. mathematische Formeln)
- beim Erlernen von Themen, bei denen subjektives Feedback notwendig ist (z. B. Design und Kunst)
- beim Darstellen von Ranglisten (z. B. aufgrund von Diskriminierung durch eventuellen Lernrückstand).

Den Nutzen einer E-Learning-Applikation sehen elf Personen in der Schnelligkeit und Effizienz, mit der gelernt werden kann, sowie der Zeitersparnis. Weitere zehn Personen sehen durch die Ortsunabhängigkeit und Flexibilität einen hohen Nutzen. Dass durch die Nutzung ein starker Themenfokus entsteht, glauben weitere fünf der Befragten.

Die Forderung nach Ortsunabhängigkeit spiegelt den Wunsch wider, die Anwendung sowohl von zu Hause als auch unterwegs und auf verschiedenen Geräten nutzen zu können. Diese Anforderung ist klar in Abbildung 3 zu sehen. Gerade bei der Frage nach den Geräten ist kaum eine Tendenz erkennbar, woraus man schließen kann, dass die Anwendung auf so vielen Plattformen wie möglich lauffähig sein sollte. Dieser Trend ist in Abbildung 4 klar erkennbar.

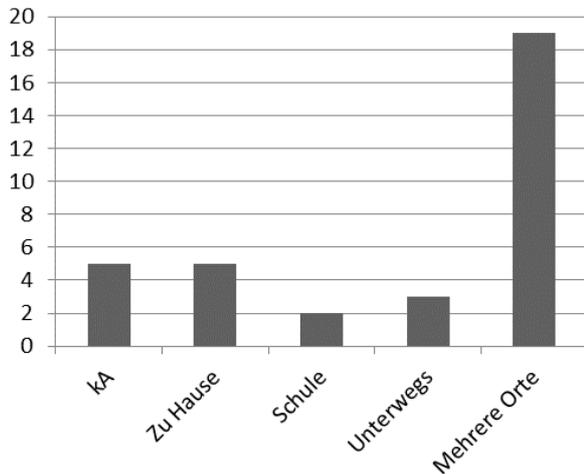


Abb. 3 Wo würdest du diese Applikation nutzen?

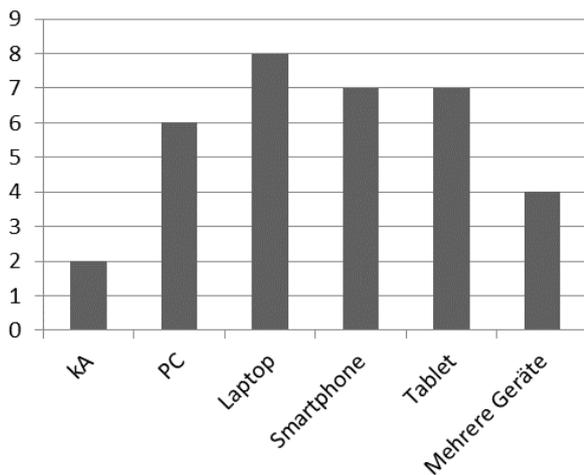


Abb. 4 Auf welchen Geräten würdest du die E-Learning-Applikation nutzen?

Mehr als die Hälfte der Studierenden (18 von 34) gab an, dass die Nutzungsmöglichkeit auf einem Smartphone ein wichtiger Faktor ist (zehn von 34 sehr wichtig; acht von 34 wichtig).

Bei den Interviews war ein starker Trend in Richtung Integration von unterschiedlichen Medieninhalten zu erkennen. Die Studierenden wünschen sich nicht nur Texte, sondern auch Bilder oder Videos, die den Inhalt präsentieren. Dieser Wunsch wurde auch im Experteninterview untermauert. Als wünschenswerte Funktionen wurden neben den klassischen Funktionen

(theoretischer Input mit Abschlussquiz, Auswahl von Kategorien und Fragen) von acht Befragten Netzwerkfunktionen (Chat, Kommentare, Statistiken, Stundenplan) und von fünf Befragten Gamification (verschiedene Modi/Levels, Quiz, Ranglisten) genannt.

Eine weitere wichtige Anforderung ist die Benutzerfreundlichkeit. Dreizehn der Befragten würden die Anwendung nicht nutzen, wenn diese nicht benutzerfreundlich ist oder schlecht umgesetzt wurde.

#### *Anforderungsliste*

Zusammenfassend können folgende Anforderungen an eine E-Learning-Anwendung gestellt werden:

- Schnelligkeit, Effizienz, Zeitersparnis
- Flexibilität, Ortsunabhängigkeit, plattformübergreifend
- Integration von unterschiedlichen Medieninhalten (Bilder, Videos)
- fehlerfreie Umsetzung, übersichtlich und benutzerfreundlich
- Netzwerkfunktionen (Chat, Kommentare, Statistiken) und Gamification.

## 5 Applikation

Für diese Arbeit wurde ein Prototyp einer M-Learning-Applikation entwickelt. Dieser besteht aus drei wesentlichen Komponenten (s. Abb. 5):

- (1) die mobile Applikation, die von den Lernenden verwendet wird,
- (2) das Administrations-Tool, in dem Fragen eingetragen und bearbeitet werden können sowie
- (3) der Webserver, auf dem sich die Daten für die Applikation und das Administrations-Interface befinden.

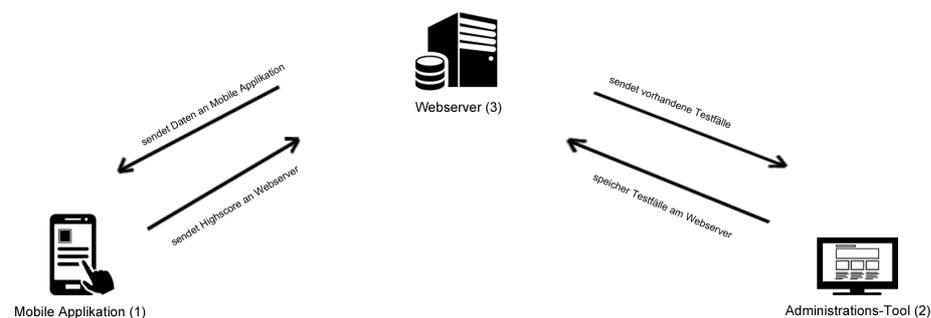


Abb. 5 Die drei Komponenten des Gesamtsystems

### 5.1 Mobile Applikation

Die mobile Applikation wurde nativ für Android-Smartphones entwickelt. Die native Umsetzung ermöglicht es, den Prototypen auch in Situationen nutzen zu können, in denen nur eine schlechte Internet-Verbindung besteht, und ermöglicht eine flüssige Performance der Anwendung. Wenn eine Internet-Verbindung verfügbar ist, überprüft die App beim Programmstart, ob neue Daten am Webserver verfügbar sind und lädt alle verfügbaren Fragen herunter. Diese Fragen werden in einem SnappyDB-Key-Value-Store<sup>7</sup> auf dem Smartphone gespeichert.

Wie in Abbildung 6 zu sehen ist, können die NutzerInnen im Startmenü der App zwischen einem Challenge- und Lern-Modus wählen. Im Lernmodus können Fragen beliebig oft beantwortet werden, bis die richtige Antwort gewählt wird. In Abbildung 7 muss die vom Lernenden gewünschte Kategorie ausgewählt werden.

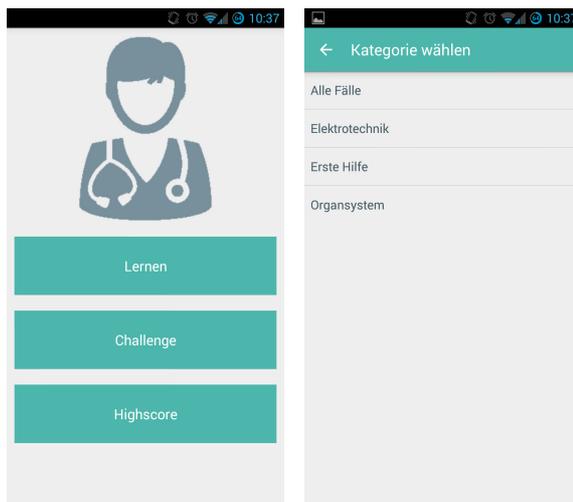


Abb. 6 Startscreen der E-Learning-Applikation (*links*)

Abb. 7 Auswahl der vorhandenen Lernkategorien im Lernmodus (*rechts*)

Die Anzeige einer Frage mit den dazugehörigen Antworten sind in Abbildung 8 und 9 dargestellt. Um den Lerneffekt zu unterstützen, werden bei jeder falschen als auch richtigen Antwort Infotexte<sup>8</sup> angezeigt (s. Abb. 10).

<sup>7</sup> <https://github.com/nhachicha/SnappyDB> <24.9.2015>

<sup>8</sup> Im realen Einsatz der Applikation werden die Infotexte informativer und ausführlicher gestaltet.

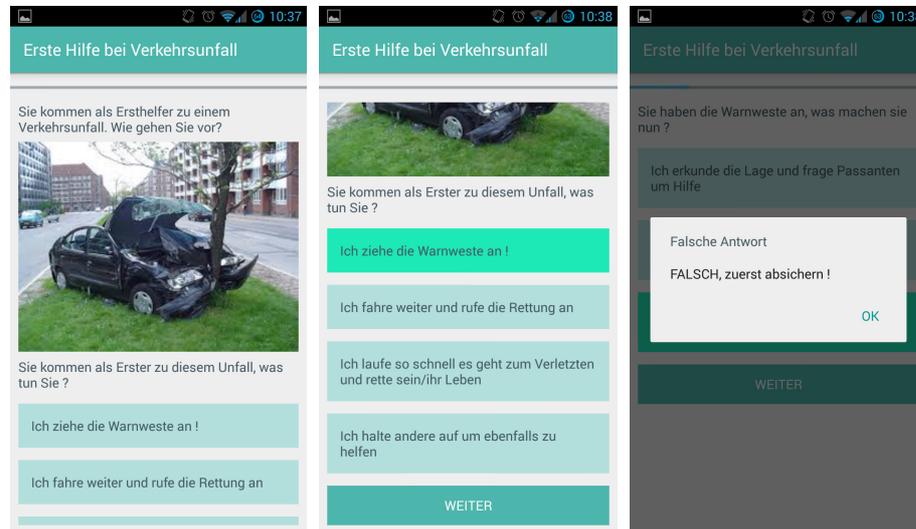


Abb. 8 Fragestellung zur Kategorie „Erste Hilfe“ (links)

Abb. 9 Auswahl einer Antwortmöglichkeit (Mitte)

Abb. 10 Pop-up-Fenster bei einer falschen Antwort (rechts)

Im Challenge-Modus der Anwendung werden fünf Fälle hintereinander dargestellt. Wird die Frage eines Falls falsch beantwortet, wird sofort zum nächsten Fall übergegangen. In diesem Modus zählt die App Punkte für alle richtig beantworteten Fragen mit, die zukünftig in einer Highscore-Liste eingetragen werden.

## 5.2 Administrations-Tool

Um Fragen einfach in die Datenbank eintragen und bearbeiten zu können, wurde ein Administrations-Tool entwickelt. Dieses erlaubt auch unerfahrenen NutzerInnen Kategorien und Fälle mit mehreren Fragen und Antwortmöglichkeiten anzulegen. Mithilfe des AngularJS-Frameworks<sup>9</sup> wurde dieser Teil des Prototypen umgesetzt. Das Aussehen der einzelnen Design-Komponenten basiert auf dem Bootstrap-Framework<sup>10</sup> und wurde für die Anwendung angepasst. Das Administrations-Tool ist eine Single-Page-Applikation, die mit AJAX-Technologien über die REST-Schnittstelle des Webservers Daten abrufen und hochlädt.

<sup>9</sup> <https://angularjs.org/> <24.09.2015>

<sup>10</sup> <http://getbootstrap.com/> <24.09.2015>

### 5.3 *Webserver*

Auf einem virtuellen Server wurde der Webserver NGINX<sup>11</sup> installiert und konfiguriert, um zum einen statische Inhalte wie HTML, CSS und JavaScript für das Administrations-Tool anzuzeigen und zum anderen einen Reverse-Proxy, über den mehrere Versionen der REST-API aufrufbar sind, umzusetzen. Dieser Reverse-Proxy leitet HTTP-Requests an einen oder mehrere Webserver weiter, die in der Programmiersprache Go<sup>12</sup> geschrieben sind. Die Datenbank für die App wird in einer Datei mittels eines im Webserver eingebetteten Key-Value-Stores gespeichert.

## 6 **Evaluierung**

Der funktionale Prototyp wurde im Anschluss an die Entwicklung mit Medizin-Studierenden anhand eines Fragebogens mit teils geschlossenen, teils offenen Fragen quantitativ sowie durch Beobachtung und ergänzende, nicht strukturierte Interviews mit den ProbandInnen qualitativ evaluiert.

### 6.1 *Testpersonen*

Die 28 TestteilnehmerInnen waren Studierende und TutorInnen im zehnten Semester des Medizinstudiums. Neunzehn Personen waren männliche, neun Personen weibliche TestteilnehmerInnen. Die technischen Vorkenntnisse der ProbandInnen waren ähnlich, die medizinischen Vorkenntnisse aufgrund desselben Studienjahrgangs auf einem annähernd gleichen Niveau. Das Durchschnittsalter betrug 24,4 Jahre, wobei der/die Älteste 30 Jahre und der/die jüngste TeilnehmerIn 19 Jahre alt war. Fast alle TeilnehmerInnen (26 Personen) hatten bereits mit E-Learning-Software Erfahrung und nutzten diese auch regelmäßig.

---

11 <http://nginx.org/> <24.09.2015>

12 <http://golang.org/> <24.09.2015>

## 6.2 Testablauf

Die TestteilnehmerInnen befanden sich in einem Lehrsaal einer Medizinischen Universität. Die Evaluierung der Applikation wurde auf vom Forscherteam bereitgestellten Smartphones (Galaxy Nexus, Moto G 2, Nexus 4, Nexus One) durchgeführt. Zu Beginn war ein Fragebogen mit demografischen Daten und einer Einverständniserklärung auszufüllen

Danach mussten die TeilnehmerInnen einen bestimmten Fall aus einem vorgegebenen Kapitel auswählen und diesen im Lernmodus der Applikation durchspielen. Nach Abschluss der Aufgabe wurde ein weiterer Fragebogen ausgefüllt, der Auskunft über Usability-Probleme geben sollte.

## 6.3 Usability-Mängel der Applikation

Grundsätzlich konnten sich annähernd alle TestteilnehmerInnen gut in der Applikation orientieren und wussten jederzeit, was als nächstes zu tun ist. Auch die Kennzeichnung der Elemente und das Wording sind gut gewählt und führten zu keinen Unklarheiten. 27 TeilnehmerInnen absolvierten den Testfall ohne Hilfe der Testleitung.

Die gefundenen Probleme wurden anhand ihrer Häufigkeit und ihrer Schwere eingeteilt (unbedeutend, mittel, schwer). Diese werden in Tabelle 1 dargestellt.

*Tabelle 1: Beim Usabilitytest gefundene Probleme*

Nr.	Beschreibung	Häufigkeit	Bewertung
1	„Weiter“-Button bei Fragen wird nicht gefunden	4 ×	mittel
2	Programm ist abgestürzt	1 ×	schwer
3	Schrift ist zu groß für langen Fragetext – Testpersonen wünschen sich eine bessere Darstellung	2 ×	mittel

Der Usability-Test zeigt auf, dass die Darstellung des „Weiter“-Buttons neu konzeptioniert werden muss, da dieser von vier TestteilnehmerInnen nicht als solcher identifiziert wurde. Aufgrund der wenigen erfassten Usability-Probleme kann davon ausgegangen werden, dass die Umsetzung in Bezug auf die Benutzerfreundlichkeit gelungen ist.

## 6.4 Fragebogen

Auf dem abschließenden Fragebogen befanden sich acht Fragen über die Bedienung, das „Look & Feel“ sowie die Eignung der Applikation als Lernhilfe. Als Antwort mussten Punkte von 1 bis 5 vergeben werden (5 = trifft voll zu, 1 = trifft gar nicht zu). Die TestteilnehmerInnen konnten sich gut in der Anwendung orientieren; 26 von 28 Personen bewerteten dies mit „trifft voll zu“. Auch auf die Frage, ob sie jederzeit wussten, was zu tun ist, vergaben 26 der TeilnehmerInnen entweder 4 oder 5 Punkte. Fragen zum „Look & Feel“ der Applikation wurden ebenfalls durchweg positiv beantwortet. Die Farbwahl der Applikation empfanden 23 Personen als angenehm und vergaben 4 bzw. 5 Punkte, fünf Personen bewerteten diese mit 3 Punkten. Die Kennzeichnung der Elemente war für alle TeilnehmerInnen klar ersichtlich und führte zu keinerlei Missverständnissen.

Auf die Frage, ob diese Form des Lernens sie anspricht und in Frage kommen würde, um sich auf die Prüfung in der „Returnweek“<sup>13</sup> vorzubereiten, vergaben alle TeilnehmerInnen entweder 4 oder 5 Punkte. Tatsächlich nutzen würden die Anwendung nach eigenen Angaben 26 Personen, nur zwei Personen konnten sich das überhaupt nicht vorstellen.

## 7 Fazit

Im Zuge dieser Arbeit wurden die wesentlichen Faktoren einer M-Learning-Applikation festgestellt und eine Applikation entwickelt, die möglichst viele dieser Anforderungen erfüllt. In einer abschließenden Evaluierung und einem quantitativen Fragebogen wurde überprüft, ob die Berücksichtigung dieser Faktoren Einfluss auf die Benutzerfreundlichkeit und die Haltung gegenüber M-Learning-Applikationen auf die TestteilnehmerInnen hatte.

In der entwickelten Applikation wurden Anforderungen wie die Orts- und Zeitunabhängigkeit, passende Medieninhalte, ansprechendes Look & Feel, Überschaubarkeit und die korrekte Kennzeichnung der Elemente integriert.

---

13 Die „Returnweek“ ist die letzte Woche des zwölften Semesters des Medizinstudiums nach dem Praktikum, in der die Studierenden eine Multiple-Choice-Prüfung ablegen, in der sie reale Medizinfälle in Form von sogenannten Key-Feature-Fragen richtig einschätzen müssen (vgl. <https://studyguide.meduniwien.ac.at/curriculum/n202-2014/?state=0-68055-3725/return-week> <31.07.2015>).

Anhand des positiven Ergebnisses, bei dem die durchschnittliche Punktevergabe zu den Fragen zwischen 4,4 und 4,9 lag, kann man schlussfolgern, dass die Einarbeitung der Punkte aus der Anforderungsliste in die Applikation zielführend war. Vor allem die positive Resonanz auf die Frage, ob man diese Applikation zur Prüfungsvorbereitung nutzen würde, lässt den Rückschluss zu, dass den NutzerInnen die Vorteile von M-Learning bewusst wurden. Daraus folgt die Annahme, dass eine Applikation, die möglichst viele Punkte der Anforderungsliste erfüllt, vom Lernenden positiv angenommen wird. Dies muss jedoch durch weiterführende Untersuchungen belegt werden.

Resultierend können folgende Empfehlungen zu einer M-Learning-Applikation gegeben werden:

- Die M-Learning-Applikation muss ortsunabhängig funktionieren.
- Die Applikation soll nicht nur mobil, sondern auch offline funktionieren, falls kein Internet-Zugriff besteht.
- Außerdem soll die M-Learning-Applikation so konzeptioniert werden, dass sich die NutzerInnen stets orientieren können.
- Das Look & Feel muss der Zielgruppe entsprechend aufgebaut sein. Außerdem sollen unterschiedliche Medieninhalte in die Applikation integriert werden.
- Um die UserInnen länger an die Applikation zu binden, sollten Netzwerkfunktionen – wie zum Beispiel Chat oder Kommentare oder Gamification – in Betracht gezogen werden.

Im Zuge dieser Arbeit wurde jedoch nicht erfasst, wie die Nutzer darauf reagieren, wenn einzelne Punkte aus der Anforderungsliste nicht erfüllt werden.

In weiterer Folge wäre es interessant zu untersuchen, ob eine Gewichtung der Anforderungsliste möglich ist oder ob diese Punkte ein notwendiges Maßnahmenpaket für die EntwicklerInnen von M-Learning-Applikationen darstellt. Zudem könnte die Applikation mit angepassten Aufgaben mit niedrigeren Bildungsschichten evaluiert werden, da die Applikation zur Vorbereitung jeglicher Art von Prüfung genutzt werden könnte.

## Literatur

- Hsu, L. L. (2014): The Design of Simulation-Based e-Learning Mobile Application Software. In: *Advanced Applied Informatics (IIAIAAI), 2014 IIAI 3rd International Conference*, Kitakyushu. IEEE, S. 533–534. <http://doi.org/10.1109/IIAIAAI.2014.113>.
- Kollmann, T. (2015): Definition „E-Learning“. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/e-learning.html> <29.07.2015>.
- Kumaran, K. S.; Nair, V. M. (2010): Future trends in E-Learning. In: *Distance Learning and Education (ICDLE), 2010 4th International Conference*, San Juan, PR. IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICDLE.2010.5606011>.
- Luis, C. E. M.; Gutiérrez, J. M.; Marrero, A. M. G. (2014): Using mobile devices and internet technologies in problem-based learning: Design of a suitable active and collaborative learning environment in engineering education. In: *Frontiers in Education Conference (FIE)*, Madrid. IEEE, S. 1–6. <http://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044184>.
- Suebnuarn, S.; Haddawy, P. (2007): COMET: A Collaborative Tutoring System for Medical Problem-Based Learning. In: *IEEE Intelligent Systems* 22 (4): 70–77. <http://doi.org/10.1109/MIS.2007.66>.
- Wang, X. (2009): Analysis of E-learning Influencing Factors Based on ISM. In: *Hybrid Intelligent Systems, 2009. HIS '09. Ninth International Conference*, Sheyang. IEEE, S. 198–201. <http://doi.org/10.1109/HIS.2009.254>.

## Weitere Titel aus dem vwh-Verlag (Auszug)

### Reihe „Multimedia“

- J. Sieck (Hg.): Kultur und Informatik „Interaktive Systeme“ (Kongressband, Tagung Berlin, Mai 2010) 2010, 31,50 €, ISBN 978-3-940317-72-8
- J. Sieck (Hg.): Kultur und Informatik „Multimediale Systeme“ (Kongressband, Tagung Berlin, Mai 2011) 2011, 27,90 €, ISBN 978-3-940317-95-7
- A. Frotschnig/H. Raffaseder (Hg.): Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas (Beiträge der Tagungen 2010 und 2011 an der FH St. Pölten) 2011, 27,50 €, ISBN 978-3-86488-005-6
- J. Sieck/R. Franken-Wendelstorf (Hg.): Kultur und Informatik „Aus der Vergangenheit in die Zukunft“ (Kongressband, Tagung Berlin, Mai 2012) 2012, 28,50 €, ISBN 978-3-86488-016-2
- A. Frotschnig/H. Raffaseder (Hg.): Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas (Beiträge der Tagung 2012 an der FH St. Pölten) 2012, 26,50 €, ISBN 978-3-86488-031-5
- R. Franken-Wendelstorf/E. Lindinger/ J. Sieck (Hg.): Kultur und Informatik „Visual Worlds & Interactive Spaces“ (Kongressband, Tagung Berlin, Mai 2013) 2013, 28,50 €, ISBN 978-3-86488-045-2
- M. Seidl/G. Schmiedl/T. Kastel (Hg.): Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas (Beiträge der Tagung 2013 an der FH St. Pölten) 2014, 26,80 €, ISBN 978-3-86488-058-2
- R. Franken-Wendelstorf/E. Lindinger/ J. Sieck (Hg.): Kultur und Informatik „Reality & Virtuality“ (Tagung Berlin, Mai 2014) 2014, 27,50 €, 978-3-86488-064-3
- M. Seidl/G. Schmiedl (Hg.): Forum Medientechnik – Next Generation, New Ideas (Beiträge der Tagung 2014 an der FH St. Pölten) 2014, 29,50 €, ISBN 978-3-86488-072-8
- C. Busch/J. Sieck (Hg.): Kultur und Informatik „Cross Media“ (Tagung Berlin, Mai 2015) 28,90 €, 978-3-86488-082-7

### Reihe „AV-Medien“

- D. Schreier: Film und Rhythmus 2008, 18,90 €, ISBN 978-3-940317-34-6
- A. Melzener: Weltenbauer Fantastische Szenarien in Literatur, Games und Film 2010, 31,50 €, ISBN 978-3-940317-76-6
- R. A. Moritz: Musikvideos 2010, 24,50 €, ISBN 978-3-940317-80-3
- S. Stoppe (Hg.): Film in Concert Film Scores and their Relation to Classical Concert Music 2014, 27,90 €, ISBN 978-3-86488-060-5

### Varia

- nestor Handbuch Eine kleine Enzyklopädie der digitalen Langzeitarchivierung 2009, 24,90 €, ISBN 978-3-940317-48-3
- Langzeitarchivierung von Forschungsdaten Eine Bestandsaufnahme 2012, 29,90 €, ISBN 978-3-86488-008-7
- H. Neuroth/N. Lossau/A. Rapp (Hg.): Evolution der Informationsinfrastruktur Kooperation zwischen Bibliothek und Wissenschaft 2013, 24,90 €, 978-3-86488-043-8
- C. Busch/T. Schildhauer (Hg.): Digital-experimentelle Lernkulturen und Innovationen Texte und Aufsätze 2014, 27,50 €, ISBN 978-3-86488-059-9
- H. Neuroth/A. Rapp/S. Söring (Hg.): TextGrid: Von der Community – für die Community Eine Virtuelle Forschungsumgebung für die Geisteswissenschaften 2015, 27,50 €, ISBN 978-3-86488-077-3
- weitere Schriftenreihen des vwh-Verlages (s. [www.vwh-verlag.de](http://www.vwh-verlag.de)):*

- **E-Business**
- **E-Collaboration**
- **E-Humanities**
- **TypoDruck**
- **Medientheorie**
- **E-Learning**
- **Web 2.0**
- **Game Studies**
- **Medienwirtschaft**
- **Kleine Schriften**
- **Schriften des Innovators Club**
- **Informationswissenschaft**

**vwh** Aktuelle Ankündigungen, Inhaltsverzeichnisse und Rezensionen finden sie im vwh-Blog unter [www.vwh-verlag.de](http://www.vwh-verlag.de).

Das komplette Verlagsprogramm mit Buchbeschreibungen sowie eine direkte Bestellmöglichkeit im vwh-Shop finden Sie unter [www.vwh-verlag-shop.de](http://www.vwh-verlag-shop.de).