



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University



Tagungsband wvk. 2014

Informatik angepasst an Mensch und Organisation

Fakultät Informatik

Master Medien- und Kommunikationsinformatik

Wissenschaftliche Vertiefung

Wintersemester 2014/ 2015

Hochschule Reutlingen
Alteburgstraße 150
72762 Reutlingen

www.reutlingen-university.de

Impressum

Anschrift:

Hochschule Reutlingen
Reutlingen University
Fakultät Informatik
Medien- und Kommunikationsinformatik
Alteburgstraße 150
D-72762 Reutlingen

Telefon: +49 7121 / 271-4002

Telefax: +49 7121 / 271-4042

Internet: <http://www.reutlingen-university.de>

Organisationskomitee:

Prof. Dr. Gabriela Tullius, Hochschule Reutlingen
Prof. Dr. Natividad Martínez, Hochschule Reutlingen
Prof. Dr. Uwe Kloos, Hochschule Reutlingen

Daniel Diers
Elena Fink
Ben Heimerdinger
Benjamin Kaplan
Kevser Rauhöft
Florian Seckinger



Hochschule Reutlingen
Reutlingen University

Copyright: © Hochschule Reutlingen, Reutlingen 2014
Herstellung und Verlag: Hochschule Reutlingen

Vorwort

Der vorliegende Tagungsband enthält eine Zusammenstellung von Arbeiten, die Studierende des Masterstudiengangs Medien- und Kommunikationsinformatik an der Hochschule Reutlingen im Wintersemester 2014/ 15 angefertigt haben.

Im Rahmen der Lehrveranstaltung "Wissenschaftliche Vertiefung" bearbeitet jeder Studierende ein selbstgewähltes Themengebiet. Dies kann entweder an einer Hochschule oder in einem Unternehmen im In- und Ausland durchgeführt werden.

Die aufbereiteten Ergebnisse der Vertiefungsarbeiten werden von den Studierenden am 19.11.2014 an der Hochschule Reutlingen im Rahmen einer Konferenz zur wissenschaftlichen Vertiefung präsentiert. Mit der Plattform Posterpräsentation geben die Studierenden den Besuchern die Möglichkeit, einen Einblick in ihre Arbeit zu erhalten und mit ihnen ins Gespräch zu kommen.

Die diesjährige Herbstkonferenz steht unter dem Thema "Informatik angepasst an Mensch und Organisation." Die Beiträge dazu decken ein breites Spektrum an Themenfeldern ab und reichen von menschlichen Avataren bzw. digitalen Menschmodellen in virtuellen Umgebungen, über Zugriffskonzepte von Datenbankanwendungen, bis zu Prozessvisualisierungen im perioperativen Bereich.

Für den Verlauf der Konferenz wünschen wir Ihnen spannende Einblicke in die vorgestellten Themen und anregende Gespräche und Diskussionen darüber.

Prof. Dr. Gabriela Tullius

Inhaltsverzeichnis

ERSTELLUNG EINER VR-ANWENDUNG ZUR MANIPULATION RÄUMLICHER WAHRNEHMUNG UND SOZIALEN ASPEKTEN (DIERS, DANIEL)	1
PROZESSVISUALISIERUNG IM PERIOPERATIVEN BEREICH (FINK, ELENA)	9
ENTWICKLUNG UND UMSETZUNG EINES ROLLENKONZEPTS ZUR RECHTEVERWALTUNG IN DATENBANKEN (HEIMERDINGER, BEN)	20
ANWENDUNG DES BOSCH UX PROZESSES BEI DER ENTWICKLUNG EINES PERSONALISIERTEN, SITUATIONSADAPTIVEN INTERAKTIONSKONZEPTS (KAPLAN, BENJAMIN)	27
MANAGING IT PROJECTS COURSEWORK - CHESS APPLICATION (RAUHÖFT, KEYSER)	34
MENSCHMODELLE: STATE OF THE ART UND SKIZZIERUNG EINES IDEALSYSTEMS (SECKINGER, FLORIAN)	40

Erstellung einer VR-Anwendung zur Manipulation räumlicher Wahrnehmung und sozialen Aspekten

Daniel Diers
Max-Planck-Institut
für biologische Kybernetik

Daniel.Diers@Student.Reutlingen-University.de

ABSTRACT

Versuchspersonen berichten häufig über sozialen Druck und Unwohlsein, wenn sie sich in einer beengten virtuellen Umgebung befinden, in der auch menschliche Avatare vorhanden sind. Im Rahmen der wissenschaftlichen Vertiefung wurde eine Anwendung erstellt, die dieses Gefühl hervorrufen kann. Zu diesem Zweck wurde ein Flugzeugmodell verwendet und mit Avataren befüllt. Außerdem wurden Möglichkeiten eingebaut, die räumliche Wahrnehmung der Versuchspersonen zu manipulieren.

Kategorien

Human Factors, Design, Performance, Experimentation

Schlüsselwörter

Virtuelle Realität, Immersion, Raumwahrnehmung, Modellierung, Game Engines, Avatare

1. EINLEITUNG

Das VR-Hyperspace-Projekt ist ein EU-weites Projekt [1], in dem verschiedene Methoden untersucht werden sollen, Reisen in Flugzeugen für Passagiere angenehmer zu gestalten. Am Max-Planck-Institut Tübingen konzentrierten sich die Forschungen auf den Einsatz von VR an Bord von Flugzeugen. Die Vertiefung passt ins Themengebiet und könnte daher verwendet werden, um einen Flugzeugkontext herzustellen, in dem andere Versuche im VR-Hyperspace-Umfeld durchgeführt werden können.

2. UMSETZUNG

Aufgrund der hohen Verbreitung am Max-Planck-Institut und der Unterstützung zur möglichen Integration verschiedener Systeme wie des Vicon-Positionstrackers, wurde das Projekt in der Unity-Gameengine umgesetzt. Programmiert wurde in C#, als IDE wurde die in Unity integrierte Mono-Programmierungsumgebung verwendet.

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. rer. nat. Gabriela Tullius
Hochschule Reutlingen
Gabriela.Tullius@Reutlingen-University.de

Betreuer Firma: Ivelina Piryankova
Max-Planck-Institut für biologische Kybernetik
ivelina.alexandrova@tuebingen.mpg.de

Herbstkonferenz 2014
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz
19. November 2014, Hochschule Reutlingen
Copyright 2014 Daniel Diers

2.1 Zielsetzungen

2.1.1 Zielplattform

Als Zielplattform der Anwendung wurde ein Setup mit einer Oculus Rift ausgewählt, das im Trackinglab des MPI Tübingen verwendet werden sollte. Das Trackinglab ist ein großer Raum, der mit einem Vicon-Infrarot-Trackingsystem ausgerüstet ist. Aus diesem Grund war es zwingend notwendig, dass das gesamte Modell in Originalgröße in das Trackinglab hineinpasst. Außerdem sollte die Anwendung trotzdem noch kompatibel mit einer Oculus Rift DK1 sein, die lokal an den eigenen PC angeschlossen ist und ausschließlich mit den eingebauten Beschleunigungssensoren funktionieren.

Aus diesem Grund sollte sowohl eine Verwendung für Experimente mit genau bestimmbareren Konditionen als auch ein schneller startbarer „Demomodus“ verfügbar sein, der eine kurze Startzeit mit schneller Umschaltung zwischen verschiedenen Bedingungen bietet.

Im Rahmen der Verwendung für Experimente sollte ebenfalls eine Parametrisierung der Simulation über Textdateien ermöglicht werden.

2.1.2 Bildrate

Eine harte Voraussetzung für Immersion in VR ist eine hohe Framerate. Da das Projekt für das Oculus Rift DK1 umgesetzt wurde, war eine Bildrate von 60 Hertz bei einer Auflösung von 720x1280 Pixeln vorgegeben. Die Zielplattform hierfür war der im Trackinglab vorhandene Experimentier-PC. Mit Blick auf das DK2 mit Full-HD-Auflösung sollte auch eine flüssige Wiedergabe mit einer Auflösung von 1920x1080 möglich sein. Dies galt für die zum Testzeitpunkt im Trackinglab des MPI vorhandene Testhardware.

2.1.3 Belebung

Das Flugzeug sollte mit Avataren gefüllt werden, um ein soziales Umfeld zu schaffen. Um die Belebung zu intensivieren, sollten Ereignisse wie aufstehende, sich setzende oder im Gang durch das Level laufende Avatare eingebaut werden.

2.2 Modellierung

Als Ausgangspunkt diente ein bereits vorhandenes Modell eines Flugzeuges. Dieses besteht aus einer halben Sitzreihe mit dreieinhalb Stühlen. Es wurde optimiert, um die Geschwindigkeit der Darstellung zu verbessern. Hierbei wurde die Polygonanzahl manuell um über 50% reduziert. Da das Flugzeug im

Einsatzszenario mit Avataren gefüllt sein sollte, musste ebenfalls eine Standardgröße für die zu erstellende Umgebung gewählt werden. Da das vorhandene Modell aus 3,5 Stühlen besteht, kann mit zwei gespiegelten Modellen eine Breite von 7 Stühlen erreicht werden, mit 5 Reihen gibt es insgesamt 35 Sitzplätze. Diese Größe wurde gewählt, weil das gesamte Modell so noch gut ins Trackinglab des MPI passt. Um Verhalten von aufstehenden oder durchlaufenden Avataren simulieren zu können, wurden in die Vor- und Rückwände mit Vorhängen abgehängte Durchgänge eingebaut.



Abbildung 1: Das Flugzeugmodell

Zusätzlich wurde außerhalb des Flugzeugmodells eine Kugel mit Wolkentextur eingefügt. Diese Textur wurde mit einer langsamen, von der Vorderseite des Flugzeuges ausgingen Scrollbewegung ausgestattet, sodass der Eindruck eines sich bewegenden Wolkenhimmels entsteht.

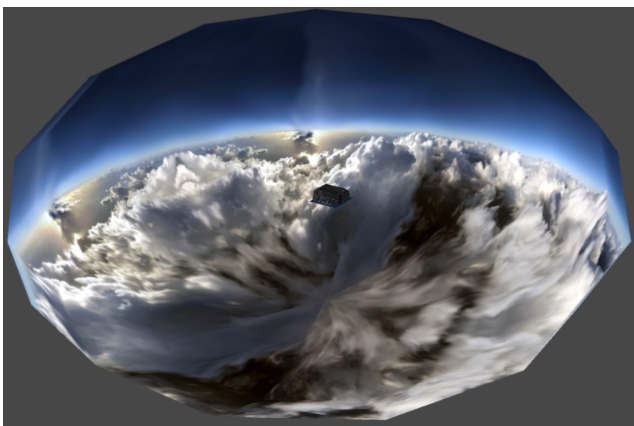


Abbildung 2: Das gesamte Modell mit der Himmelskugel

2.2.1 Abstandsregelung

In Flugzeugen gibt es je nach Preisklasse und Flugzeug unterschiedliche Sitzabstände. Diese Tatsache bietet eine gute Möglichkeit, in einer VR-Umgebung ein Gefühl der Enge zu erzeugen, sodass der Eindruck entsteht, mit den Avataren auf engem Raum zusammen zu sein.

Daher wurde eine Möglichkeit integriert, den Sitzabstand des Flugzeuges fließend zu ändern. Dies warf primär im Trackinglab Probleme auf, da der Anwender hier nicht daran gehindert wird, seine Position zu ändern. Wird hier mehrmals die Skalierung verändert während sich die Position der Testperson und somit der Punkt, von dem aus skaliert wird, bewegt, können Situationen erzeugt werden in denen das Flugzeugmodell aus dem physischen

Bereich des Trackinglabs herausbewegt. Da die Genauigkeit des Vicon-Trackingsystems bereits zu den Wänden des Trackinglabs hin deutlich abnimmt, ist eine möglichst zentrale Positionierung des Modells umso wichtiger. Aus diesem Grund wurde eine Resetfunktion eingebaut, die das Modell wieder mit der Standardskalierung auf die Ausgangsposition zurückbringt.

Beim Auslösen eines Skalierungsbefehls wird die Position der Oculus Rift erfasst und ausgehend von der nächstgelegenen Sitzreihe das Flugzeugmodell skaliert. Dies hat die Auswirkung, dass das Gefühl entsteht, das Flugzeug wachse um den Anwender herum, während seine Sitzreihe relativ zu ihm an derselben Position verbleibt. Die Sitzreihen selbst werden hingegen nicht skaliert, da extrem lange Sitze unrealistisch aussehen und die Avatare sonst nicht mehr hineinpassen würden.

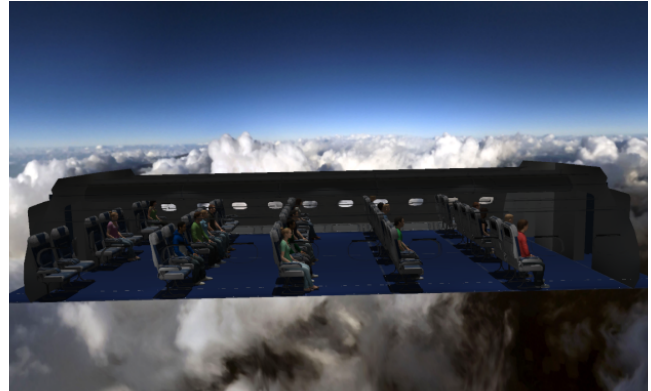


Abbildung 3: Flugzeug mit sehr großem Sitzreihenabstand



Abbildung 4: Flugzeug mit sehr kleinem Sitzreihenabstand

Da die Animationen der Avatare sehr generisch sind und insbesondere die Aufsteh- und Setzanimationen nicht an das notwendige „Herausquetschen“ bei engem Sitzabstand angepasst sind, wurde die Aufsteh- und Setzfunktionalität der Avatare bei nicht standardmäßigem Sitzabstand deaktiviert.

2.3 Avatare

Ein Kernpunkt der Arbeit ist der soziale Aspekt des Zusammensins mit Avataren auf beengtem Raum. Aufgrund der Zielsetzung, ein vielseitig verwendbares Programm zu erzeugen, wurde eine Möglichkeit, Avatare dynamisch zu erzeugen, eingebaut.

Das Flugzeugmodell besteht aus fünf Sitzreihen mit je sieben Sitzen, diese können mit einem Knopfdruck mit einer zufälligen Auswahl von Avataren bestückt werden, wobei sowohl eine

Bestückung mit einer Auswahl Avatare im Businessdress als auch eine Bestückung mit Avataren in Alltagskleidung möglich ist, dies ermöglicht verschiedene soziale Szenarien. Via Inputfile ist ebenfalls eine exakte Bestückung nach Wunsch mit bestimmten Avataren möglich.



Abbildung 5: Flugzeugmodell, komplett mit Avataren gefüllt

Insgesamt wurden 10 männliche und 10 weibliche Avatarmodelle verwendet, die jeweils zwei Texturoptionen besitzen. Es gibt also 40 verschiedene Avatarmodelle. Hiervon ist in etwa die Hälfte mit Businesskleidung versehen, die andere Hälfte ist in Alltagskleidung modelliert.

Diese Unterscheidung wurde getroffen, da die Möglichkeit besteht, sozialen Druck auf Versuchspersonen auszuüben, abhängig von der Bekleidung der Avatare in der beengten Umgebung. Dass Bekleidung psychologische Effekte haben kann, wurde beispielsweise in [2] untersucht.

Die verwendeten Avatare wurden von der Firma Rocketbox entwickelt und verfügen über viele vorgefertigte Animationen.



Abbildung 6: Einer der verwendeten Rocketbox-Avatare

Zwecks der Belebung der virtuellen Umgebung sollten die Avatare mindestens eine Ruheanimation im Sitzen abspielen, ebenfalls jedoch aufstehen und weglaufen oder sich wieder hinsetzen können. Aufgrund der großen Anzahl und Vielfalt der vorhandenen Animationen waren die nötigen Animationen zur Umsetzung dieses Verhaltens bereits vorhanden, sodass durch Aneinanderreihen verschiedener Animationen die Verhaltensweisen simuliert werden könnten.

Unity stellt hierfür zwei Animationssysteme zur Verfügung.

2.3.1 Legacy-Animationssystem

Das Legacy-System ist das alte, als veraltet angesehene Animationssystem in Unity. Es spielt einfach Animationen auf Modellen ab, welche Animationen abgespielt werden sollen und ab welcher Position, kann vom Code aus beeinflusst werden. So wurde beispielsweise durch Aneinanderreihung einer Aufsteh-, Dreh- und Loslaufanimation der Eindruck eines komplexen Aufstehverhaltens erzeugt.

Die Animationen sind jedoch nicht perfekt auf exakte Gradzahlen ausgerichtet, die spiegelverkehrten Ausführungen der Aufstehanimationen haben zudem eine unterschiedliche Dauer. Außerdem muss am Ende einer Animation die Position des eigentlichen Objektes an die Position des Avatarmodells angepasst werden. Dies ist nötig, sofern sich das Avatarmodell während der Animation relativ zum Pivot des Objektes bewegt, da in diesem Fall das eigentliche Objekt und dessen Pivot an der ursprünglichen Position verbleibt, während die Objektgeometrie durch die Animation bewegt wird. Üblicherweise wird dieses Problem durch Animationen umgangen, bei denen der animierte Charakter sozusagen auf der Stelle läuft und die Bewegung durch den Raum unabhängig zur Animation durch eine Verschiebung des Objektes erreicht wird. Dies war aufgrund der Beschaffenheit der Rocketbox-Animationen hier nicht möglich, da zwar entsprechende Animationen ohne Pivotverschiebung für das Laufen mitgeliefert waren, nicht jedoch für die Aufsteh- und Hinsetzanimationen. Dies führt zu einem enorm hohen Aufwand, da die exakten Start- und Endpositionen jeder Animation extra verwaltet und für nahtloses Aneinanderreihen extra abgerufen werden müssten.

Aufgrund der Tatsache, dass Versuchspersonen direkt neben den Avataren sitzen und sie daher mehr Platz im Sichtfeld der Versuchsperson einnehmen, wird den Hinsetz- und Aufstehanimationen außerdem erhöhte Aufmerksamkeit entgegengebracht, weswegen dort unsaubere Animationsübergänge besonders auffallen würden.

Ein weiteres Problem mit dem Legacy-Animationssystem zeigt sich, wenn mehrere Animationen mit integrierten Positionsverschiebungen des Modells aneinandergereiht werden sollen.

Soll im direkten Anschluss ans Ende einer solchen Animation eine weitere Animation abgespielt werden, muss das Objekt im selben Moment an die Endposition der ersten Animation verschoben werden, in dem die zweite Animation beginnt. Nur so kann ein nahtloser Eindruck erzeugt werden. Dies erwies sich als nicht praktikabel, da die Verschiebung des Objektes und der Wechsel von der alten auf die neue Animation innerhalb der Engine nicht gleichzeitig erfolgte, somit kam es zu einem momentanen Sprung des Modells während genau einem Frame zwischen den beiden Animationen. Da dieser Grafikeffekt die Immersion massiv störte, wurde das Legacy-Animationssystem nicht weiter verwendet und auf das Mecanim-Animationssystem umgestiegen.

2.3.2 Mecanim-Animationssystem

Das neuere Mecanim-Animationssystem bietet einen eingebauten Zustandsautomaten und Möglichkeiten zum Vermischen verschiedener Animationen miteinander. Außerdem bietet es verschiedene Schnittstellen an, über die Animationen aus dem Code heraus beeinflusst werden können sowie verschiedene Möglichkeiten zur Beeinflussung des Modellpivots während des Abspielens, beispielsweise kann der Objektpivot an die Bewegung des Modells während einer Animation angehängt werden.

Dieses Feature erwies sich insbesondere im Umgang mit den Rocketboxanimationen als praktisch, etwa wird so beim Abspielen der Aufstehanimation die integrierte Rotation automatisch auf das Objekt angewendet, sodass die nächste Animation direkt nach dem Aufstehen nahtlos abgespielt werden kann.

Um die Rocketbox-Avatare mit dem Mecanim-System verwenden zu können, musste zunächst ein angepasstes Mecanimskelett angelegt werden, das den Avatarmodellen und den Animationen zugewiesen werden konnte. Das Standardmodell für Menschenskelette in Unity konnte hierfür nicht verwendet werden, da es sich in der Anzahl der Wirbelsäulenknochen von dem Skelett unterscheidet, das die Rocketbox-Animationen verwenden. Aus diesem Grund wurde ein eigenes Skelett definiert, das mit einem zusätzlichen Wirbelsäulenknochen ausgestattet ist, außerdem mussten kleinere Anpassungen bei den Gesichtsknochen vorgenommen werden.

Die Animationen der Rocketboxavatare unterscheiden sich jedoch für männliche und weibliche Avatare, sodass ein männliches und ein weibliches Skelett angelegt werden musste. Da der Zustandsautomat in Unity auf rohe Animationsdateien verweist, wurden hiermit zwei verschiedene Zustandsautomaten nötig, für jedes Geschlecht einer.

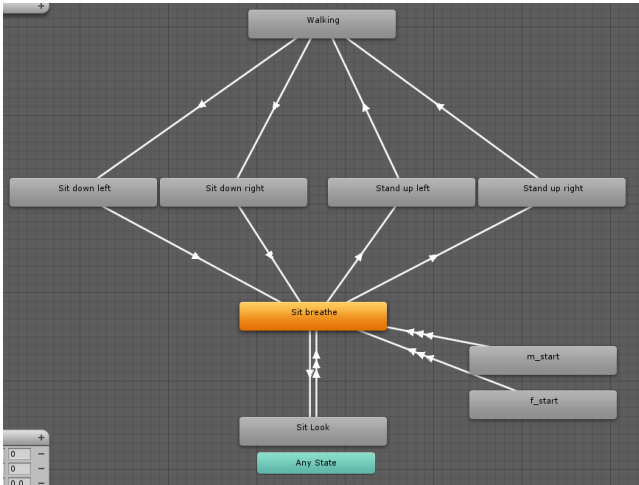


Abbildung 7: Der Zustandsautomat der Avatare

Zur Erhöhung der Wartbarkeit des Animationssystems wurden als Zustände im Zustandsautomaten sog. Blend States eingesetzt. Diese können zwischen Animationen interpolieren anhand von Werten, die vom Code aus geändert werden können. Die einzige Stelle, an denen keine Blend States verwendet wurde, ist der Programmstart. Hier ist es nötig, die Sitzanimationen an zufälligen Positionen zu starten, um zu verhindern, dass sich alle Avatare synchron bewegen. Dies ist mit Blend States nicht möglich, daher wurden zwei Startanimationen angelegt.

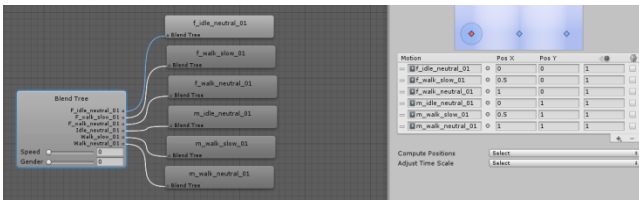


Abbildung 8: Der Blend State „Walking“

Dies wurde beispielsweise verwendet, um denselben Zustandsautomaten für männliche und weibliche Avatare zu

verwenden sowie für ein Abspielen verschiedener Laufanimationen, also eine schnelle, mittlere und langsame Laufanimation, abhängig von einer Laufgeschwindigkeitsvariablen. Dies erlaubt auch, diese verschiedenen Laufgeschwindigkeiten im selben Zustand des Zustandsautomaten anzusprechen und vereinfacht somit den Verwaltungsaufwand des Zustandsautomaten zusätzlich, weil die Anzahl der Übergänge und der nötigen Übergangsbedingungen reduziert wird.



Abbildung 9: Ein Avatar läuft durch die Kabine

Die Geschwindigkeitsvariable hat auch den Vorteil, dass sie dynamisch gesetzt wird und vom Abstand des Avatars zu seinem Zielpunkt abhängt. Dadurch kommt der Avatar automatisch auf dem Zielpunkt zum Stehen, weil die Variable an genau diesem Punkt null erreicht.

Die Problematik der ungenauen Winkel und ungleichen Strecken der Animationen wurde dahingehend gelöst, dass zusätzlich zum Zustandsautomaten ein grundlegender Animationscontroller für die Avatare programmiert wurde. Dieser verwaltet im Gegensatz zu den Animationen, die vom Zustandsautomaten verwaltet werden, die Zielkoordinaten dieser Animationen sowie die Variablen, die zu Zustandsänderungen im Zustandsautomaten führen. Die Wege, die die Avatare nehmen würden, waren bereits vorher bekannt, nämlich:

- Aufstehen
- Den Gang entlanglaufen
- Durch den Vorhang laufen
- Warten
- Wieder durch den Vorhang laufen
- Zurücklaufen
- Hinsetzen

Mit diesem Wissen konnten die zukünftigen Ziele der Avatare bereits am Anfang der Ereigniskette aufgereiht werden.

Für die Laufanimationen wurde zudem eine Funktionalität eingebaut, die den jeweiligen Zielpunkt durch Avatarrotation dynamisch ansteuern kann und somit die Abhängigkeit von exakten Winkeln der Animationen verringert. Beim Hinsetzen wurde ebenfalls eine Translation zur Ausgangsposition unter die Setz-Animation gelegt, um garantieren zu können, dass die Endposition des Avatars nach dem Hinsetzen exakt seiner ursprünglichen Ausgangsposition vor dem Aufstehen entspricht.



Abbildung 10: Zielpunkte der Avatare

In Abbildung 10 kann das Verhalten nachvollzogen werden:

Die rote Linie repräsentiert den direkten Weg des Avatars zum nächsten Ziel, die grüne Linie repräsentiert den Vorwärtsvektor des Avatars. Die blaue Linie repräsentiert das zuletzt erreichte Ziel des Avatars. Der Avatar rotiert so, dass die Richtung der grünen Linie mit der roten Linie übereinstimmt.

2.3.3 Selbstavatare

Ein Selbstavatar der Versuchsperson kann ein wichtiger Bestandteil einer VR-Anwendung sein. Die Effekte reichen von Erhöhung der Immersion [3] bis zur Verbesserung von Entfernungsabschätzungen [4]. Aus diesen Gründen wurde eine Integration von Selbstavataren in die Anwendung angestrebt.

Da der Hauptanwendungsfall der Anwendung, ebenso wie auch in einem echten Flugzeug, im einfachen Sitzen auf einem Sitzplatz besteht, kann der Anwender die sitzenden Avatare als Selbstavatare zu verwenden indem er sich auf einen Platz setzt, an dem bereits ein Avatar sitzt. Durch die Überlappung entsteht dann der Eindruck eines Selbstavatars. Bei der Umsetzung für die lokale Rift ist ein Sitzwechsel nur auf Sitze möglich, auf denen sich bereits Avatare befinden. Diese werden dann auch in ihren Animationen pausiert, solange sich die Kamera am selben Platz befindet, um irritierende Effekte zu vermindern, die bei Bewegung des wahrgenommenen eigenen Körpers ohne eigenes Zutun auftreten könnten.

Da sich die Kamera in diesem Fall im Kopf des Avatars befindet, kann es zu schwebenden Geometrieartefakten kommen, also Teile des Kopfmodells, die auch von innerhalb sichtbar sind und sich in extremer Nähe der Kamera befinden. Um dies zu verhindern, wurde die Near Clipping Plane der Kamera auf etwa 20 cm hochgesetzt, dies sorgt dafür, dass die Kopfgeometrie ausgeblendet wird da sie sich zu nah an der Kamera befindet.

2.4 MiddleVR

Die Anwendung verwendet MiddleVR, um die Oculus Rift an Unity anzubinden. MiddleVR ist eine VR-Middleware, die den Vorteil hat, dass durch Einlesen verschiedener Konfigurationsdateien mehrere Versuchsaufbauten unterstützt werden können. So wurde das Projekt entworfen um sowohl an einem einzelnen PC mit direkt angeschlossener Oculus Rift DK1 als auch im Trackinglab des MPI unter Verwendung des optischen Vicon-Trackingsystems zu funktionieren.

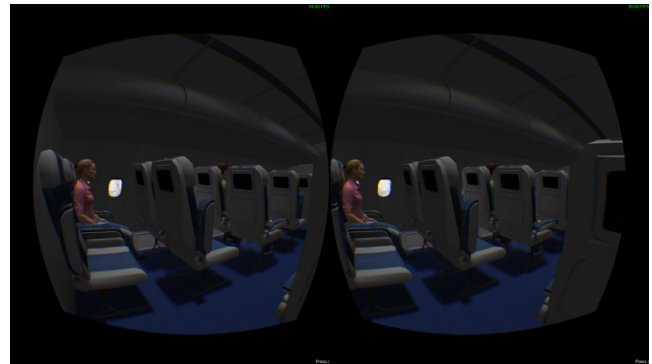


Abbildung 11: Blick ins Flugzeug durch das Oculus Rift

Da es zwei beabsichtigte Verwendungsmodi gibt, musste eine Möglichkeit eingebunden werden, das Programm mit verschiedenen Konfigurationsdateien zu starten. Hierfür wurden einfache Batchdateien geschrieben, die das Programm starten und das MiddleVR-Plugin mit der jeweiligen Konfigurationsdatei versorgen. Dieses bietet hierfür eine Funktionalität, um die zu ladende Batchdatei über die Kommandozeile zu bestimmen. Im Programm wird anschließend die Funktionalität an die verwendete Konfigurationsdatei angepasst, so werden beispielsweise bei Verwendung des Vicon-Trackingsystems die Werte der Neigungssensoren des Oculus Rift ignoriert und durch die Vicondaten ersetzt. Aufgrund der Tatsache, dass das Vicon-Trackingsystem neben den Rotationsinformationen auch Positionsdaten zur Verfügung stellt, musste eine Unterstützung für diese verschiedenen Eingabeformate auch programmseitig implementiert werden.

Für die Verwendung im Trackinglab wurde das kabellose Oculus-Rift-Setup des MPI verwendet, das mit kabellosen HDMI-Sendern und -Receivern sowie einem Batterierucksack arbeitet. Dieser Rucksack behindert die Versuchspersonen zwar beim Hinsetzen auf einen im Trackinglab angebrachten Stuhl, ist jedoch platzsparender als ein Setup mit einem kompletten Notebook, das sonst im Rucksack transportiert werden müsste.

Ein wichtiger Aspekt in VR ist die Augenhöhe der Versuchsperson. Wie in [5] beschrieben, hat die Augenhöhe zentrale Bedeutung für die Größenwahrnehmung der gesamten Umgebung. Da die Versuchspersonen auf einem echten Stuhl sitzen, während sie sich in der virtuellen Umgebung in einem Flugzeugsitz sehen, müssen die Höhen dieser Stühle übereinstimmen. Die vorhandenen Stühle waren jedoch zu niedrig, sodass sich Versuchspersonen im Vergleich zu benachbarten Avataren zu klein vorkamen. Die Höhe der virtuellen Stühle konnte nicht geändert werden, da die Sitzanimationen der Avatare dieselbe fixe Sitzhöhe aufwiesen. Aus diesem Grund wurde eine veränderbare Augenhöhe eingebaut, die über Tastendruck in Zentimeterschritten angepasst werden kann.

Aufgrund der hohen Anzahl verfügbarer Tasteneingaben wurde außerdem noch die Funktion eingebaut, alle verfügbaren Tastenbefehle und Erklärungen zu ihren Funktionen mit Druck auf die i-Taste anzeigen zu lassen. Ein Hinweis hierauf wurde so ins Bild gesetzt, dass er zwar auf dem Bildschirm der Oculus Rift auftaucht, für die Versuchsperson aber nicht sichtbar ist weil er außerhalb des sichtbaren Bereichs liegt.

2.5 Interaktive Medien

Im Rahmen des VR Hyperspace Projektes sollte die Einbindung interaktiver Medien an Bord von Flugzeugen untersucht werden.

Insbesondere die Möglichkeit, den Sitzabstand dynamisch zu verändern, lässt sich in Studien zu Platzangst o.Ä. einsetzen. Daher wurde die Möglichkeit der Sitzabstandsveränderung so implementiert, dass die Abstände dynamisch auch zur Laufzeit verändert werden können. Hierbei kann die jeweilige Taste gedrückt gehalten werden, während sich der Sitzabstand vergrößert oder verkleinert.

Außerdem wurde eine Reihe von Bildschirmen in das Modell eingebaut, deren Grundidee von einem Versuchsaufbau des Fraunhofer Instituts [5], (mehr?) übernommen wurde, der eine Sitzreihe komplett mit Monitoren bestückte. Im Gegensatz zum physischen Ansatz des Fraunhofer Instituts sollte hier versucht werden, denselben Effekt über ein rein virtuelles Modell zu erzielen.

Aufgrund der Tatsache, dass sich eine Versuchsperson frei im Flugzeugmodell bewegen kann, wurden die Monitorflächen in den Boden sowie in die Hinterseite aller Sitze eingefügt, außerdem in die Vorderwand.

Es wurden zwei Anzeigemöglichkeiten implementiert, entweder zeigen die Bildschirme aller Sitze die gewählte Szene an, oder die Position der Versuchsperson wird verwendet um dynamisch nur die Bildschirme an der aktuellen Position der Person zu aktivieren. Die Modi der Bildschirme am Boden und an den Sitzen lassen sich hierbei separat durchschalten.

Um eine dreidimensionale Projektion zu ermöglichen, wurde als Umsetzung eine sog. Depth Mask gewählt. Dies ist ein spezieller Shader, der selbst durchsichtig ist, aber eine von Hand gesetzte Position im Renderqueue aufweist. Die Position wurde hierbei auf den Wert „Geometry-10“ gesetzt. „Geometry“ ist hierbei die Position, an der die übrige Geometrie gerendert wird, intern in der Unity-Engine besitzt sie den Wert 2000.[6] Dadurch überdecken mit diesem Shader gerenderte Objekte zwar andere Geometrieobjekte die sich hinter ihnen befinden, sind jedoch selbst durchsichtig.

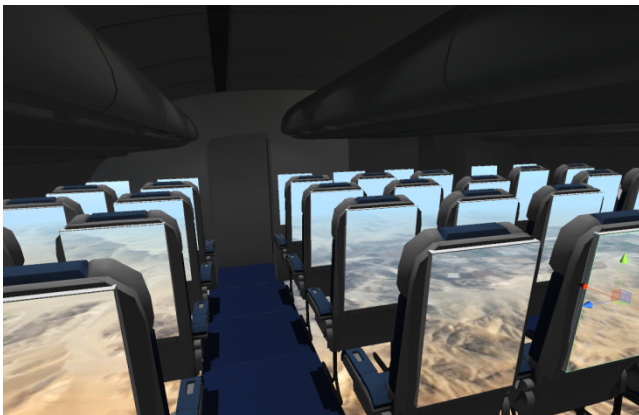


Abbildung 12: Alle Bildschirme sind aktiviert

Um durch die Bildschirme Inhalte sehen zu können, wurden weitere Shader geschrieben, die ebenfalls geänderte Positionen im Renderqueue aufweisen. Die Position dieser Shader wurde auf „Geometry-11“ gesetzt. Dies sorgt dafür, dass sie zwar von normalen Objekten überdeckt werden, jedoch trotzdem durch die „Löcher“ sichtbar sind, die durch die Depth Mask-Objekte in der Geometrie vorhanden sind.

Dementsprechend sind die durch die Monitore sichtbaren Objekte auch als Geometrie außerhalb des Flugzeuges in der virtuellen Welt vorhanden, das Hauptproblem dieses Lösungsansatzes ist daher die Tatsache, dass durch die Bildschirme nur Szenarien

dargestellt werden können die weit entfernt sind. Wären Objekte nahe am Flugzeug, könnte man sie nicht nur durch die Bildschirme sehen, sondern auch an diesen vorbei, etwa durch die Flugzeugfenster oder im Flugzeuginnenraum. Die in der Anwendung eingebauten Umgebungen sind daher alle weiter vom Flugzeug entfernt als die Kugel mit Wolkentextur, die aus den Flugzeugfenstern sichtbar ist.

Der Ansatz, echte Objekte zu verwenden, wurde gewählt, da eine unkomplizierte Integration der dargestellten Objekte mit der Oculus Rift einfach möglich war. Eine Alternative wäre der Einsatz von Texturen als Bildschirme gewesen, in die dynamisch der Bildschirminhalt gerendert worden wäre. Dies wurde nicht verfolgt, da dieselbe Textur für jedes Auge separat erstellt werden müsste um einen Stereoeffekt zu erzielen, außerdem wären zusätzliche Kameras nötig gewesen, durch die der Inhalt dieser Texturen bestimmt worden wäre. Da beim Einsatz einer Depth Mask die dargestellten Objekte tatsächlich als Geometrie an der Position vorhanden sind, an der sie sichtbar sind, ist für eine Stereodarstellung dieser Objekte kein Mehraufwand erforderlich, solange deren Shader umgeschrieben wird sodass sie durch die Depth Masks sichtbar sind.

2.6 Virtuelle Umgebungen

Als virtuelle Umgebungen, die durch die Bildschirme sichtbar sind, wurden fünf verschiedene Umgebungen erstellt, auf die im Folgenden eingegangen werden soll.

Die Umgebungen sind bereits im Kontext des virtuellen Flugzeuges offensichtlich nicht real. Dies erkennt die Versuchsperson einerseits daran, dass der Außenhimmel durch die Fenster des Flugzeuges sichtbar ist und die durch die Bildschirme sichtbare Welt außerhalb des Flugzeuges nicht existiert, andererseits durch die Abgrenzung über die Bildschirmränder, die die Bildfläche einrahmen. Außerdem erzeugt die Tatsache, dass die in den Bildschirmen dargestellten Objekte weiter vom Betrachter entfernt sind als die Sitzreihen die von ihnen überdeckt werden, den Eindruck, dass es sich nicht um einfache Löcher handeln kann sondern eine Art Bildschirm vorhanden sein muss.

Für jede dieser Umgebungen wurde außerdem eine kurze Bewegung implementiert, die eine Verschiebung des virtuellen Horizonts beinhaltet. Dies wurde gemacht, weil die Wichtigkeit eines virtuellen Horizonts beispielsweise für Entfernungseinschätzungen bereits bewiesen wurde.[7] Diese Bewegungen lassen sich für alle Welten über den Druck derselben Taste auslösen.

Aufgrund der Tatsache, dass die standardmäßig in Unity integrierte Skybox in der verwendeten Version 4.3.1 nicht Oculus-Rift-tauglich ist, wurde zu jeder Welt eine Innenkugel mit einer Himmeltextrur eingebaut. Die weiter innen liegende Himmelskugel um das Flugzeugmodell herum wurde außerdem verkleinert, um die Modelle der Umgebungen näher am Flugzeug zu erlauben, ohne dass diese aus dem Flugfenster gesehen werden können.

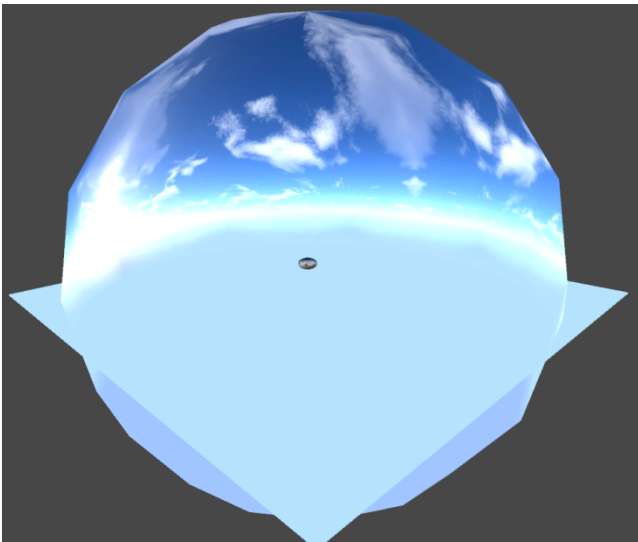


Abbildung 13: Das Flugzeug und der Außenhimmel in der Mitte, die virtuelle Welt befindet sich außerhalb.

Im Folgenden werden die implementierten Welten kurz vorgestellt.

2.6.1 Wüstenboden

Die erste umgesetzte Umgebung ist die eines einfachen Wüstenbodens, der sich unter dem Flugzeug wegbewegt. Dieser Boden ist eine einfache Textur, die mittels eines Texturoffsets bewegt wird und ist auf eine einfache Ebene gelegt. Die Shader wurden extra geschrieben, damit sie durch die Depth Masks sichtbar sind, jedoch wurde im Shader des Himmels der hellblaue Entfernungnebel deaktiviert, in dem des Bodens jedoch nicht. Dies hat den Effekt, dass der Boden in der Entfernung scheinbar nahtlos in den Himmel übergeht.

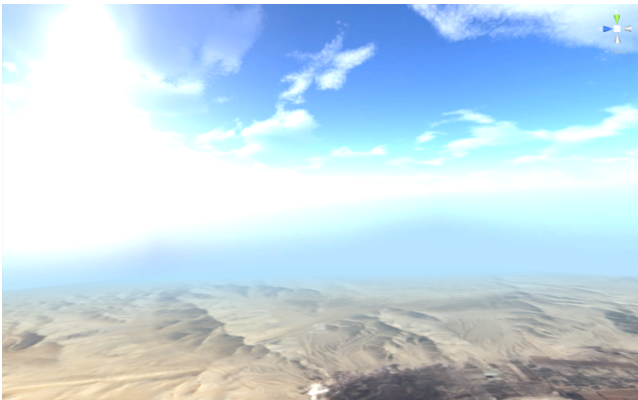


Abbildung 14: Die Wüstenumgebung

Die eingebaute Aktion erinnert an einen Flugzeugabsturz, der Boden kippt nach oben und kommt auf die Versuchsperson zu.

2.6.2 Gebirge

Die Gebirgsumgebung verwendet ein statisches Modell eines Gebirges, das sich nicht bewegt. Wie bei der ersten umgesetzten Umgebung geht die Farbe des Gebirges mit wachsender Entfernung in einen Blautönen über, die des Himmels jedoch nicht.

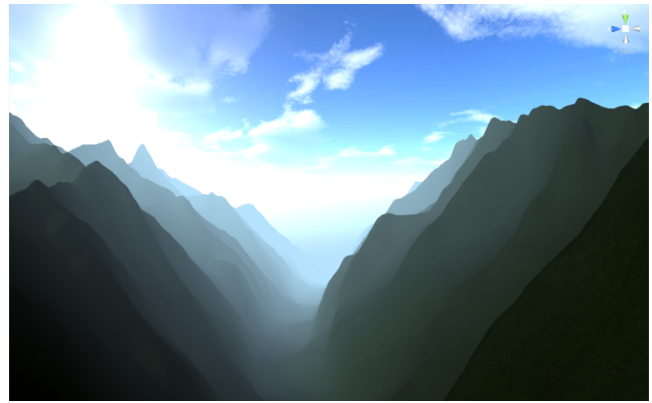


Abbildung 15: Die Gebirgsumgebung

Die eingebaute Aktion ist dieselbe wie bei der ersten Welt, die Umgebung kippt nach oben und die Versuchsperson hat das Gefühl, abzustürzen.

2.6.3 Jupiter

Die erste Weltraumumgebung verwendet ein Planetenszenario, um sehr große Größenunterschiede zu suggerieren. Das Flugzeugmodell erscheint in einem Asteroidengürtel, in der Entfernung sind der Planet Jupiter und ein Mond zu sehen.

Die Versuchsperson steht hier scheinbar still, während unter ihr die Asteroiden langsam vorbeiziehen.

Die eingebaute Aktion verursacht ein Kippen zur Seite.

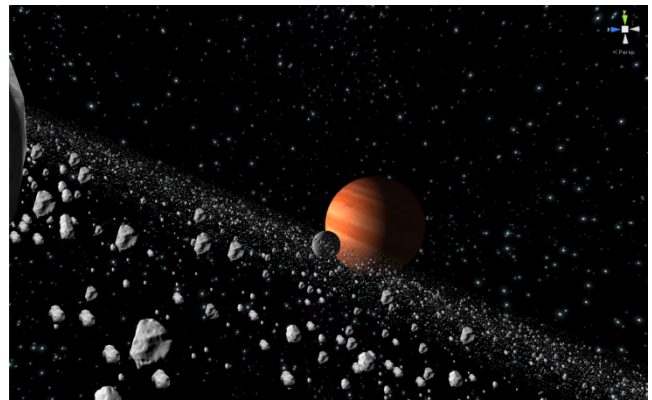


Abbildung 16: Die Jupiter-Umgebung

Die Asteroiden wurden in Unity als Partikeleffekte erzeugt. Aus Performancegründen wurden die hinteren Lagen der Asteroiden durch Bänder mit scrollenden Asteroidentexturen ersetzt, um die Partikelanzahl zu reduzieren.

Ähnlich den Unity-Skyboxen erwiesen sich die Partikeleffekte als wenig Oculus Rift-tauglich. Der Grund hierfür ist die Tatsache, dass bei Rotation des Kopfes auch die erzeugten Partikel scheinbar mitrotieren, da sie an der Oberkante des Bildschirms ausgerichtet werden. Aus diesem Grund musste die Darstellungsart der Partikel so umgestellt werden, dass sie relativ zu ihrem Erstellungspunkt ausgerichtet werden. Dies führt zwar zu einer extremen Verformung der Partikel nahe bei ihrem Erstellungs- und Zielpunkt, dies konnte jedoch mittels in den Weg platzierter Meteoritenmodelle kaschiert werden.

2.6.4 Straße

Als drittes Szenario wurde ein Straßenmodell eingebaut, auf dem der Betrachter scheinbar geradeaus bis in den Horizont fährt. Die

Straße ist hier das einzige Modell, das bis in die Skybox des Flugzeuges hineinreicht, sie kann jedoch wegen der Platzierung der Fenster nicht von der Versuchsperson gesehen werden.

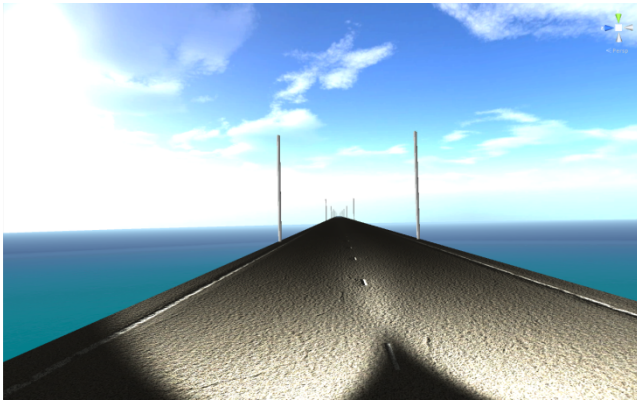


Abbildung 17: Die Straßenumgebung

Die Straße bewegt sich, wie die Wüstenumgebung, nicht wirklich, sondern die Bewegung entsteht nur scheinbar durch die Veränderung des Offsets der Straßentextur. Das einzige Problem hierbei verursachen die in regelmäßigen Abständen gesetzten Masten, die rechts und links der Straße stehen. Sie werden ruckartig nach hinten geschoben, bevor sie das Flugzeug erreichen, um die Illusion nicht zu zerstören.

Die in dieser Umgebung eingebaute Aktion sorgt für eine Rotation der Straße wie bei einer schlitternden Vollbremsung.

2.6.5 Schlucht im All

Die letzte eingebaute Umgebung ist eine Nachbildung des Todesstern-Grabens aus dem Film „Krieg der Sterne“. Im Grunde genommen handelt es sich um ein sehr großes Grabenmodell aus Metall, durch den die Versuchsperson sich extrem schnell bewegt.

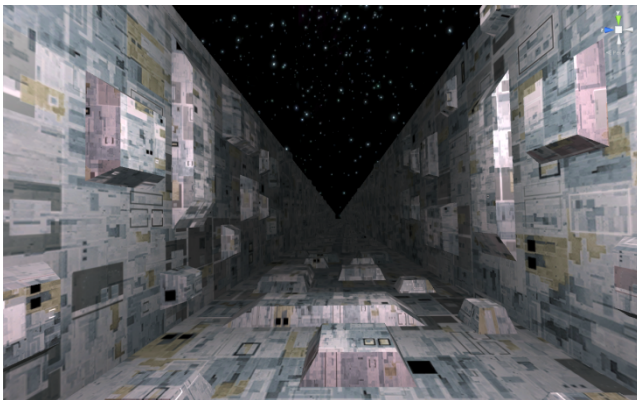


Abbildung 18: Die Schluchtenumgebung

Der Graben wiederholt sich scheinbar endlos, dies wurde durch das Aneinanderreihen von zwei gleichen Modellen erreicht. Erreichen beide Modelle einen vordefinierten Punkt, werden beide um die Länge eines Modells nach hinten verschoben, sodass die Verschiebung nicht auffällt und der Eindruck eines endlosen Modells entsteht.

Die in dieser Umgebung eingebaute Aktion sorgt für eine Drehung der gesamten Umgebung, während die Bewegung des Grabens weitergeht. Für den Betrachter hat dies denselben Effekt, als würde das Flugzeug einen Looping fliegen.

3. ERGEBNIS

Das Flugzugmodell wurde bereits in am MPI durchgeführten Experimenten verwendet und wird aktuell als Demo im MPI-Trackinglab eingesetzt. Außerdem wird es europaweit als Demo zum VR-Hyperspace-Projekt eingesetzt.

Das Ziel der Arbeit war es, eine Anwendung zu entwickeln die Demonstrationen zur Präsenz von Avataren in einem räumlich eingegrenzten Kontext mit einer Möglichkeit zur Manipulation der Raumwahrnehmung vereint. Die Anwendung sollte außerdem über mehrere Bedienungs- und Verwendungsmodi verfügen. Diese Ziele konnten erreicht werden.

4. LITERATUR

- [1] „VR Hyperspace Website,“ [Online]. Available: <http://www.vr-hyperspace.eu/>.
- [2] A. H. P. a. J. O. Vrij, „The influence of social pressure and black clothing on crime judgements.,“ *Psychology, Crime & Law*, Bd. 11, Nr. 3, pp. 265-274, 2005.
- [3] B. e. a. Lok, „Effects of handling real objects and self-avatar fidelity on cognitive task performance and sense of presence in virtual environments.,“ *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Bd. 12, Nr. 6, pp. 615-628, 2003.
- [4] B. J. e. a. Mohler, „The effect of viewing a self-avatar on distance judgments in an HMD-based virtual environment.,“ *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, Bd. 19, Nr. 3, pp. 230-242, 2010.
- [5] „Fraunhofer VR Hyperspace,“ [Online]. Available: <http://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/geschaeftsfelder/engineering-systeme/1287-testflug-in-der-glaesernen-flugkabine.html>.

Prozessvisualisierung im perioperativen Bereich

Elena Fink
Research Group
Computer Assisted Medicine (CaMed)
Hochschule Reutlingen
[Elena.Fink@Student.Reutlingen-
University.de](mailto:Elena.Fink@Student.Reutlingen-University.de)

ABSTRACT

Dieser Artikel betrachtet verschiedene Aspekte der Prozessvisualisierung im perioperativen Umfeld. Dazu werden allgemein die für eine Prozessmodellierung gängigen Notationen und Darstellungsformen beschrieben. Im Anschluss daran werden anhand eines Szenarios die für den perioperativen Bereich relevanten Anforderungen bezüglich räumlicher und personeller Gegebenheiten erfasst. Auf dieser Basis werden grundlegende nutzerspezifische Konzepte entwickelt für die Visualisierung der während der prä-, intra- und postoperativen Phasen ablaufenden Prozesse.

Kategorien

J.3 [Life and Medical Sciences]: Health – Medical information systems

Schlüsselwörter

Prozessvisualisierung, Operation, Prozesse, Geschäftsprozesse, OP, perioperativer Bereich, Business Process Visualization, Informationsvisualisierung, intraoperativ, Workflow

1. EINFÜHRUNG

In allen Bereichen von Wirtschaft und Forschung gibt es Bestrebungen, die in einem Unternehmen oder Betrieb ablaufenden Prozesse zu optimieren, um die Ausnutzung vorhandener Ressourcen zu verbessern mit dem Ziel der damit verbundenen Zeitersparnis und Erhöhung von Produktivität, Qualität und Wirtschaftlichkeit.

Dies gilt ganz besonders für den Gesundheitssektor und dabei vor allem dem klinischen Bereich mit seinen qualitativ hohen Anforderungen, den hochqualifizierten Arbeitskräften und der teuren technischen Ausstattung. Im besonders kostenintensiven OP-Bereich, der neben dem eigentlichen operativen Eingriff auch die prä- und postoperativen Phasen umfasst, müssen die Abläufe so organisiert werden und ineinander greifen, dass ein möglichst optimaler Ablauf gewährleistet wird ohne Leerlauf, Wartezeiten

oder zeitliche Überschneidungen. „Gerade der Patient als „Kunde“ [...] fordert eine bestmögliche medizinische Versorgung, die sich für ihn in effizienten Organisationsabläufen, kurzen Aufenthalten, verlässlichen OP-Terminen und geringen Wartezeiten äußert.“ [1, S.60]

1.1 Geschäftsprozesse

Der Begriff „Prozess“ bezeichnet im technischen Kontext die „Gesamtheit aufeinander einwirkender Vorgänge innerhalb eines Systems. So werden mittels Prozessen Materialien, Energien oder Informationen umgeformt, transportiert oder gespeichert.“ [2] Ein Prozess dient zur Wertschöpfung eines Unternehmens. Er wird gekennzeichnet durch einen klar definierten Anfangs- und Endpunkt und durch bestimmte In- und Outputs. Der Prozess bildet einzelne Arbeitsschritte ab, indem er zeitlich und logisch abfolgend konkrete Tätigkeiten oder Handlungen beschreibt. Vgl. [3, S.7]

1.2 Visualisierung

Durch Visualisierung werden Daten und Zusammenhänge sichtbar, d.h. visuell erfassbar, gemacht, indem sie grafisch dargestellt werden. Informationen können dadurch schneller und umfassender aufgenommen und verarbeitet werden.

Visualisierung kann sowohl zur Unterstützung der Vermittlung schwieriger Sachverhalte als auch zum Transport von Inhalten eingesetzt werden.

1.3 Prozessvisualisierung

Die Prozessvisualisierung bildet auf einer Benutzerschnittstelle betriebliche Prozessabläufe und ihre Relationen zueinander grafisch ab mit dem Ziel der Effizienzsteigerung. Dadurch ergeben sich für die Nutzer eine hohe Transparenz und Kenntnis der betrieblichen Vorgänge, eine Vermeidung unnötiger Arbeitsschritte und kurze Einarbeitungszeiten durch klar festgelegte und dokumentierte Arbeitsschritte. Dies alles führt zu einer Effizienzsteigerung.

2. ZIELE UND VORGEHENSWEISE

Ziel dieser Arbeit ist es, für die Abläufe im perioperativen Bereich einer Klinik ein Visualisierungskonzept zu entwerfen. Dazu werden anhand eines Szenarios (navigierte Wirbelsäulen-Operation) personenbezogene Aktivitäten abgebildet, um für alle Beteiligten Transparenz über die einzelnen Arbeitsschritte und deren Verbindungen untereinander zu schaffen. Als Voraussetzung für die Visualisierung muss eine Erfassung der beteiligten Personen, deren jeweilige Verantwortlichkeiten und Aktivitäten erfolgen. Danach muss eine genaue Abgrenzung und Gliederung der Aufgaben der einzelnen Beteiligten (Nutzer)

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. Oliver Burgert
Hochschule Reutlingen
Oliver.Burgert@Reutlingen-University.de

Herbstkonferenz 2014
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz
19. November 2014, Hochschule Reutlingen
Copyright 2014 Elena Fink

stattfinden. In Kapitel 3 werden allgemein gebräuchliche Prozessdarstellungen und deren Notationen aufgelistet und genauer betrachtet. Als Basis für die Umsetzung der Visualisierung werden in Kapitel 4 sowohl die grundlegenden räumlichen Bedingungen in einem OP-Saal als auch die Anforderungen der Nutzer erfasst. Kapitel 5 beschäftigt sich zum einen mit den Richtlinien für eine gelungene Visualisierung und zum anderen mit den konzipierten Entwürfen für eine Prozessvisualisierung im perioperativen Bereich. Zusammenfassend werden in Kapitel 6 verschiedene Erweiterungen aufgeführt und ein entsprechender Ausblick dieser Arbeit gegeben.

3. PROZESSMODELLIERUNG

Unter Prozessmodellierung versteht man den Ablauf, der als Ziel ein Prozessmodell hat. Ein Prozessmodell ist ein vereinfachtes Abbild der Realität, das nicht alle Aspekte eines Prozesses berücksichtigt, sondern nur diejenigen, die für den beabsichtigten Zweck relevant sind. Durch die Modellierung lassen sich die meist komplexen Zusammenhänge eines Geschäftsprozesses erfassen und dokumentieren. Der Geschäftsprozess kann in Teilprozesse, Schritte und Aktivitäten gegliedert werden. Dabei lässt sich durch die Reduktion auf relevante Merkmale eine hohe Transparenz der Abläufe für alle am Prozess Beteiligten erreichen.

Des Weiteren werden durch die Modellierung die Arbeitsabläufe standardisiert, was konkrete Auswirkungen für ein Unternehmen oder eine Organisation hat. So wird z.B. die Zusammenarbeit verschiedener Teams erleichtert, die durch die modellierten Prozessabläufe alle auf das gleiche Wissen zurückgreifen können. Beim Ausscheiden eines Mitarbeiters bleibt dessen Wissen für den Betrieb erhalten und für neue Mitarbeiter verkürzt sich die Einarbeitungszeit. Vgl. [4, S.47]

Die Verwendung standardisierter Modellierungsnotationen hilft dabei, Eindeutigkeit zu schaffen und Missverständnissen und Fehlern vorzubeugen. Daraus resultiert eine Sicherung und eventuell sogar Verbesserung der Qualität von Geschäftsprozessen. Vgl. [5]

3.1 Notationen

Für die Dokumentation und Modellierung von Geschäftsprozessen können unterschiedliche Notationen verwendet werden. „Eine Modellierungssprache besteht aus einer Menge von Symbolen sowie einer Syntax, die deren zulässige Anordnung beschreibt, und einer Semantik.“ [6, S.23]

Im Folgenden werden die gebräuchlichsten Notationen Überblickartig aufgeführt und ihre jeweiligen Vor- und Nachteile einander gegenüber gestellt.

3.1.1 EPK

Die „Ereignisgesteuerte Prozessketten“ gehört zu den Modellierungssprachen mit der größten Verbreitung im deutschsprachigen Raum, sie dient zur Darstellung von in Geschäftsprozessen stattfindenden Abläufen und Vorgängen.

Das Grundmodell umfasst Ereignisse, die Funktionen aktivieren und dadurch zu einer Änderung des Objektzustandes, dem Ergebnis, führen. Dieses Ergebnis kann wiederum ein Startereignis für eine weitere Funktion sein und damit einen neuen Prozessschritt aktivieren. Durch drei Verknüpfungsarten (AND/OR/XOR) werden diese Elemente in Beziehung zueinander gesetzt.

Zur Prozessverfeinerung kann eine Funktion, die das einzige aktive Element ist, durch eine weitere EPK detailliert werden. An Prozessschnittstellen kann ein Verweis auf vorhergehende oder nachfolgende Prozesse erfolgen.

Als Vorteil von EPK wird gesehen, dass die Prozessmodelle gut verständlich und leicht interpretierbar sind (Beibehaltung der „gewohnten“ Leserichtung bei der Flussrichtung, leicht nachvollziehbare Verzweigungen). Des Weiteren können die Abläufe zum einen detailliert abgebildet werden, zum anderen ermöglicht EPK die Darstellung alternativer oder paralleler Abläufe.

Außerdem können die grafischen Elemente von EPK mit Attributen versehen werden, was den Transport von zusätzlichen Informationen ermöglicht.

Für eine umfassende Modellierung lassen sich Teile anderer Notationen in EPK integrieren.

Demgegenüber steht der Nachteil, dass zwar die Grundstruktur der EPK leicht verständlich ist, ein umfangreiches Modell allerdings einen erhöhten Aufwand für die Einarbeitung in die umfangreiche Notation erfordert. Außerdem ist EPK eine komplexe Methode, die dazu führen kann, dass sich der Aufwand für eine Modellierung erhöht. Als weiterer Nachteil wird gesehen, dass ein mit EPK erstelltes Modell unübersichtlich ist, wenn ein stellenübergreifender Prozessschritt durchgeführt wird. Vgl. [7, S.12 ff.] & [4, S.56]

3.1.2 UML

UML ist eine heute weit verbreitete, standardisierte Modellierungssprache, die aus der Zusammenführung verschiedener Notationen entwickelt wurde.

Grundelemente von UML sind aus der realen Welt heraus gelöste Objekte, die mit Attributen beschrieben werden. Objekte mit gleichen oder ähnlichen Eigenschaften bzw. Verhalten werden zu Klassen zusammengefasst. Diese Objekte, Attribute und Klassen bilden die Basiselemente der Diagramme der UML.

Ursprünglich wurde UML für die Modellierung von Softwaresystemen verwendet. Um auch Geschäftsprozesse modellieren zu können, wurde zusätzlich die Notation von Aktivitätsdiagrammen erweitert. Diese Diagrammart, die in UML neben zwölf anderen Diagrammtypen enthalten ist, bietet sich am besten für eine Geschäftsprozessmodellierung an, da hier der Schwerpunkt auf der Darstellung von einfachen und auch parallelen Abläufen liegt.

Durch die Vielzahl der in UML enthaltenen Diagrammtypen ergeben sich vielfältige Möglichkeiten der Anwendung, denn jeder Diagrammtyp repräsentiert eine ganz spezielle Sichtweise auf den darzustellenden Prozess. Daraus ergibt sich allerdings der Nachteil, dass diese Vielfalt einen hohen Aufwand bei der Einarbeitung in UML erfordert, da die Notation sehr komplex ist und einen sehr großen Umfang hat (siehe Abb.1).

Für UML steht eine große Anzahl von Tools zur Verfügung, mit denen die Ergebnisse der in UML durchgeführten Modellierung implementiert werden können. Da UML objektorientiert angelegt ist, bietet sich eine Umsetzung an in einer ebenfalls objektorientierten Programmiersprache, wie z.B. Java oder C#. Vgl. [8, S.18 ff.]

3.1.3 BPMN

Business Process Management Notation ist eine standardisierte und weltweit verbreitete Notation, mit der Geschäftsprozesse und Abläufe dokumentiert und modelliert werden können.

Die Grundelemente „Aktivität, Ereignis und Gateway“ sind Symbole für die Abbildung von Aktivitäten und deren zeitlichem und logischem Ablauf. Neben Verbindungselementen und Artefakten beinhaltet BPMN Swimlane-Elemente, mit Hilfe derer Aktivitäten von Prozessbeteiligten in Pools zusammengefasst und dargestellt werden können. Dabei werden in den horizontalen Lanes Aktivitäten in der zeitlichen Abfolge aufgeführt, während die vertikal angeordneten Bahnen jeweils einer bestimmten Rolle/ Position zugeordnet sind.

Als ein Vorteil bei der Modellierung mit BPMN erweisen sich die Diagramme, an denen auf leicht verständliche Weise der momentane Stand bzw. Fortschritt eines Prozesses sichtbar gemacht werden kann. Auch die Strukturierung der am Prozess Beteiligten durch die Abbildung in Swimlanes und die klare Darstellung von Sprüngen zwischen den einzelnen Abteilungen tragen zur Übersichtlichkeit bei. Durch die leicht verständlichen Grundelemente und die übersichtlichen Diagramme erfährt diese Notation auch bei Nutzern ohne fundierte IT-Kenntnisse eine hohe Akzeptanz. BPMN wird von zahlreichen Tools unterstützt.

Als Nachteil kann gesehen werden, dass BPMN nur auf die Modellierung von Geschäftsprozessen ausgerichtet ist. So müssen z.B. für Datenstrukturen, Organigramme u.ä. eigene Notationen verwendet und in die BPMN-Modelle integriert werden (siehe Abb.1). Vgl. [7, S.7 ff.], [1, S.90]

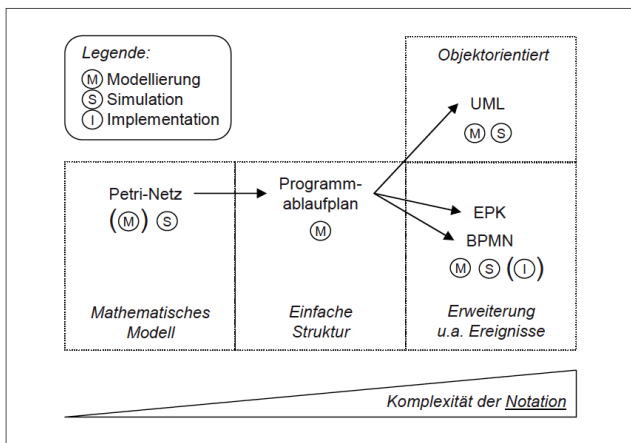


Abbildung 1. Vergleich der behandelten Prozessnotationen. [1, S.91]

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es auf die Frage, welche Notation für eine Modellierung verwendet werden soll, keine universelle Antwort gibt. Die Entscheidung für eine bestimmte Modellierungssprache muss abhängig gemacht werden vom jeweiligen Verwendungszweck. Vgl. [1, S. 81]

Die Visualisierung eines Prozesses erfordert eine Analyse, Beschreibung und Strukturierung der Prozessdaten, bevor mit der Planung und der visuellen Umsetzung begonnen werden kann. Aus diesen Vorüberlegungen resultiert die Entscheidung über die Form der graphischen Darstellung, denn die Notation ist zum einen abhängig von der jeweils zu transportierenden Information und zum anderen vom Nutzer, für den das Modell entwickelt wird.

Eine Darstellungsform, die vom Nutzer als unpassend empfunden wird, wird nur geringe Akzeptanz finden. Vgl. [9, S.34]

3.2 Darstellungsformen

Wie für die Notationen bereits erwähnt, gibt es auch bei der Entscheidung für eine Darstellungsform keine eindeutige Aussage

zugunsten einer bestimmten Form. Die Art der Darstellung ist immer abhängig von den im Prozessmodell enthaltenen Informationen.

Neben der gängigen Darstellung von Informationen als Prozessgraph sind auch Darstellungen in Form einer Swimlane, einer Tabelle, eines Kalenders, einer Matrix oder eines Interaktions- oder Datenflussdiagramms möglich. Jede dieser Darstellungsformen stellt einen spezifischen Aspekt der Prozessinformationen in den Fokus. Vgl. [9, S.40]

Durch eine Gliederung von Prozessinformationen in verschiedene Informationstypen (z.B. Prozessstruktur, Dokumente, Interaktionen) lässt sich eine Zuordnung zu verschiedenen Darstellungsformen vornehmen. [10, S.73 ff.]

4. ANFORDERUNGEN

Wie in Kapitel 3 beschrieben, muss als Vorbereitung für die visuelle/ grafische Umsetzung eine Erhebung des Ist-Standes erfolgen und sowohl die Anforderungen in Bezug auf die örtlichen Gegebenheiten als auch die der Nutzer erfasst und definiert werden.

4.1 Allgemeine Anforderungen

Eine Prozessvisualisierung, die auf eine Zielgruppe mit einer großen Anzahl von Nutzern ausgerichtet ist, sollte folgende Aspekte berücksichtigen:

Allgemein ausgedrückt sollte sich die Darstellung am Bedarf des potentiellen Nutzers orientieren, d.h., sie sollte

- übersichtlich und intuitiv bedienbar sein.
- alle wichtigen Informationen zur Struktur, Modell, Zustand und Ausführung enthalten.
- Personalisierbar sein.
- leicht anpassbar sein an den Bedarf und die individuellen Vorkenntnisse des jeweiligen Nutzers.
- unterschiedliche Sichten für die verschiedenen Nutzer anbieten.
- die einzelnen Nutzer bzw. Aktivitäten klar gegeneinander abgrenzen. Vgl. [11, S.545]
- dem Betrachter in einem Überblick die einzelnen Beziehungen zwischen Akteuren und Instrumenten klar erkennbar machen.

4.2 Perioperativer Bereich

Mit dem Begriff „perioperativ“ wird der Zeitraum der Vorbereitung (präoperativ), des operativen Eingriffs (intraoperativ) und der Nachsorge (postoperativ) bezeichnet.

4.2.1 Ist-Zustand und Anforderungen

Operationen sind innerhalb eines Krankenhauses aufgrund des hochqualifizierten Personals und der technischen Ausstattung mit teuren Apparaturen/ Geräten ein kostenintensiver Faktor. Zur Kostensenkung ist ein effizienter Einsatz dieser Ressourcen unabdingbar. Auch die Zufriedenheit der Mitarbeiter und der Patienten durch einen möglichst reibungslosen OP-Ablauf ohne Wartezeiten ist ein nicht zu vernachlässigender Gesichtspunkt.

Demgegenüber steht das „OP-Barometer 2013“, in dem OP- und Anästhesiepflegekräfte von der FH Frankfurt zu ihren Arbeitsbedingungen befragt wurden. Im Bereich der Prozessqualität beklagten fast die Hälfte der Befragten Mängel in der Organisation in ihrem OP-Saal, wobei vor allem unzuverlässige OP-Pläne (44%) und unnötige Wartezeiten in OP-Prozessen (62%) genannt wurden. Vgl. [12] Gründe hierfür

können sein mangelnde oder fehlende Kommunikation, Pausenzeiten, Warten auf den Operateur, Prozessschritte, die nicht ausreichend aufeinander abgestimmt sind, u.ä.. Vgl. [13, S.37]

Neben diesen organisatorischen Problemen muss den räumlichen Bedingungen im OP-Bereich Rechnung getragen werden. So ist der zur Verfügung stehende Platz im Vorbereitungsbereich, auf den Fluren und im OP-Saal eng begrenzt. Außerdem steht das OP-Personal – auch durch unvorgesehene Notfälle – unter einem hohen zeitlichen Druck.

Neben der hohen Verantwortung führen sowohl die räumliche Enge als auch der permanente Zeitdruck zu einer starken zusätzlichen Belastung der Mitarbeiter.

Im medizinischen Bereich lassen sich nicht alle Aktionen exakt vorhersagen. So können z.B. nicht geplante und vorhersehbare Komplikationen auftreten, was eine große Flexibilität sowohl des Personals als auch der organisatorischen Gegebenheiten erfordert. Des Weiteren muss darauf geachtet werden, dass alle im OP-Bereich beschäftigten Personen und die Geräte steril sein müssen.

Es gilt, diese Rahmenbedingungen bei der Planung der Modellierung zu beachten und mit einzubeziehen. Dies bedeutet im Zusammenhang mit der Darstellung der Abläufe bzw. der Visualisierung der Prozesse, dass alle Arbeitsschritte für jeden Nutzer sofort klar verständlich und intuitiv erfassbar sein müssen, ohne großen zeitlichen Aufwand in Einarbeitung oder Schulungen zu investieren. Vgl. [1, S.92]

4.3 Szenario

Als Grundlage für die Visualisierungskonzepte dieser Arbeit wird von einer navigierten Operation an einer Wirbelsäule ausgegangen. Eine navigierte Operation bezeichnet einen computergestützten operativen Eingriff an einer Stelle des Körpers, die entweder nur schwer zugänglich oder nicht bzw. nur schwer einsehbar ist. Während des chirurgischen Eingriffs übermittelt ein mobiles Röntgengerät, der sogenannte C-Bogen, digitale CT-Bilder. Die Aufnahmen, die mit dem C-Bogen aus verschiedenen Positionen gemacht werden, können zu einem 3D-Bilddatensatz zusammengeführt werden (3D-Scan). Daraus können Schnittbilder in beliebigen Ebenen generiert werden, die dem Chirurgen an einem Monitor angezeigt werden. "Navigiert" bedeutet, dass die radiologischen Daten und die über das Navigationssystem erfasste Position der einzelnen Instrumente sowie des Patienten während der OP miteinander überlagert werden. Somit ist es dem Chirurgen möglich, die Platzierung von Instrumenten, Schrauben u.ä. mit Hilfe der Aufnahmen mit größtmöglicher Präzision zu erfassen. Dies erlaubt ihm, seine Tätigkeit permanent zu kontrollieren und seine Arbeitsschritte situationsangemessen auszuführen. Vgl. [14]

Bei der Konzeptionierung der einzelnen Entwürfe wird von einem OP-Saal ausgegangen, der so viele adäquate Anzeigemöglichkeiten (Bildschirm, Tablets etc.), wie nötig zur Verfügung stellen kann. (siehe auch Abb. 3). Dabei wird angenommen, dass jede der bei der OP aktiven Personen einen Monitor in ihrer Reichweite hat. Bei Bedarf sollte es dem Mitarbeiter möglich sein, über steril abgedeckte Monitore mit Touchscreen oder über eine fest installierte Maus und Tastatur verschiedene Funktionen und Ansichten abzurufen. (siehe auch Abschnitt 6.1 „Erweiterungen“)

4.4 Akteure

Der OP-Bereich stellt einen organisatorisch komplexen und – in Bezug auf mögliche Fehler und die daraus resultierende Gefährdung der Patienten – sensiblen Bereich dar, in dem

zahlreiche Personen mitvöllig unterschiedlichen Funktionen und Aufgaben beschäftigt sind, wie z.B. Operateure, Anästhesisten, Pflege-, Reinigungs- und Transportkräfte. Vgl.[13, S.38]

Bei den an einer Operation mitwirkenden Personen handelt es sich um medizinisch ausgebildetes Personal. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass alle Akteure über ein großes Hintergrund- oder Fachwissen im Bezug auf Computer verfügen, woraus sich Anforderungen an die Modellierung für eine einfache und leicht verständliche Darstellung ableiten lassen.

Neben einer allgemeinen „OP-Übersicht“ kommen nutzerbezogenen Ansichten eine große Bedeutung zu.

Folgende Anforderungen an die nutzerspezifischen Ansichten innerhalb des perioperativen Bereiches lassen sich festlegen (siehe auch [15, S.15 ff.]).

4.4.1 OP-Übersicht

Die „OP-Übersicht“ soll ausschließlich als Gesamtüberblick der einzelnen Arbeitsschritte einer OP dienen. Diese Ansicht soll für alle Akteure des OP-Bereiches verständlich sein. Sie soll zum einen jedem Einzelnen genau verdeutlichen, in welchem Arbeitsschritt innerhalb der OP er sich befindet, gleichzeitig ihm aber auch die Möglichkeit geben, sich an den Arbeitsschritten der anderen Akteure zu orientieren.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
▪ Übersicht der OP	-----
▪ Phasenansicht der OP	-----
○ Fortschritt	-----
○ Zeitstempel	-----

Diese Ansicht soll geeignet sein, auf einem für alle Beteiligten zugänglichen Bildschirm OP-relevante Arbeitsschritte anzuzeigen. Ein Beispiel für die Platzierung dieser Anzeige wird in Abb. 2 („big display“) aufgezeigt.

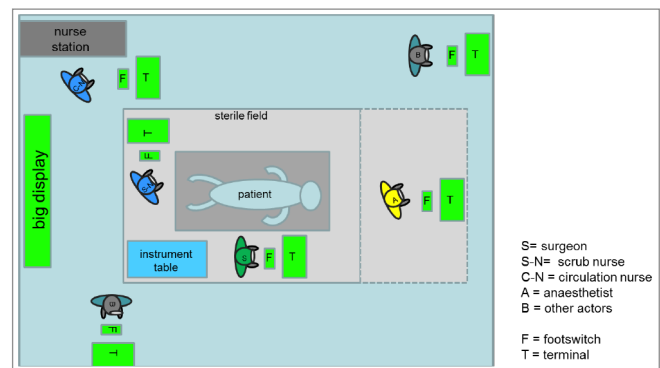


Abbildung 2. Platzierung der Ansichten [16, S.64]

Wie ebenfalls in Abb. 2 zu erkennen ist, wird davon ausgegangen, dass allen Akteuren ihre eigene Ansichtsmöglichkeit an ihrem Arbeitsplatz zur Verfügung steht.

Bei einer Weiterführung dieser Arbeit müssen die nutzerspezifischen Interaktionskonzepte genauer betrachtet und verfeinert werden. (siehe Abschnitt 6.1 „Erweiterungen“)

4.4.2 Chirurg

Im Falle des Chirurgen sind möglichst wenige Interaktionen wünschenswert, da dieser innerhalb der intraoperativen Phase stets steril bleiben muss und aus Platz- und Zeitmangel nur wenig Spielraum für verschiedene Interaktionen besteht.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Detailansicht der OP ▪ Patienteninformationen ▪ Zeitstempel ▪ Springer- Aufgabe ▪ Checklisten 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ bearbeiten ➔ bearbeiten ➔ bearbeiten/ löschen ➔ setzen/ löschen ➔ bearbeiten

4.4.3 Anästhesist

Für den Anästhesisten stehen während der OP die Vitalwerte des Patienten, der aktuelle Stand der OP und die Aktivitäten des Chirurgen im Vordergrund.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übersicht der OP ▪ Detailansicht der OP ▪ Fortschritt ▪ Zeitstempel ▪ Patienteninformationen ▪ OP Team ▪ Springer-Aufgaben 	<ul style="list-style-type: none"> ----- ----- ➔ bearbeiten/ löschen ➔ setzen/ löschen ----- ----- ➔ setzen/ löschen

4.4.4 Springer

Für den Springer ist eine mobile Anwendung/ Lösung wünschenswert, da es im Rahmen seiner Aufgaben häufig zu einem Wechsel des OP-Saals kommt und dadurch seine Ansicht flexibel anzeigbar sein muss.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aufgaben 	<ul style="list-style-type: none"> ➔ bestätigen

4.4.5 Instrumentierer

Die Rolle des Instrumentierers erfordert es, dass er – ebenso wie der Chirurg – stets steril bleiben muss. Daraus resultiert für seine Ansicht die Anforderung, dass Verschachtelungen der einzelnen Anzeigen weitestgehend vermieden und nur eine absolut notwendige Anzahl von Darstellungsebenen verwendet werden sollten.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übersicht OPs ▪ Übersicht der OP <ul style="list-style-type: none"> ○ OP-Team ○ Material ○ Checkliste ○ Zeitstempel 	<ul style="list-style-type: none"> ----- ----- ----- ----- ➔ bestätigen ➔ setzen/ löschen

4.4.6 Pfleger

Der Pfleger nimmt im Allgemeinen im operativen Bereich eine administrative Rolle ein, d.h. sein Aufgabenbereich umfasst z.B. die Prüfung und Meldung des OP-Teams, Bestellung des Patienten auf der Station und die zeitgenaue Bereitstellung des Patienten. Daraus ergibt sich, dass der Pfleger einen genauen Überblick benötigt über die im OP-Saal aktuell ablaufenden Aktivitäten. Da der Pfleger sich nicht unmittelbar am OP-Tisch und somit außerhalb des sterilen Bereichs aufhält, muss er die Möglichkeit haben, Aufgaben der an den sterilen Bereich gebundenen Akteure zu übernehmen, was auch den Zugriff auf deren jeweilige Ansicht erfordert.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übersicht aller OPs ▪ Übersicht der OP ▪ Detailansicht der OP <ul style="list-style-type: none"> ○ Fortschritt ○ Zeitstempel ○ Patienteninformationen/ OP-Art ○ OP Team ▪ Springer-Aufgaben 	<ul style="list-style-type: none"> ----- ----- ➔ bearbeiten ➔ setzen/ löschen ----- ----- ➔ setzen/ löschen ➔ setzen/ löschen

4.4.7 OP-Manager

Die Aufgabe des OP-Managers ist es, einen zeitlich nahtlos ineinandergreifenden Ablauf der einzelnen OPs zu gewährleisten, d.h., Vermeidung von „Leerlauf“ bzw. von Überschneidungen und sich daraus ergebenden Wartezeiten bei unvorhergesehenen Verzögerungen während einer OP.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übersicht OP-Räume ▪ Übersicht aller OPs <ul style="list-style-type: none"> ○ Fortschritt ○ Zeitstempel ○ OP-Team ○ Patient/ OP-Art 	<ul style="list-style-type: none"> ----- ➔ bearbeiten/ löschen ----- ----- ➔ bearbeiten/ löschen -----

4.4.8 Reinigungs-Team

Für das Reinigungspersonal kann die überblickartige Ansicht des OP-Managers verwendet werden, allerdings werden hierbei die für das Reinigungsteam irrelevanten Interaktionsmöglichkeiten ausgeblendet. Eine Ausnahme bildet dabei das Setzen und Löschen der Zeitstempel.

Informationsvisualisierung	Interaktionen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Übersicht OP-Räume ▪ Übersicht aller OPs <ul style="list-style-type: none"> ○ Fortschritt ○ Zeitstempel 	<ul style="list-style-type: none"> ----- ----- ----- ➔ bearbeiten/ löschen

4.5 Akzeptanz

Um bei einer späteren Umsetzung/ Implementierung die Akzeptanz durch die Nutzer gewährleisten zu können, muss die Visualisierung so gestaltet sein, dass sie trotz zahlreicher routinemäßig ablaufender Handgriffe einen Nutzen für den Anwender darstellt, indem sie ihn bei seiner Arbeit unterstützt. Vgl. [15, S.66]

In diesem Fall werden wichtige Zeitpunkte, die während einer OP dokumentiert werden müssen, wie z.B. Schnitt-Naht-Zeit, als Ausgangspunkte für die Visualisierung und Interaktion verwendet. In den vorliegenden Entwürfen wurden die in [17] beschriebenen Eckdaten als Grundlage für die Prozessvisualisierung der einzelnen Nutzer verwendet.

5. VISUALISIERUNG

Durch Systeme wie Workflow-Management-Systeme oder Business Process Management Systeme können modellierte Prozesse übernommen und ausgeführt werden.

Obwohl der Visualisierung von Prozessstrukturen und -daten in diesem Zusammenhang eine große Bedeutung zukommt, lassen die meisten Applikationen eine solche vermissen. Vgl. [10, S.3] Dies liegt entscheidend daran, dass die vorhandenen Werkzeuge entsprechende Visualisierungen nur mangelhaft unterstützen.

Diese Arbeit leistet Vorarbeiten für die Implementierung verschiedener Prozessvisualisierungskomponenten, welche auf einem in [18] beschriebenen Prozess-Metamodell basieren.

Die in dieser Arbeit entworfenen Visualisierungskonzepte sind aktuell noch weitgehend unabhängig von dem zugrunde gelegten Prozess-Metamodell. Bei einer Weiterentwicklung und prototypischen Implementierung der Visualisierungskomponente ist es allerdings notwendig, genauere Modelldetails zu erfassen und festzulegen. Vgl. [10, S.3]

5.1 Informationsvisualisierung

Die Basis einer jeglichen Visualisierung sind die zu repräsentierenden Informationen, deren grafische Darstellung eine effektive und effiziente Nutzung dieser Informationen ermöglichen soll. Dabei müssen die Daten (wie oben erwähnt) visuell so aufbereitet werden, dass Zusammenhänge und wichtige Eigenschaften der Daten intuitiv erfassbar sind, d.h., der Betrachter soll die Bilder „[...] *nicht nur sehen, sondern auch erkennen, verstehen und bewerten.*“ [9, S.31] können. Darüber hinaus muss Informationsvisualisierung Zusammenhänge innerhalb von Systemen, die nicht offensichtlich zutage treten, sichtbar machen. Vgl. [9, S.38]

Elemente, die in der Informationsvisualisierung Verwendung finden, sind neben Farben und Formen auch Schriften, Symbole und Bilder. Des Weiteren müssen Raster, Abstände und Anordnungen festgelegt werden. Bei der Auswahl und Definition dieser Gestaltungselemente müssen bei der Informationsvisualisierung Ergebnisse aus angrenzenden Forschungsgebieten berücksichtigt und angewendet werden. Dazu gehören vor allem die Kognitions- und Wahrnehmungsforschung und Bereiche Usability und Userinterface Design.

5.1.1 Regeln und Normen

Die Forschungsfelder Wahrnehmung und Kognition liefern Hinweise darauf, welche Gestaltungsprinzipien für die Prozessvisualisierung eine wichtige Rolle spielen.

Die heutige Wahrnehmungsforschung entspringt der Gestalttheorie. Die Gestaltwahrnehmung beschreibt z.B., wie Menschen bei der Betrachtung eines Bildes dessen Elemente gruppieren. Aus diesen Erkenntnissen resultieren die Gestaltgesetze, von denen im Folgenden einige beispielhaft aufgeführt sind:

- *Gesetz der Prägnanz/ Einfachheit:* Einfache oder regelmäßige Objekte werden am besten wahrgenommen
- *Gesetz der Symmetrie:* Symmetrische Elemente werden leichter wahrgenommen als unsymmetrische.
- *Gesetz der Nähe:* Elemente, die nahe beieinander liegen, werden als zusammengehörig empfunden.
- *Gesetz der Geschlossenheit:* Elemente mit geschlossenen Konturen werden als Objekte wahrgenommen.
- *Gesetz der Ähnlichkeit:* Elemente, die sich bezüglich Farbe, Form, Helligkeit und Größe ähneln, werden als zusammengehörig empfunden.
- *Gesetz der Verbundenheit:* Elemente, die durch eine Linie verbunden sind, werden – ohne irgendeine

Ähnlichkeit aufzuweisen – als zusammengehörig empfunden. Vgl. [19, S.186 ff.]

Die Kognitionsforschung liefert Hinweise auf die engen Grenzen des menschlichen Kurzzeitgedächtnisses. Dieses kann nur 7 Elemente (+/- 2) gleichzeitig erfassen. Werden mehr Elemente verwendet, wird das Langzeitgedächtnis aktiviert, was zu einer Verringerung der Arbeitsgeschwindigkeit führt. Daraus ergibt sich für die Visualisierung, dass nur jeweils fünf bis maximal neun Elemente zu einer Gruppe zusammengefasst werden sollten. Vgl. [19, S.142]

Eine weitere wichtige Gestaltungsregel ist das Prinzip der Konsistenz. Durch die immer gleiche Darstellung der gleichen Informationen bilden sich Erfahrungswerte heraus, die das menschliche Gehirn abspeichert und auf die es schnell zurückgreifen kann. So wird ein schnelles Erfassen von Informationen möglich. Vgl. [19, S.125]

Die Erkenntnisse der Kognitionsforschung haben Auswirkungen auf die Prinzipien für ein gutes Interface Design. Donald Norman [20], Professor der Kognitionsforschung, formulierte folgende Designprinzipien:

- Sichtbarkeit
- Einfachheit
- Eindeutigkeit
- Feedback
- Mapping

Um die Gebrauchstauglichkeit von Software Systemen zu gewährleisten, formulierten auch andere Autoren ähnliche oder weitergehende Regeln. So legt z.B. Ben Shneiderman [21] mit seinen „eight golden rules of interface design“ Wert auf eine gute Usability durch:

- Konsistenz
- Universelle Benutzbarkeit (z.B. Bereitstellung von Shortcuts für Experten)
- Informatives Feedback
- Abgeschlossenheit der Dialoge
- Fehlervermeidung/ einfache Fehlerbehandlung
- Umkehrbarkeit („Undo“)
- Benutzerkontrolle (Benutzer kontrolliert das System und nicht umgekehrt)
- Entlastung des Kurzzeitgedächtnisses, Vgl. [10, S.38]

Die erwähnten Gestaltungsprinzipien finden ihren Niederschlag im internationalen Standard ISO 9241-110, der folgende Grundsätze der Dialoggestaltung der Mensch-Computer-Interaktion festlegt:

Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Lernförderlichkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit und Fehlertoleranz. (Weitere Details siehe [22, S.84 ff.]).

5.2 Verwandte Arbeiten

Wie in [16] beschrieben, existieren bereits erste Ansätze, einzelne Arbeitsschritte im OP Bereich für Nutzer aufzulisten und mit ihnen in Interaktion zu treten (Task Manager). Des Weiteren gibt es erste Arbeiten [15] zur Visualisierung und Integration einzelner Checklisten (z.B. WHO-Checkliste) und zur Fehlervermeidung und -behebung und Orientierung während des Verlaufs einer Operation.

Alle diese Arbeiten entwickeln verschiedene themenbezogene Konzepte (Aktivitäten, Checklisten), setzen sich aber nicht auseinander mit einer kompletten Informationsvisualisierung

bezogen auf einzelne Nutzer. So benötigt z.B., wie in Abschnitt 4.4 beschrieben, der Chirurg nicht nur eine Übersicht über seine eigenen Aktivitäten, sondern auch Informationen über die Patienten und den Springer, etc..

Ebenso wird in den bereits existierenden Arbeiten ausschließlich die intraoperative Phase betrachtet und Verzahnungen mit den Aktivitäten von Akteuren wie OP-Manager und OP-Reinigungskräften nicht berücksichtigt.

5.3 Visualisierungskonzepte

Wie nachfolgend aufgezeigt wurden in einem iterativen Prozess grundlegende Konzepte zur Darstellung nutzerspezifischer Informationen entwickelt. Dabei variieren je nach Nutzer die Detailansichten innerhalb des operativen Bereichs (Vgl. Abb.3). Der Op-Manager beispielsweise (hier blau gekennzeichnet) benötigt einen Überblick über alle OP-Säle und die dort stattfindenden Operationen.

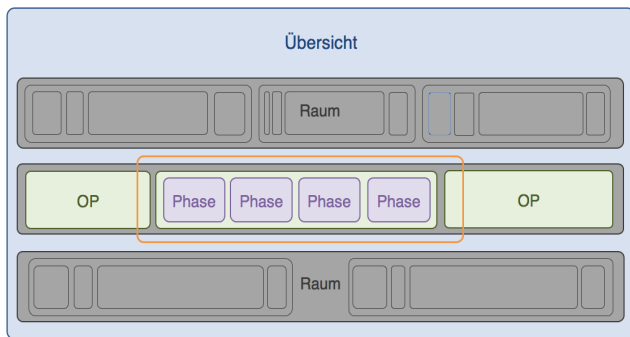


Abbildung 3. Detaillierungsgrad der Ansichten im operativen Bereich

Der Chirurg dagegen (hier orange gekennzeichnet) benötigt eine detaillierte Ansicht des aktuellen chirurgischen Eingriffs mit den jeweils zugehörigen Phasen und einzelnen Arbeitsschritten.

5.3.1 OP-Übersicht

Bei der Konzeptionierung der Visualisierung für die allgemeine OP-Übersicht wurde als grundlegendes Element die „Scrum Board“-Idee des Task-Managers [16] verwendet und in Anlehnung an die „mediawide“-¹Visualisierung gestaltet.

Der Betrachter soll die Möglichkeit haben, in kurzer Zeit die für ihn relevanten Informationen zu erfassen und in den Gesamtprozess des OP-Ablaufs einzuordnen. Dazu war bei der Visualisierung der Übersicht die Idee maßgebend, den komplexen OP-Ablauf nach den einzelnen Nutzern und ihren jeweiligen Aktivitäten innerhalb dieses Ablaufs zu strukturieren. Dafür wurde die Anordnung der einzelnen Akteure nach dem „5-Hat Racks“-Prinzip vorgenommen.

Dabei wurde jedem Akteur eine Spalte zugeordnet, in der die einzelnen Aktivitäten in zeitlicher Reihenfolge von oben nach unten aufgelistet sind. Vgl. [16, S.31] Unterschiedliche Farben markieren in vertikaler Richtung die einzelnen Phasen (präoperative-, intraoperative-, Schnitt-Naht- und postoperative Phase), wodurch die Orientierung der Nutzer unterstützt werden soll. Vgl. [23, S.5] Der Auswahl der Farben wird in diesem Teil des Konzepts noch keine Bedeutung zugemessen (siehe Abschnitt 6.1.4 „Farben & Kontraste“).

¹ <http://www.mediawide.com/digitalworkflowmanagers.html> (zuletzt geprüft: 18.07.2014)

Dem einzelnen Akteur ist jeweils oberhalb seiner Aktivitäten ein Uhrensymbol zugeordnet, welches ihm symbolisiert, wie weit er innerhalb dieser Phase fortgeschritten ist oder in welcher Phase der OP (Farbe) er sich befindet.

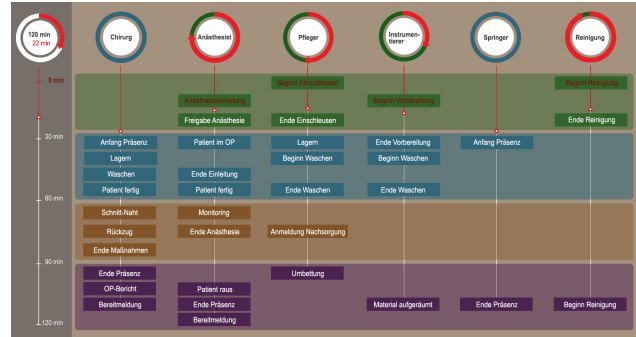


Abbildung 4. „OP-Übersicht“ Visualisierungskonzept

Zusätzlich zu den akteurspezifischen Uhrensymbolen befindet sich in der linken oberen Ecke der Ansicht eine Uhr, anhand derer sowohl die geplante Dauer als auch die bereits abgelaufene Zeitspanne der aktuellen OP abgelesen werden kann. Parallel hierzu läuft unterhalb dieses Symbols ein Zeitstrahl mit, welcher dem Nutzer verdeutlicht, wie viel Zeit für die verbleibenden Phasen noch zur Verfügung steht, bzw. in welcher Phase – ausgehend von der zeitlichen Planung – sich der Ablauf befinden sollte.

Bei einer eventuellen Erweiterung des vorliegenden Konzepts sollten die in dieser Ansicht beschriebenen Phasen aus Gründen der Übersichtlichkeit „zusammenklappbar“ sein. (Vgl. Abschnitt 5.1.1 „Entlastung des Kurzzeitgedächtnisses nach Shneidermann“) Vgl. [24, S.39]

Für die weiteren Visualisierungen der einzelnen Akteure wurden – abhängig von der Komplexität deren jeweiliger Aufgaben – unterschiedliche Ansichten gewählt, um, wie in Abschnitt 4.4 „Akteure“ beschrieben, eine detaillierte Sichtweise der Arbeitsschritte gewährleisten zu können.

5.3.2 Grundstruktur nutzerspezifischer Konzepte

Neben der allgemeinen Prozessübersicht soll den einzelnen Personen eine ihren jeweiligen Anforderungen entsprechende nutzerspezifische Ansicht zugänglich gemacht werden.

Hierfür wurde ein Grundgerüst konzipiert, welches im Folgenden erläutert wird (siehe Abb. 5):

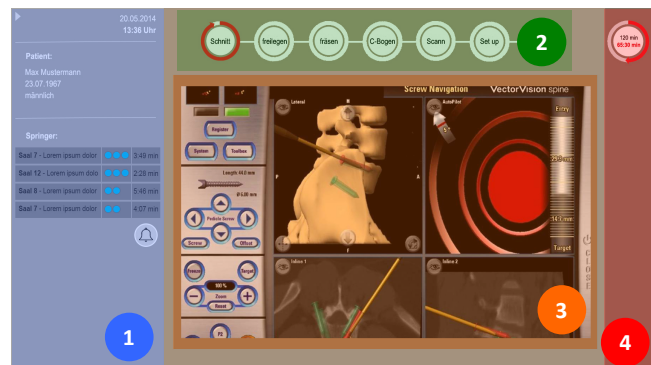


Abbildung 5. Grundstruktur Visualisierungskonzept - Chirurg

So wird beispielsweise in Abb. 6 dem Instrumentierer angezeigt, wie weit die entsprechenden Akteure mit der Vorbereitung des

Patienten und OP-Saals fortgeschritten sind. In diesem Fall muss der Nutzer nicht nur über den aktuellen Stand des chirurgischen Ablaufs Bescheid wissen, sondern zusätzlich über die davon abhängigen Aktivitäten des Anästhesisten und des Reinigungspersonals.

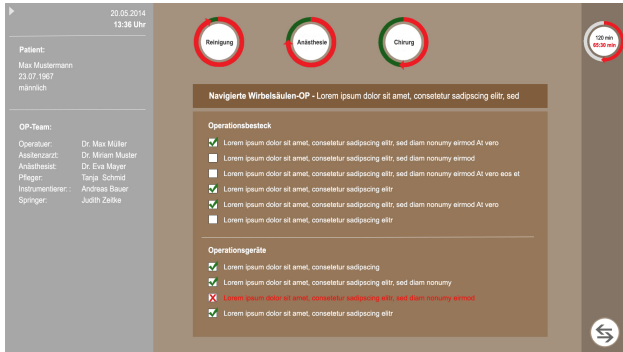


Abbildung 6. Visualisierungskonzept – Instrumentierer

Der in Abb. 5 orange (Nr.3) gekennzeichnete Bereich ist für die Darstellung der in dieser Phase benötigten Systeme vorgesehen. Hier wird z.B. dem Chirurgen während des operativen Eingriffs der 3D-Scan und die entsprechende Navigation angezeigt

Der rot (Nr.4) gekennzeichnete Bereich dient zur Darstellung und zur Interaktion mit allgemeinen Einstellungen und Informationen. In der oberen rechten Ecke der Ansicht kann der Benutzer die geplante sowie die vergangene Dauer der aktuellen OP ablesen. Des Weiteren kann er über einen rechts unten in der Ecke platzierten Button in eine Art „Einstellungs-Menü“ wechseln, welches in 3 Kategorien gegliedert ist: Patient, Personal und OP-Saal. Folgende Informationen und Einstellungen können hier unter anderem abgerufen werden: OP-Tisch, Licht, Klimaanlage, etc.

5.3.3 OP-Säle

Der Vorteil des für die Ansicht des OP-Managers (& Reinigungsteams) gewählten Gantt-Diagramms ist, dass es zeitliche Abläufe und ihre Zusammenhänge klar und anschaulich verdeutlicht. Vgl. [9, S.41] Die Umsetzung bzw. die Funktionsweise der OP-Manager-Visualisierung kann mit der von MS Project verglichen werden. Wie in MS Project vorgesehen, kann der Nutzer hier Operationen planen und managen, deren Fortschritt erkennen und mögliche Abweichungen ablesen.

Voraussetzungen für die Umsetzung eines solchen Diagramms sind vor allem die Festlegung von Start- und Endzeiten einzelner Prozesse (hier Operationen) bzw. die Angaben zu den einzelnen Ausführungsdauern.

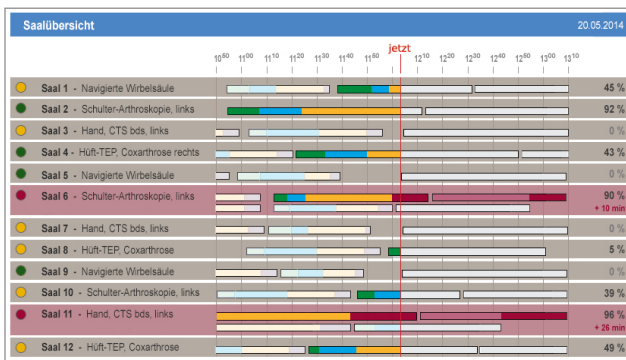


Abbildung 7. Visualisierungskonzept – OP-Manager/Reinigungsteam

Die Darstellung des Visualisierungskonzeptes OP-Manager/Reinigungsteam entstand in Anlehnung an [23, S.16].

Zusätzlich wurde die Ansicht mit einer Ampel-Metapher versehen. Die links von der OP Saal Nummer stehenden Kreise symbolisieren anhand ihrer Farben den zeitlich geplanten Zustand der aktuell laufenden Operationen. Die Farben stehen für folgende Zustände:

- Grün: Die Operation befindet sich im geplanten Zeitfenster und kann voraussichtlich im aktuellen Modus in der geplanten Zeit abgeschlossen werden.
- Gelb: Die Operation befindet sich noch im geplanten Zeitfenster, sie kann allerdings voraussichtlich nicht in der geplanten Zeit abgeschlossen werden.
- Rot: Die Operation befindet sich nicht im geplanten Zeitfenster und trägt somit zu einer in der Grafik rot markierten Zeitverzögerung der im Anschluss geplanten Operationen bei.

5.3.4 Springer

Die für den Springer vorgesehene Ansicht baut auf dem in [16] beschriebenen Task-Manager-Prinzip auf. Die Aktivitäten/Aufgaben, deren Prioritäten am höchsten sind, bzw. die schon am längsten ausstehen, werden dem Springer in der Anzeige als erster Punkt in der Liste präsentiert. Die Kategorisierung wird von einzelnen „Auftraggebern“, bzw. anhand von vorgegebenen Clustern festgelegt.

Die sekundengenaue Zeitangabe in der rechten Spalte gibt an, wie lange ein Auftrag schon besteht. Prinzipiell werden die Aufgaben nach ihrer Priorität (3 Punkte = hoch; 2 Punkte = wichtig; 1 Punkt = OK) und innerhalb dieser Klassifizierung nach ihrer bestehenden Dauer angeordnet.

Übersicht - Springer		20.05.2014 13:46 Uhr	
Saal 7	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●●●	3:49 min
Saal 12	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●●●	2:28 min
Saal 8	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●●	5:46 min
Saal 7	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●●	4:07 min
Saal 5	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●●	2:59 min
Saal 7	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●●	2:57 min
Saal 12	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●	9:31 min
Saal 8	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●	7:12 min
Saal 7	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●	3:21 min
Saal 5	Lorem ipsum dolor sit amet, consetet Lorem ipsum dolor sit amet	●	1:01 min

Abbildung 8. Visualisierungskonzept – Springer

Die Akteure Chirurg, Anästhesist und Pfleger erhalten, wie in Kapitel 4 aufgelistet, (siehe Abb. 5 (blauer Bereich - Nr.1)) ebenfalls einen Ausschnitt der Aufgabenliste des Springers dargestellt, um sich einen Überblick zu verschaffen, wo sich der Springer aktuell befindet, und um gegebenenfalls Aufgaben mitteilen zu können (siehe Button „Glocke“ in Abb. 10).

6. ZUSAMMENFASSUNG

Wie in [15, S. 19 ff.] beschrieben, wurden für die Umsetzung der Ansichten zuerst die Anforderungen der einzelnen Personen an das System herausgearbeitet und anschließend anhand unterschiedlicher Gestaltungsregeln verschiedene Konzepte erarbeitet, die in einem iterativen Prozess mit Hilfe von Diskussionen, definierten Anforderungen und darauffolgenden Evaluationen angepasst werden. In dieser Arbeit wurden ausschließlich erste Konzepte anhand der definierten Anforderungen und Gestaltungsprinzipien entworfen. Als weiterführende Arbeit muss nun eine Evaluation mit den entsprechenden Anpassungen durchgeführt werden.

6.1 Erweiterungen

Im folgenden Abschnitt werden beispielhaft einige Aspekte, die bei einer Erweiterung berücksichtigt werden sollten, aufgeführt.

6.1.1 Nutzerspezifische Aspekte

Für die einzelnen Ansichten sind jeweils nutzerspezifische Erweiterungen erforderlich.

So ergibt sich als grundlegende Forderung für die Ansichten der unmittelbar im OP Saal Beschäftigten, dass die Sterilität der Akteure beachtet werden muss. Dadurch ist ihr Spielraum für Interaktionen mit dem System stark eingeschränkt und muss auf ein Minimum reduziert werden. Eine Option wäre es, die einzelnen Arbeitsschritte und die dafür aufzuwendende Zeit automatisch erfassen zu können, ähnlich wie dies z.B. bei einer RFID-basierten Anwesenheitserfassung von Personen und Geräten im OP² geschieht. (siehe auch [9, S.24])

Bei der Ansicht des Springers muss im Rahmen einer Erweiterung die Wertigkeit der einzelnen Arbeitsaufträge definiert werden, d.h., es muss eine Einordnung bezüglich der Dringlichkeit der jeweiligen Aufgabe vorgenommen und mit der jeweiligen Prioritätsstufe verbunden werden. Des Weiteren muss gewährleistet werden, dass noch nicht erledigte Aufgaben nach einer noch zu definierenden Zeitspanne automatisch in die nächst dringlichere Kategorie übernommen werden, um auch deren Bearbeitung sicherzustellen.

Im Zusammenhang mit der Erweiterung der OP-Manager-Ansicht könnten weitere Detailinformationen zur OP innerhalb der Ansicht integriert werden. Es wäre denkbar, entweder über eine „Mouseover-Funktion“ in einem Popup-Fenster oder über eine perspektivische Verzerrung (z.B. Table Lens) weitere Informationen einzublenden bzw. eine detaillierte Ansicht zu erhalten. Vgl.[19, S.177]

6.1.2 Checklisten

Bei einer prototypischen Umsetzung sollten wie in [15] beschrieben, verschiedene Checklisten für das OP-Personal in die Ansicht integriert werden. Mit Hilfe dieser Checklisten können Fehler und daraus resultierende unnötige Verzögerungen reduziert werden.

6.1.3 Interaktionen

Wie in Abschnitt 4.3 beschrieben, müssen bei einer Erweiterung der Konzepte die verschiedenen nutzerabhängigen Möglichkeiten zur Interaktion mit dem System berücksichtigt werden. Dabei wird unterschieden zwischen der Bedienung über einen

Touchscreenmonitor, bzw. über eine fest installierte Tastatur und Maus.

Die Interaktion über ein Touchscreen muss für Nutzer vorgesehen werden, die direkt am OP-Tisch arbeiten und damit steril bleiben müssen, wie der Chirurg und der Instrumentierer. Darüber hinaus bietet dieser Arbeitsplatz kaum Möglichkeiten, zusätzliche Geräte zu installieren. Bei der Bedienung über einen Touchscreenmonitor muss auf eine übersichtliche Anordnung und eine gut ablesbare Gestaltung und Größe der Icons und Buttons geachtet werden. So sollte z.B. „*Der visuelle Teil eines Elementes [...] nicht kleiner als 4,2 mm (60% der Minimalgröße) sein. Sonst wird es nicht als berührbar wahrgenommen.*“ [19, S.136]

Die Nutzer, für die eine Interaktion über Tastatur und Maus in Frage kommt, sind diejenigen, die nicht direkt am OP-Tisch agieren (Pfleger, OP-Manager, Reinigungsteam) und somit Platz für zusätzliche Geräte haben.

Allgemein muss bei der Visualisierung eines OP-Prozesses darauf geachtet werden, dass aus Gründen der Übersichtlichkeit und einfachen und raschen Handhabung die benötigten Informationen auf möglichst wenigen Ebenen angeordnet werden und somit wenige Interaktionen nötig sind.

In Kapitel 4 werden innerhalb der einzelnen Anforderungen mögliche Interaktionen aufgezeigt. Diese müssen bei einer prototypischen Umsetzung ebenfalls erweitert werden. Dabei ist der Fokus auf die benutzerfreundliche Gestaltung entsprechend der Interaktionsprinzipien zu legen. (siehe auch [19, S.134 ff.])

6.1.4 Farben & Kontraste

Ein wichtiger Einzelaspekt bei der grafischen Darstellung sind Farben.

Farben ziehen die Aufmerksamkeit auf sich und ermöglichen dem Nutzer eine rasche Orientierung. Bei der Auswahl und dem Einsatz von Farben im Rahmen einer Erweiterung müssen zum einen die aus der Kognitions- und Wahrnehmungsforschung abgeleiteten Gestaltungsprinzipien beachtet werden (z.B. dürfen maximal sieben Farben verwendet werden oder Konsistenz durch Verwendung verschiedener Abstufungen einer Farbe bei gleichen oder ähnlichen Informationseinheiten).

Zum anderen müssen Aspekte der Farblehre Berücksichtigung finden. So sollte es z.B. keine Kombination aus den Grundfarben Rot, Grün und Blau als Vorder- und Hintergrundfarbe geben, da diese Farben unterschiedliche Wellenlängen haben, die das Auge nicht gleichzeitig fokussieren kann.

Ein weiteres Beispiel ist die Wirkung von Farbkontrasten. So muss durch starke Kontraste auf gute Lesbarkeit und Vorbeugung von Ermüdungserscheinungen geachtet werden, wenn eine grafische Darstellung Textteile enthält. Starke Kontraste vermitteln darüber hinaus eine Trennung zwischen einzelnen Informationen, während durch geringe Kontraste ein Effekt von Nähe erzeugt wird. Vgl. [10, S.58-59]

Diese Beispiele sind als Hinweis für eine Erweiterung zu verstehen. Eine allgemein gültige Festschreibung für die Zuordnung bestimmter Farben zu einer Nutzeransicht/ Phase/ Aktivität kann nicht vorgenommen werden, da sich ein Farbkonzept in der Regel mit der fortschreitenden Entwicklung verschiedener Entwürfe und Prototypen herausbildet. Vgl. [19, S.198] Des weiteren sind in der Regel Systemhersteller an Vorgaben wie hausinterne Styleguides bzgl. der Farbauswahl gebunden. Die in diesem Konzept verwendeten Farben sind daher nur beispielhaft zu sehen.

² Bouncken, Ricarda B.; Pfannstiel, Mario A.; Reuschl, Andreas J. (2013). Dienstleistungsmanagement im Krankenhaus I – Prozesse, Produktivität und Diversität. Springer Gabler; Springer Fachmedien Wiesbaden; ISBN: 978-3-658-00872-7; S.10

6.2 Fazit

Allgemein wäre für die Kommunikation und Synchronisation der Abläufe innerhalb des OP-Bereiches eine Darstellung geplanter und aktueller Aktivitäten sowie deren geplanter und vergangener Dauer von großem Vorteil.

Die Visualisierungskonzepte integrieren verschiedene entscheidende OP-Informationen und präsentieren sie dem Nutzer über eine Benutzerschnittstelle in einer intuitiv und einfach zu erfassenden Form. Gleichzeitig unterstützen sie den Betrachter dabei, seine Arbeitsschritte in den komplexen und anspruchsvollen Gesamtprozess einer Operation einzuordnen.

Die Konzeptionierung und spätere Implementierung dieser Visualisierung soll dem Nutzer vor allem helfen, Abweichungen vom geplanten Zeitplan oder potenzielle Verzögerungen sofort zu erkennen, um schnellstmöglich auf diese Veränderungen reagieren zu können. Auf diese Weise können unnötige Wartezeiten und Interferenzen mit anderen laufenden Aufgaben reduziert oder vermieden werden.

Durch eine Umsetzung der Visualisierungskonzepte können theoretisch mögliche Kommunikationsprobleme der Nutzer sowie Kosten- und Risikofaktoren in einem Operationssaal reduziert werden. Um jedoch die Vorteile des entwickelten Konzeptes weiter zu evaluieren, sind umfangreiche Beobachtungen, Befragungen und Rückmeldungen von medizinischen Experten wünschenswert. In einem darauf folgenden Schritt sollte ein Prototyp während einer Operation implementiert und getestet werden. Dies würde helfen, das volle Potenzial der in dieser Arbeit beschriebenen Konzepte zu evaluieren.

7. LITERATUR

- [1] Bouncken, Ricarda B.; Pfnannstiel, Mario A.; Reuschl, Andreas J. (2014): Dienstleistungsmanagement im Krankenhaus II – Prozesse, Produktivität, Diversität. Springer Fachmedien Wiesbaden. ISBN 978-3-658-05133-4
- [2] Springer Gabler Verlag (Herausgeber), Gabler Wirtschaftslexikon, Stichwort: Prozess. Online verfügbar: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/12416/prozess-v12.html> (zuletzt geprüft: 26.07.2014)
- [3] Günthner, W.A.; Schneider, O. (2011): Methode zur einfachen Aufnahme und intuitiven Visualisierung innerbetrieblicher logischer Prozesse. Forschungsbericht der Forschungsstelle, Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik, Technische Universität München. Online verfügbar: http://www.fml.mw.tum.de/fml/images/Publikationen/Forschungsbericht_ProzessLog_komplett.pdf (zuletzt geprüft: 20.07.2014)
- [4] Koch, S. (2011): Einführung in das Management von Geschäftsprozessen. DOI 10.1007/978-3-642-01121-4_2, Springer-Verlag Berlin Heidelberg
- [5] Ortner, Wolfgang (2012): Modellierung von Geschäftsprozessen. Qualitäts- und Prozessmanagement; FH-Ludwigshafen; FH Oberösterreich; Campus Steyr. Online verfügbar: [http://web.fh-ludwigshafen.de/fb1/student1.nsf/Files/9BFBBF446E17E459C1257AD1002EDC24/\\$FILE/QuPM_7.Modellierung%20von%20Geschäftsprozessen.pdf](http://web.fh-ludwigshafen.de/fb1/student1.nsf/Files/9BFBBF446E17E459C1257AD1002EDC24/$FILE/QuPM_7.Modellierung%20von%20Geschäftsprozessen.pdf) (zuletzt geprüft: 23.07.2014)
- [6] Schafferer, Markus (2005): Evaluation von Notationen zur Geschäftsprozessmodellierung. Private Universität für Gesundheitswissenschaften, Medizin, Informatik und Technik. Bachelorarbeit; Institut für Informationssysteme des Gesundheitswesens. Online verfügbar: http://iig.umit.at/dokumente/bsc_schafferer.pdf (zuletzt geprüft: 28.07.2014)
- [7] DVZ – Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern GmbH (2011): Ausgewählte Modellierungs-Notationen im Überblick. Prozessmanagement in MV. Ausgewählte Modellierungs-Notationen im Überblick. Online verfügbar: http://www.service.mv.de/cms/DLP_prod/DLP/Servicebereich/Kooperatives_E-Government/Prozessmanagement/01_Anlage_Modellierungsnotationen_im_Ueberblick_V03.pdf (zuletzt geprüft: 25.07.2014)
- [8] Wehrmaker, Tristan (2007): Konzept und Implementierung von Swimlanes in Ereignisgesteuerten Prozessketten. Bachelorarbeit; Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover; Fakultät für Elektrotechnik und Informatik; Software Engineering. Online verfügbar: <http://www.se.uni-hannover.de/pub/File/pdfpapers/Wehrmaker2007.pdf> (zuletzt geprüft: 04.08.2014)
- [9] Hristova, Hristina (2010): Visualisierung von Person-Centric Flows. Diplomarbeit Nr. 3045, Institut für Architektur von Anwendungssystemen; Universität Stuttgart. Online verfügbar: http://elib.uni-stuttgart.de/opus/volltexte/2010/5852/pdf/DIP_3054.pdf (zuletzt geprüft: 22.07.2014)
- [10] Moldmann, Max (2006): Visualisierungskonzepte für Prozessinformationen. Universität Ulm; Fakultät Informatik; Abteilung Datenbanken und Informationssysteme; Diplomarbeit. Online verfügbar: <http://dbis.eprints.uni-ulm.de/558/1/Mold06a.pdf> (zuletzt geprüft: 16.07.2014)
- [11] Bauer, T. (2004). Visualisierung laufender Prozesse. In *GI Jahrestagung (2)* (pp. 543-548). Online verfügbar: <http://cs.emis.de/LNI/Proceedings/Proceedings51/GI-Proceedings.51-112.pdf> (zuletzt geprüft: 11.07.2014)
- [12] Veith, Nicola (2014): OP-Barometer 2013 – Weiterhin große Defizite in OP-Bereichen. Idw – Informationsdienst Wissenschaft; Nachrichten, Termine, Experten. Fachhochschule Frankfurt am Main. Online verfügbar: <http://www.idw-online.de/de/news578055> (zuletzt geprüft: 28.07.2014)
- [13] Bouncken, Ricarda B.; Pfnannstiel, Mario A.; Reuschl, Andreas J. (2013). Dienstleistungsmanagement im Krankenhaus I – Prozesse, Produktivität und Diversität. Springer Gabler; Springer Fachmedien Wiesbaden; eISBN: 978-3-658-00873-4; ISBN: 978-3-658-00872-7
- [14] Hubbe, Dr. Ulrich (2009): Weltweit erste navigierte Wirbelsäulenoperation mit einem neuen Flachdetektor 3D Röntgengerät. Öffentlichkeitsarbeit und Beziehungsmanagement, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg. Online verfügbar: http://www.pr.uni-freiburg.de/pm/2009/pm_2009-01-29.37/?searchterm=None (zuletzt geprüft: 28.07.2014)
- [15] Van Lier, Lotte (2008): Design of a digital checklist interface for preparing laparoscopic procedures. Graduation Report; TUDelft University; Faculty, Industrial Design.
- [16] Wiemuth, Markus (2014): Design and Implementation of a Task Manager for the Workflow in an Operation Room. Hochschule Reutlingen; Master Thesis; Fakultät Informatik; Medien und Kommunikationsinformatik.

- [17] Berufsverband Deutscher Anästhesisten, BDA e.V. - Deutsche Gesellschaft für Anästhesiologie und Intensivmedizin, DGAI e.V. (2011): Glossar perioperativer Prozesszeiten und Kennzahlen. EEV, 5. Auflage, S.685-696
- [18] Fink, Elena (2012): Konzeptionierung einer intraoperativen Benutzerschnittstelle für ein Workflowmanagementsystem zur OP-Planung und intraoperativen Unterstützung. Bachelorthesis; Hochschule-Reutlingen, 23.08.2012
- [19] Moser, Christian (2012): User Experience Design – Mit erlebniszentrierter Softwareentwicklung zu Produkten, die begeistern. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN: 978-3-642-13362-6
- [20] Norman, Donald (1989): Dinge des Alltags. Gutes Design und Psychologie für Gebrauchsgegenstände. Frankfurt/a.M.: Campus Verlag GmbH; ISBN-10: 3593341244; ISBN-13: 978-3-593-34134-7
- [21] Shneiderman, Ben (2001): User Interface Design – Effektive Interaktion zwischen Mensch und Maschine. mitp, 1. Auflage; ISBN-10: 3826607538; ISBN-13: 978-3826607530
- [22] Schneider, Wolfgang (2008): Ergonomische Gestaltung von Benutzungsschnittstellen – Kommentar zur Grundsatznorm DIN EN ISO 9241-110. Beuth Verlag GmbH, Berlin; DIN Deutsches Institut für Normen e.V.; 2. Auflage; ISBN: 978-3-410-16495-1
- [23] Bobrik, R. (2008). Konfigurierbare Visualisierung komplexer Prozessmodelle (Doctoral Dissertation, University of Ulm); Online verfügbar: http://dbis.eprints.uni-ulm.de/750/1/PhD_Borbirk_08.pdf (zuletzt geprüft: 26.04.2014)
- [24] Bobrik, R. (2008). Konfigurierbare Visualisierung komplexer Prozessmodelle (Doctoral Dissertation, University of Ulm); Online verfügbar: http://dbis.eprints.uni-ulm.de/750/1/PhD_Borbirk_08.pdf (zuletzt geprüft: 26.04.2014)

Entwicklung und Umsetzung eines Rollenkonzepts zur Rechteverwaltung in Datenbanken

Ben Heimerdinger
IBM Deutschland
R&D GmbH

Ben.Heimerdinger@Student.Reutlingen-University.de

ABSTRACT

This article covers the correlation between the permission and the schema management of the database products DB2, Oracle and MS SQL Server. An abstract role concept for the permission management within the schema layer will be introduced and adapted to the three database products.

Kategorien

H 2.1 [DATABASE MANAGEMENT]: Logical Design
Schema and subschema

H 2.7 [DATABASE MANAGEMENT]: Database Administration
Security, integrity and protection

Schlüsselwörter

Rollenkonzept, Datenbank, Berechtigungsverwaltung

1. EINLEITUNG

Umfangreiche Softwaresysteme unterstützen und steuern viele Prozesse in unserer Gesellschaft. Vom fehlerfreien Ablauf kritischer Prozesse hängen finanzielle Interessen, oder sogar die Funktionsfähigkeit von Teilen unserer Infrastruktur ab. Deshalb ist es von großer Bedeutung die Architektur dieser Softwaresysteme übersichtlich, robust und sicher zu gestalten. Schwachstellen sind Gründe für Fehlverhalten und Sicherheitsrisiken. Eine klare Definition von Schnittstellen und Zugriffsberechtigungen innerhalb (und auch nach Außen) der Systeme verringert Fehlverhalten und Risiken.

Deshalb sind konsistente Zugriffskonzepte in Softwaresystemen, die kritische Prozessabläufe verwalten, unerlässlich. Durch Zugriffsverwaltung ist es einem unautorisierten Benutzer oder Systemteil nicht möglich, auf Ressourcen zuzugreifen, die nicht für ihn bestimmt sind. Um die Zugriffe einer großen Benutzeranzahl auf Ressourcen effektiv zu verwalten, kann ein rollenbasiertes Zugriffskonzept angewendet werden.

Bei dieser Art der Zugriffssteuerung werden Rollen definiert und ihnen Zugriffsberechtigungen zugewiesen. Für verschiedene Tätigkeiten brauchen Systembenutzer Zugriff auf verschiedene Ressourcen. Den Benutzern werden, abhängig von ihren Tätigkeiten, Rollen zugewiesen. So werden Berechtigungen gebündelt und über Rollen vergeben.

Auf eine Datenbank greifen häufig viele verschiedene Anwendungen zu, jede der Anwendungen kann unterschiedliche Zugriffsberechtigungen erfordern. Auch zwischen den Privilegien der Anwendungsnutzer sollte unterschieden werden, nicht jeder Benutzer derselben Anwendung verfügt über dieselben Berechtigungen. Auf welche Ressourcen wie zugegriffen wird, ist sowohl von der Anwendung, als auch von dem Benutzer der Anwendung abhängig.

Bietet die verwendete Datenbank eine entsprechend hohe Granularität der Berechtigungen, kann ein RBAC-System (role-based access control – rollenbasiertes Zugriffskonzept) effektiv eingesetzt werden. Ein RBAC-System ist also von der verwendeten Datenbank abhängig. Soll ein Softwaresystem mehrere Datenbankprodukte unterstützen, und der Ressourcenzugriff über ein RBAC-System geregelt werden, muss ein abstraktes Rollenkonzept erstellt werden, das in seiner Umsetzung der Berechtigungsgranularität jeder der Datenbanken angepasst werden kann.

2. ROLLENKONZEPT

Ein exemplarisches Softwaresystem besteht aus mehreren Komponenten, die auf dieselbe Datenbank zugreifen. Alle Zugriffe erfolgen mit den Rechten des Datenbankadministrators. Das Softwaresystem kann mit drei Datenbankprodukten betrieben werden: IBM DB2, Oracle Database und Microsoft SQL Server. Um die Zugriffe einheitlich regulieren zu können, soll ein Rollenkonzept eingeführt werden. Das Konzept wird in seiner Umsetzung auf die Berechtigungsgranularität der einzelnen Datenbankprodukte abgebildet. Folgende Anforderungen werden an das Rollenkonzept gestellt:

2.1 Anforderungsspezifikation und Begriffserklärung

Der Begriff Schema existiert in allen drei Datenbankprodukten, auf die das Rollenkonzept angewandt werden soll. Die genaue Bedeutung des Begriffs variiert allerdings von Produkt zu Produkt. Er bezeichnet zwar in allen drei Datenbankprodukten einen Verwaltungsbereich, allerdings sind dessen Eigenschaften und die Rechteverwaltung verschieden (siehe Abschnitt 2). Im

Betreuer Hochschule: Prof. Helmut Ketz
Hochschule Reutlingen
Helmut.Ketz@Reutlingen-University.de

Betreuer Firma: Andreas Fried
IBM Deutschland R&D GmbH
Afried1@de.ibm.com

Herbstkonferenz 2014
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz
19. November 2014, Hochschule Reutlingen
Copyright 2014 Ben Heimerdinger

Folgendes bezeichnet der Begriff Schema immer eine logische Gliederung/Zusammenfassung von Objekten in einer Datenbank. "Jedes Datenbankobjekt gehört zu genau einem Schema, und jedes Schema gehört zu genau einem Benutzer. [...] Datenbankobjekte müssen innerhalb eines Schemas eindeutige Namen haben." [1 S.41] (Allerdings sollen in dem hier entwickelten Konzept mehrere Benutzer auf die Objekte innerhalb eines Schemas zugreifen können, sofern sie dazu berechtigt sind.)

SQL-Anweisungen werden in diesem Artikel in Großbuchstaben geschrieben. Platzhalter für Parameter in SQL-Anweisungen werden mit < ... > gekennzeichnet, wobei ... durch die Art des Platzhalters ersetzt wird.

Folgende Anforderungen werden an das Rollenkonzept gestellt:

1. Die Ressourcen des Softwaresystems sollen nach Systemkomponenten (die Zugriff auf die jeweiligen Ressourcen benötigen) in separate Schemata gegliedert werden können (innerhalb derselben Datenbank).
2. Je nach Bedarf sollen auch mehrere Komponenten auf Ressourcen desselben Schemas zugreifen können.
3. Die Komponenten verfügen über unterschiedliche, für sie bestimmte, Berechtigungen.
4. Keine der Komponenten kann mit Datenbank-administratorprivilegien auf die Datenbank zugreifen.
5. Für jedes Schema soll zwischen dem Zugriff eines Laufzeitbenutzers und eines Schemaadministrators unterschieden werden. Es existiert also pro Schema eine User- und eine Administratorrolle.
6. Die Administratorrolle wird einmalig eingesetzt, um nach der Installation des Softwaresystems, in einem Schema Objekte zu erzeugen.
7. Alle weiteren Zugriffe erfolgen über die Userrolle.

2.2 Umsetzung der Anforderungen in einem Rollenkonzept

Alle drei Datenbanken unterstützen die Konzepte der Rollenverwaltung und Schemata, die zur Umsetzung der Anforderungen benötigt werden. Aus den Anforderungen gehen pro Systemkomponente zwei Rollen hervor, dies impliziert eine dritte, die benötigt wird um die beiden genannten Rollen Benutzern zuzuweisen. Die dritte Rolle ist die des Datenbank-administrators. Abb. 1 fasst die drei vorgestellten Rollen und ihre Gültigkeitsbereiche zusammen:

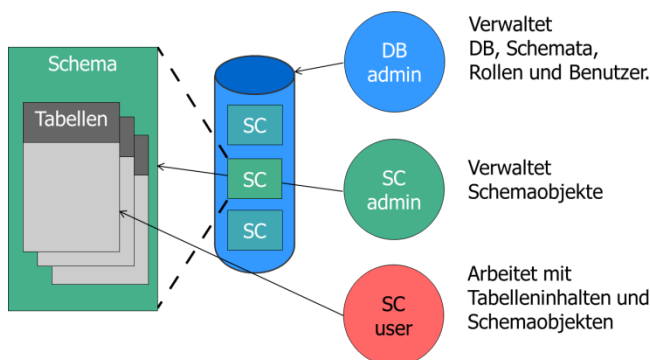


Abbildung 1: Rollen und Gültigkeitsbereiche

Die Datenbank, Schemata und Rollen werden von einem Benutzer mit den Berechtigungen des Datenbankadministrators angelegt

(DB admin). Der Schemaadministrator (SC admin) erzeugt und konfiguriert die, für einen einwandfreien Systembetrieb relevanten, Elemente innerhalb eines Schemas. Dieser Vorgang geschieht einmalig nach Installation des Softwaresystems. Dadurch, dass der Schemaadministrator Eigentümer der von ihm erzeugten Objekte ist, hat der Laufzeitbenutzer keine Berechtigung, Modifikationen an diesen vorzunehmen. Der Laufzeitbenutzer (SC user) kann mit den bereits vorhandenen Objekten interagieren aber sie nicht löschen oder strukturell verändern. Er kann neue Objekte erzeugen, sofern seine Rolle dies vorsieht. Die spezifizierten Anforderungen können in folgendem Modell realisiert werden:

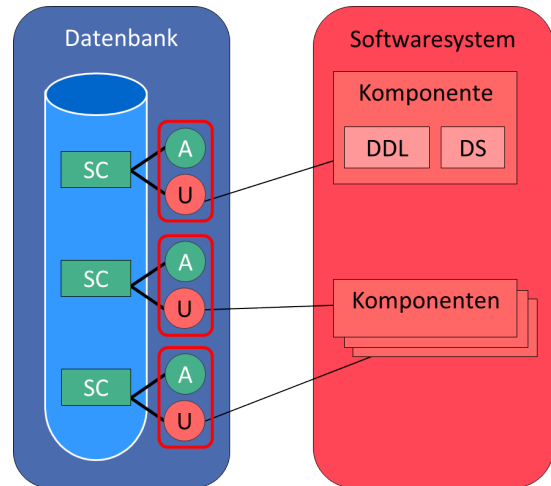


Abbildung 2: Modell eines Rollenkonzepts

In Abb. 2 ist eine Datenbank mit Anbindung an ein Softwaresystem zu sehen. Das System besteht aus verschiedenen Komponenten, denen jeweils separate Bereiche in der Datenbank zugeordnet sind. Die Bereiche sind in Abb. 2 mit SC (Schema) gekennzeichnet. Die Komponenten beinhalten jeweils DDL-Dateien (Data Definition Language). In diesen Dateien sind die Strukturen der Daten des entsprechenden Schemas beschrieben. Die Informationen in den DDL-Dateien geben an, welche Objekte (z.B. Tabellen) sich innerhalb eines Schemas befinden (müssen) und welche Struktur diese Objekte haben (z.B. bei Tabellen welche Spalten, Datentypen etc.) In den DS-Dateien (Datasource) ist eine Referenz auf den Benutzer hinterlegt, mit dem die jeweilige Komponente auf die Datenbank zugreift.

Der in der Datasource angegebene Benutzer ist Teil der Schnittstelle zwischen Datenbank und Systemkomponente. Dieser Benutzer wird mit der Rolle des Laufzeitbenutzers versehen, in Abb. 2 durch U (User) dargestellt. A (Administrator) kennzeichnet einen weiteren Benutzer mit der Schemaadministratorrolle, der nicht in der Datasource hinterlegt ist. Der Schemaadministrator wird ausschließlich genutzt, um die Objekte innerhalb eines Schemas, bei der Installation des Systems, anzulegen.

Berechtigungen für Zugriffe innerhalb der einzelnen Schemata werden in Rollen zusammengefasst und die Rollen Benutzern zugewiesen. Die Rollen bilden eine Schnittstelle zwischen Benutzern und Schemata, die Rollen fungieren als Rechteverwaltungsschicht. Bei Bedarf können auch mehrere Rollen einem Benutzer zugewiesen werden. Die Rollen werden in SQL-Skripten geschrieben. Welche Rolle welchem Benutzer zugewiesen wird, kann bei der Scriptausführung per Parameterübergabe gesteuert werden. Dieses Vorgehen bietet maximale Flexibilität bei der

Aufteilung oder Zusammenführung von Berechtigungen auf Benutzer und Komponenten.

3. RECHTEVERWALTUNG DER DATENBANKEN

DB2, Oracle und Microsoft SQL Server setzen das Konzept des Schemas und der damit verbundenen Berechtigungen auf verschiedene Art um. Im nächsten Schritt werden ihre Berechtigungskonzepte analysiert, um danach zu evaluieren, wie das Rollenkonzept mit den einzelnen Datenbankprodukten umgesetzt werden kann.

3.1 DB2

In der Datenbank DB2 existieren drei hierarchische Berechtigungsebenen (Abb. 3).

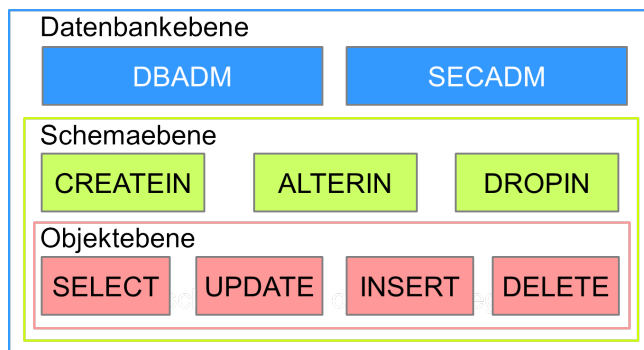


Abbildung 3: DB2 Berechtigungsebenen mit Beispielberechtigungen

Berechtigungen für Objekte wie Tabellen oder Prozeduren werden auf Objektebene vergeben. Eine Berechtigung auf Objektebene muss immer auf genau ein Objekt bezogen sein. Es existieren noch weitere Berechtigungen auf Objektebene, außer den vier exemplarisch dargestellten in Abb. 3 [2]. Auf Schemaebene können die drei Berechtigungen CREATEIN, ALTERIN und DROPIN vergeben werden. Durch sie können Objekte innerhalb eines bestimmten Schemas erzeugt, gelöscht oder verändert werden [3].

Hat ein Benutzer das Recht Objekte zu erzeugen (CREATEIN), erhält er automatisch alle Objektberechtigungen, für die von ihm erzeugten Objekte. ALTERIN dient zur Interaktion und Veränderung von Objekten innerhalb eines Schemas. ALTERIN impliziert alle Berechtigungen auf Objektebene, unabhängig davon welcher Benutzer die Objekte erzeugt hat. DROPIN ist die Berechtigung, die benötigt wird, um jedes Objekt innerhalb eines Schemas zu löschen.

Auf Datenbankebene existieren verschiedene „Database Authorities“. Dies sind zum Teil sehr spezifische, zum Teil gebündelte Berechtigungen, die einem Benutzer zugewiesen werden können [4]. Diese implizieren (größtenteils) das Erzeugen oder Verändern von Objekten und Schemata. Für die Benutzerverwaltung (Benutzer sowie Rollen werden in DB2 als Authorization-IDs bezeichnet) werden die Authorities SECADM oder DBADM benötigt.

Pro Benutzer existiert ein gleichnamiges Schema. Dies ist das Standardschema der Authorization-ID des Benutzers. Wenn der Benutzer über die Berechtigung verfügt Objekte zu erstellen und keinen Schemanamen explizit angibt, werden von ihm erstellte Objekte diesem Standardschema zugewiesen. Ein Benutzer mit der Database-Authority DBADM kann Schemata erzeugen, indem

er ein neues Objekt erzeugt und dieses mit dem Namen eines noch nicht existierendes Schemas qualifiziert (Beispiel: CREATE TABLE <nonexisting schemaname>.<new table>). So erzeugte Schemata werden implizit erzeugte Schemata genannt. Bei diesen Schemata wird der Gruppe Public, der alle Benutzer angehören, die Berechtigung CREATEIN zugewiesen. Wurde diese Funktion deaktiviert (erst ab V.10.5 möglich), erhält nur der Erzeuger die CREATEIN-Berechtigung. Schemata können auch explizit erzeugt werden, durch die SQL-Anweisung CREATE SCHEMA <schemaname> AUTHORIZATION <authorization-ID>. Der Parameter AUTHORIZATION gibt die Authorization-ID an, welche die CREATEIN Berechtigung für das Schema erhält [5].

Für das in Abschnitt 2.2 vorgestellte Rollenkonzept bedeuteten diese Informationen, dass ein Datenbankadministrator explizit Schemata erzeugt und das CREATEIN-Recht den jeweils zuständigen Administrator- und Benutzerrollen zuweist. Nachdem der Schemaadministrator die Objekte innerhalb des Schemas erzeugt hat, werden der Laufzeitbenutzerrolle die entsprechenden Objektberechtigungen pro Objekt zugewiesen.

3.2 Oracle

Die Berechtigungshierarchie der Datenbank Oracle (Abb. 4) ist grobgranularer als bei DB2 aufgebaut. Es können Berechtigungen für einzelne Objekte vergeben werden, die dem Benutzer die Interaktion und Veränderung dieser Objekte erlauben (object privileges). Diese Berechtigungen können der Objektebene zugeordnet werden, da sie sich jeweils auf ein bestimmtes Objekt beziehen. Es existiert keine schemaspezifische Ebene, da keine Berechtigungen für ein bestimmtes Schema vergeben werden können. Alle weiteren Berechtigungen werden auf Datenbankebene vergeben (system privileges) [6].

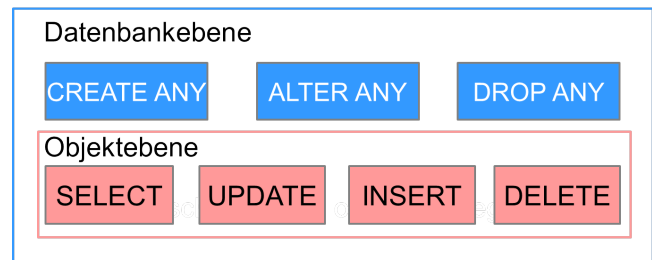


Abbildung 4: Oracle Berechtigungsebenen mit Beispielberechtigungen

Ein Benutzer kann beispielsweise Objekte entweder ausschließlich in seinem Schema, oder in allen Schemata der Datenbank erzeugen. Um Objekte in allen Schemata erzeugen zu können, wird die CREATE ANY <objecttype> Berechtigung benötigt. Nach dem gleichen Prinzip ermöglichen weitere Berechtigungen die Veränderung (ALTER ANY) und das Löschen (DROP ANY) aller Objekte [6].

Schemata sind in Oracle an Benutzer gebunden. Jedes Schema entspricht einem Benutzer, es existiert kein Benutzername ohne gleichnamiges Schema und kein Schema, das nicht explizit dem gleichnamigen Benutzer zugeordnet ist. Schemata können nur in Verbindung mit neuen Datenbanknutzern angegeben werden. Werden Objekte in einem Schema erzeugt, unabhängig von wem, ist der gleichnamige Benutzer der Eigentümer dieser Objekte. Das bedeutet er hat alle Berechtigungen auf Objektebene an allen Objekten in seinem Schema [6]. Es können nur Berechtigungen entzogen werden, die zuvor explizit mit einem GRANT-Befehl gewährt wurden. Werden also Objekte im Schema eines

Benutzers erzeugt, können diesem Benutzer nicht die dazugehörigen Objektberechtigungen entzogen werden [7].

Um das Rollenkonzept aus Abschnitt 2.2 auf die Oracle Datenbank anwenden zu können, werden zwei Benutzer pro Systemkomponente erstellt, der Schemaadministrator und der Laufzeitnutzer. Der Schemaadministrator erzeugt in seinem Schema alle für den Systembetrieb benötigten Objekte. Dann werden der Laufzeitbenutzerrollen die benötigten Rechte an allen so erzeugten Objekten zugewiesen. Oracle bietet für das Erzeugen neuer Objekte nicht die Trennung der Berechtigungen nach spezifischen Schemata.

3.3 Microsoft SQL Server

MS SQL Server setzt das Berechtigungsmanagement und den Begriff des Schemas anders um als Oracle und DB2. Wie bei DB2 gibt es hier drei Berechtigungsebenen, die Datenbank-, Schema-, und Objektebene (Abb. 4) [8, 9, 10].

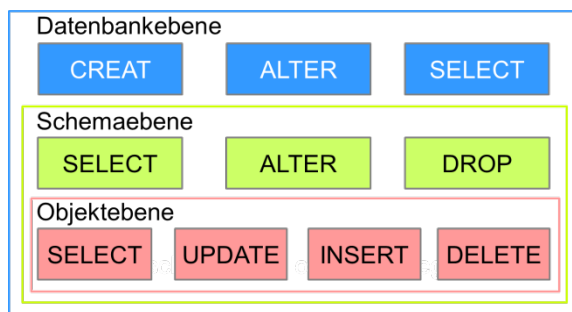


Abbildung 4: MS SQL Server Berechtigungsebenen mit Beispielerberechtigungen

Viele Berechtigungen können auf mehreren Ebenen vergeben werden, die Ebene wird durch die Syntax und Parameter der SQL-Anweisung festgelegt. Wird eine Berechtigung auf einer höheren Ebene vergeben, gilt sie auch für alle Objekte der darunterliegenden Ebenen. Die CREATE-Berechtigung kann nur auf Datenbankebene vergeben werden, sie wird benötigt um Objekte erzeugen zu können. In welchem Schema ein Benutzer Objekte erzeugen kann, ist abhängig davon, für welches Schema er die ALTER-Berechtigung besitzt. Diese Berechtigung kann entweder auf Schema- oder auf Datenbankebene vergeben werden. Durch die ALTER-Berechtigung für ein Schema kann ein Benutzer nicht nur Objekte innerhalb eines Schemas erzeugen, sondern auch alle von ihm nicht erzeugten Objekte verändern. Auch das Löschen von Objekten durch den DROP-Befehl wird durch die ALTER-Berechtigung erlaubt [11].

Jeder Benutzer besitzt ein Standardschema. Wird kein anderes Schema explizit angegeben, ist dbo das Standardschema. In diesem Schema werden, sofern er die benötigten Berechtigungen hält, die Objekte des Benutzers erzeugt. Objekte in anderen Schemata können durch CREATE <objecttype> <schemaname>.<objectname> erzeugt werden. Ein Benutzer (im Gegensatz zu DB2 aber keine Rolle) kann für ein Schema durch den Befehl CREATE/ALTER SCHEMA <schemaname> AUTHORIZATION <username> Eigentümer eines Schemas werden. Der Eigentümer eines Schemas besitzt alle Rechte an allen Objekten innerhalb des Schemas, unabhängig von wem sie erzeugt wurden [12].

Für das Rollenkonzept aus Abschnitt 2.2 bedeutet dieses Berechtigungssystem, dass zwar Komponenten und Zugriffe durch Schemata getrennt werden können. Doch ist die

Veränderung von Objekten innerhalb desselben Schemas allen Benutzern mit ALTER-Berechtigung möglich. Der Laufzeitbenutzer benötigt die ALTER-Berechtigung um Objekte erstellen zu können. Objekte innerhalb desselben Schemas können deshalb nicht vor Veränderungen durch verschiedene Schemanutzer geschützt werden.

Alle untersuchten Datenbankprodukte unterscheiden sich in ihren Berechtigungssystemen, deshalb sind bei der Umsetzung des Rollenkonzepts verschiedene Vorgehensweisen nötig. Im nächsten Abschnitt wird das Rollenkonzept auf ein reales Softwaresystem angewendet.

4. UMSETZUNG

Der IBM Business Process Manager (BPM) ist ein Softwaresystem zur Verwaltung von Geschäftsprozessen. Die Software wird für effiziente und sichere Prozessabwicklung in Unternehmen mit zahlreichen Geschäftsprozessen wie z.B. Banken eingesetzt [13]. Das System besteht aus mehreren Komponenten mit Datenbankbindung. Die Zugriffe der einzelnen Komponenten sollen mit dem entwickelten Rollenkonzept getrennt und die Berechtigungen der Komponenten reguliert werden. Die Datenbank ist nicht Teil des Systems und kann vom Kunden frei gewählt werden, deshalb ist die Anpassung des Konzepts an das jeweilige Datenbankprodukt nötig. Das Rollenkonzept wird nach der Installation, bei der Systemkonfiguration, eingeführt.

4.1 Konfigurationsschritte

In einem installierten, aber noch nicht konfigurierten BPM-System und einer dazugehörenden Datenbank, wird das Rollenkonzept in mehreren Schritten umgesetzt. Die Konfiguration wird von einem Programm ausgeführt, das über eine Konfigurationsdatei gesteuert wird. In der Konfigurationsdatei ist (unter Anderem) festgelegt, welche Komponente welchem Benutzer und welchem Schema zugeordnet wird. Die Abkürzungen SC und U in Abb. 5 stehen für Schema und Benutzer. Diese Objekte werden aufgrund der Informationen in der Konfigurationsdatei erzeugt. Dazu werden die benötigten SQL-Skripte durch das Konfigurationsprogramm mit DB-Administratorberechtigung ausgeführt.

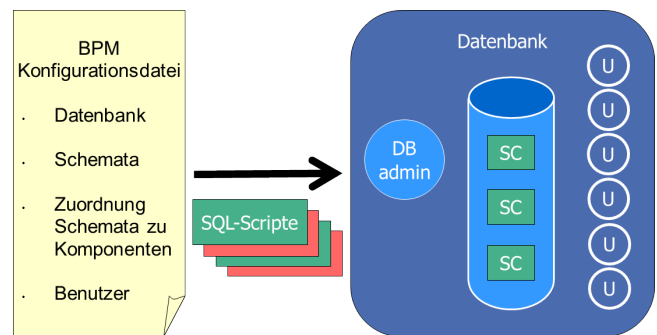


Abbildung 5: SQL-Skripte erzeugen Datenbankelemente

Pro Rolle existiert eine SQL-Datei die das Konfigurationsprogramm (als Datenbankadministrator) ausführt. Dadurch werden Rollen erzeugt und Benutzern zugewiesen (Abb. 6). Die Abkürzungen SC, A und U stehen für Schema, Schemaadministrator und Laufzeitbenutzer. Die Rechte werden automatisiert verteilt, unabhängig von der Aufteilung der Komponenten und Schemata.

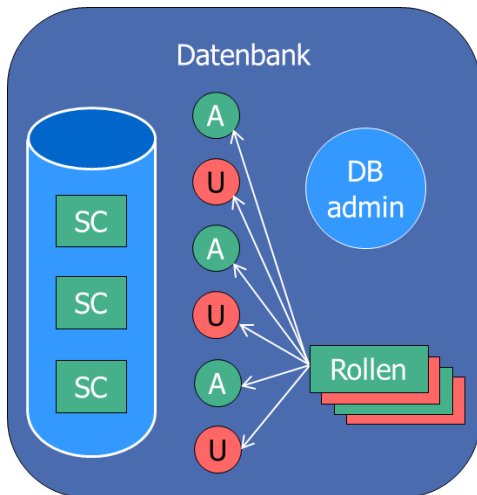


Abbildung 6: Benutzern werden Rollen zugewiesen

Im letzten Schritt der Konfiguration werden SQL-Skripte (von dem jeweiligen Schemaadministrator) ausgeführt, in denen hinterlegt ist, welche Objekte in welchem Schema erzeugt werden. Nachdem die Schemata mit Objekten gefüllt sind kann das BPM-System gestartet werden. Je nach Datenbankprodukt müssen andere SQL-Skripte eingesetzt werden. In den folgenden Abschnitten wird die Komponente BUSINESS_SPACE und ihre Laufzeitbenutzerrolle BUSINESS_SPACE_USER_ROLE als Beispiel verwendet.

4.2 DB2

Benutzer können in DB2 nicht über SQL-Skripte erstellt werden, sondern nur auf Betriebssystemebene. Abhängig vom Betriebssystem kann z.B. ein Windows Benutzeraccount erstellt und zur Benutzergruppe DB2 hinzugefügt werden, dies verknüpft den Account mit einer Authorization-ID in DB2 [14]. Nachdem die Benutzer erstellt wurden, kann die BPM-Konfigurationsdatei durch das Konfigurationsprogramm abgearbeitet werden, dies geschieht in folgenden Schritten:

1. Leere Schemata und Rollen werden durch die automatische Ausführung von SQL-Skripten angelegt. Rollen sind in vordefinierten SQL-Skripten hinterlegt. Das Konfigurationsprogramm leitet aus den Informationen in der Konfigurationsdatei ab, welche Rollen welchem Benutzer zugewiesen werden, und führt diese Zuweisungen als DB-Administrator aus.
2. Das Konfigurationsprogramm erzeugt SQL-Skripte, die die Objekte innerhalb der Schemata beschreiben. Diese Skripte werden als jeweiliger Schemaadministrator ausgeführt, so werden die entsprechenden Objekte in jedem Schema erzeugt.
3. Durch Ausführung eines SQL-Skripts werden alle Objekte innerhalb eines Schemas ausgelesen und ihre Namen als Parameter von GRANT-Anweisungen in ein neues SQL-Skript geschrieben. GRANT-Anweisungen werden genutzt um Berechtigungen zu gewähren. Durch das erste SQL-Skript werden Anweisungen der Form GRANT SELECT, INSERT, UPDATE, DELETE ON TABLE <name> TO <authorization-ID> erzeugt und in ein neues SQL-Skript geschrieben. Danach werden die neu erzeugten SQL-Skripte ausgeführt. Der gesamte

Schritt 3 wird durch das Konfigurationsprogramm wieder durch den DB-Administrator ausgeführt.

Der folgende Quellcode eines SQL-Skripts wird verwendet, um alle Objekte, in diesem Fall Tabellen, eines bestimmten Schemas in einer temporären Tabelle (TABLE_NAMES) zu sammeln. Der Name des bestimmten Schemas wird anstelle des Parameters @SCHEMA@ gesetzt. Im zweiten Teil des Skripts wird mit einer SELECT-Anweisung der Inhalt der temporären Tabelle TABLE_NAMES ausgelesen und jeder Eintrag in einen String eingesetzt.

```
WITH TABLE_NAMES AS
(
    SELECT TABNAME, TABSCHEMA
    FROM SYSCAT.TABLES
    WHERE TABSCHEMA = '@SCHEMA@'
    ORDER BY TABNAME
)
SELECT 'GRANT SELECT, UPDATE, DELETE, INSERT
ON TABLE '
    CONCAT TRIM (TABSCHEMA)
    CONCAT '.'
    CONCAT TABNAME
    CONCAT ' TO BUSINESS_SPACE_USER_ROLE;'
FROM TABLE_NAMES;
```

Die Rückgabe des Aufrufs der SELECT-Anweisung wird in ein neues SQL-Skript geschrieben. Dabei entstehen Anweisungen der Form

```
GRANT SELECT, UPDATE, DELETE, INSERT ON
TABLE TABSCHEMA.TABNAME TO
BUSINESS_SPACE_USER_ROLE;
```

Tablename ist der Schemaname und Tabname der Name der Tabelle, auf die dem Laufzeitbenutzer Zugriff gewährt werden soll. Der abgebildete SQL-Code wird mit der Zusatzanweisung ausgeführt, die erzeugten Strings in ein neues Skript zu schreiben:

```
db2 -xtf generateGrants_BusinessSpace.sql >
grantPrivileges_BusinessSpace.sql
```

Durch Schritt drei wird der Laufzeitbenutzer berechtigt mit (bereits bestehenden) Objekten innerhalb seines Schemas zu arbeiten. Allerdings ist er nicht berechtigt diese strukturell zu verändern, z.B. Spalten einer Tabelle löschen, hinzufügen oder die gesamte Tabelle löschen. Das Rollenkonzept kann in DB2 vollständig umgesetzt werden. In Oracle ist die Umsetzung eingeschränkter.

4.3 Oracle

Oracle weist jedem Benutzer ein Schema zu, das nach dem jeweiligen Benutzernamen benannt ist. Die Benutzerverwaltung findet innerhalb der Datenbank statt. Das BPM-Konfigurationsprogramm beginnt mit dem Erstellen der Benutzer:

1. SQL-Skripte werden mit DB-Administratorberechtigungen ausgeführt und erzeugen Benutzer und Schemata. Den Benutzern werden Rollen aus vordefinierten SQL-Skripten zugewiesen. Wie die Zuordnung von Rollen zu Benutzern erfolgt, ist in der Konfigurationsdatei beschrieben.

2. Das Konfigurationsprogramm erzeugt SQL-Skripte, in diesen befinden sich schemaspezifische Objektbeschreibungen. Diese Skripte werden durch das Konfigurationsprogramm als jeweiliger Schemaadministrator ausgeführt und erzeugen Objekte.
3. Die Berechtigungen mit bereits bestehenden Objekten in einem fremden Schema zu arbeiten wird der Laufzeitbenutzerrolle erteilt. Dazu werden alle Objekte eines Typs in einem Schema durchlaufen und ihre Namen in GRANT-Anweisungen übertragen, welche dann ausgeführt werden. Wie bei DB2 geschieht dies wieder mit den Berechtigungen des DB-Administrators.

Folgender Code wird für den Durchlauf der Objekte eines Schemas, und das Erzeugen und Ausführen der GRANT-Anweisungen genutzt:

```

DECLARE
SCHEMA VARCHAR2(200) :=
 '@BUSINESS_SPACE_ADMIN@';
GRANTEE VARCHAR2(200) :=
 'BUSINESS_SPACE_USER_ROLE';
BEGIN
  for rec in (SELECT OWNER, TABLE_NAME FROM
ALL_TABLES WHERE OWNER=SCHEMA ORDER BY
TABLE_NAME) loop
    EXECUTE IMMEDIATE ('GRANT SELECT ON
'|rec.OWNER||'.'|rec.TABLE_NAME||'
TO '|GRANTEE);
    EXECUTE IMMEDIATE ('GRANT INSERT ON
'|rec.OWNER||'.'|rec.TABLE_NAME||'
TO '|GRANTEE);
    EXECUTE IMMEDIATE ('GRANT UPDATE ON
'|rec.OWNER||'.'|rec.TABLE_NAME||'
TO '|GRANTEE);
    EXECUTE IMMEDIATE ('GRANT DELETE ON
'|rec.OWNER||'.'|rec.TABLE_NAME||'
TO '|GRANTEE);
  end loop;
END;
/

```

Der abgebildete Quellcode ist eine gespeicherte Prozedur in Oracle. Zu Beginn werden die Variablen SCHEMA und GRANTEE deklariert. Der Variable SCHEMA wird der Benutzername des Schemaadministrators zugewiesen. Um Flexibilität zu gewährleisten wird der Name nicht hart kodiert. Der Variable SCHEMA wird also eine andere Variable, die bei Scriptaufruf gesetzt wird, übergeben.

Die Prozedur durchläuft alle Ergebnisse einer SELECT-Anweisung. Jeder Rückgabewert wird in einen String gesetzt. Diese Strings werden sofort als SQL-Anweisungen ausgeführt. So wird genau angegeben, welche SQL-Anweisungen der Laufzeitbenutzer mit welchen Objekten ausführen kann. Oracle kann die Anforderung eins aus Abschnitt 2.1 nicht vollständig umsetzen. Zwar haben die einzelnen Komponenten/ Benutzer/Rollen nur eingeschränkten oder gar keinen Zugriff auf bestimmte Objekte. Allerdings kann jeder Benutzer, der über die CREATE-ANY-Berechtigung verfügt, in jedem Schema Objekte

erzeugen. Auch Microsoft SQL Server unterstützt das hier entwickelte Rollenkonzept nicht vollständig.

4.4 Microsoft SQL Server

Bei MS SQL Server sind im Gegensatz zu Oracle Schemata und Benutzer getrennt. Die Benutzerverwaltung findet innerhalb der Datenbank statt. Es können aber auch Benutzer auf Betriebssystemebene erstellt und mit Logins der Datenbank verknüpft werden. Für die Umsetzung des Rollenkonzepts werden die benötigten Benutzer allerdings durch SQL-Skripte auf Datenbankebene erzeugt.

1. Das BPM-Konfigurationsprogramm führt SQL-Skripte als DB-Administrator aus, um Benutzer, Rollen und Schemata zu erzeugen. Die Rollen werden Benutzern zugewiesen.
2. Um die Schemata mit Objekten zu füllen, werden schemaspezifische SQL-Skripte erzeugt. Diese Skripte werden nun vom jeweiligen Schemaadministrator ausgeführt. In ihnen ist beschrieben, welche Objekte in welchem Schema erzeugt werden sollen.

Bei MS SQL Server ist kein dritter Schritt nötig, in dem alle Objekte eines Schemas durchlaufen werden, um dem Laufzeitbenutzer Objektzugriffsrechte gewähren zu können. In den Rollendefinitionen werden dem Laufzeitbenutzer die benötigten Objektberechtigungen auf Schemaebene zugewiesen:

```

GRANT SELECT, UPDATE, DELETE, INSERT,
EXECUTE, ALTER ON SCHEMA:: @SCHEMA@ TO
BUSINESS_SPACE_USER_ROLE

```

Durch die ALTER-Berechtigung auf Schemaebene kann der Benutzer alle Objekte innerhalb des Schemas strukturell verändern. Dies ist konträr zu den Anforderungen des Rollenkonzepts. Der Laufzeitbenutzer benötigt diese Berechtigung allerdings um Tabellen erzeugen zu können

5. ABSCHLIEßENDE BETRACHTUNG

Das abstrakte Rollenkonzept, welches auf einer Anforderungsspezifikation basiert, kann in zwei von drei Datenbankprodukten nur eingeschränkt umgesetzt werden. Das einzige Datenbankprodukt welches alle Aspekte des Konzepts unterstützt ist DB2. In Oracle wird das Konzept, der auf ein Schema beschränkten Zugriffe des Laufzeitbenutzers, nicht umgesetzt. Systemrelevante Objekte sind vor kritischen Zugriffen des Laufzeitbenutzers geschützt, da der Eigentümer der Objekte der Schemabesitzer/-administrator ist. In MS SQL Server liegt die umgekehrte Einschränkung vor: Der Laufzeitbenutzer kann zwar nicht in andere Schemata schreiben oder Objekte aus diesen verändern, er kann aber alle vom Schemaadministrator erstellen Objekte kritisch verändern.

Trotz der genannten Einschränkungen in den Datenbankprodukten MS SQL Server und Oracle ist es sinnvoll das Rollenkonzept in das BPM-System zu integrieren. Durch die Rollen werden Berechtigungen trennbar. Dies war bislang nicht möglich, da alle Zugriffe mit DB-Administratorrechten erfolgten. Sicherheitsrisiken und die Fehleranfälligkeit des Systems werden durch die Strukturierung der Rechteverwaltung und der Zugriffe reduziert. Die Rollen bieten maximale Flexibilität bei der Aufteilung oder Zusammenfassung von Komponenten und Benutzern auf die zugeordneten Schemata.

6. LITERATUR

- [1] M. Unterstein, G. Matthiessen. Relationale Datenbanken und SQL in Theorie und Praxis, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2012
- [2] http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPGG_10.5.0/com.ibm.db2.luw.admin.sec.doc/doc/c0005555.html?lang=en
- [3] http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPGG_10.5.0/com.ibm.db2.luw.admin.sec.doc/doc/c0005548.html?lang=en
- [4] http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPGG_10.5.0/com.ibm.db2.luw.admin.sec.doc/doc/c0005524.html?lang=en
- [5] <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/ms178569.aspx>
- [6] <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/ms187940.aspx>
- [7] <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/ms188371.aspx>
- [8] <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/ms174979.aspx>
- [9] <http://msdn.microsoft.com/de-de/library/bb669061%28v=vs.110%29.aspx>
- [10] <http://www-03.ibm.com/software/products/en/business-process-manager-family>
- [11] http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPGG_10.5.0/com.ibm.db2.luw.qb.server.doc/doc/r0007134.html?lang=en
- [12] http://www-01.ibm.com/support/knowledgecenter/SSEPGG_10.5.0/com.ibm.db2.luw.admin.dboj.doc/doc/c0004105.html?lang=en
- [13] <http://docs.oracle.com/database/121/DBSEG/authorization.htm>
- [14] http://docs.oracle.com/database/121/SQLRF/statements_9021.htm

Alle Links abgerufen am 28.08.2014

Anwendung des UX Prozesses bei der Entwicklung eines personalisierten, situationsadaptiven Interaktionskonzepts

Benjamin Kaplan

Robert Bosch GmbH

Benjamin.Kaplan@Student.Reutlingen-University.de

ABSTRACT

In der Arbeit wird der nutzerzentrierte Designprozess der Bosch UX Academy bei der Entwicklung eines personalisierten, situationsadaptiven Interaktionskonzepts angewendet. Dafür wird zu Beginn der Arbeit ein Vergleich verschiedener nutzerzentrierter Designprozesse erstellt. Anschließend werden entsprechende Methoden wie das Erstellen von Personas oder die heuristische Evaluierung innerhalb des Prozesses angewendet um die Anforderungen an ein solches System zu ermitteln um daraufhin die bestehenden Prototypen zu überarbeiten.

Schlüsselwörter

Adaptive Fahrassistenzsysteme; User centred design; nutzerzentrierte Designprozesse; Personas; Heuristische Evaluierung; Wizard of Oz;

1. EINFÜHRUNG

Die wachsende Anzahl von Fahrassistenzsystemen und Informationssystemen im Auto führen dazu, dass die Komplexität der Interaktionen die vom Anwender gemacht werden steigt. Diese steigende Komplexität hat Auswirkung auf die Ablenkung der Fahrer während der Fahrt, die dadurch ebenfalls zunimmt. Adaptive Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie sich durch Berechnungen und Beobachtung der Interaktionen des Nutzers und der Situation an den Nutzer anpassen. Ziel ist es dem Nutzer die Bedienung zu erleichtern. Dies kann mit unterschiedlichen Konzepten geschehen in denen dem Anwender automatisch Vorschläge oder Schnellzugriffe für Applikationen des Infotainmentsystems in bestimmten Situationen angeboten werden um die Bedienschritte zu minimieren und dadurch die Ablenkung zu reduzieren. [6]

Die Aufgabe während des Projektes war es, innerhalb eines Nutzer zentrierten Designprozesses die Entwicklung eines Interaktionskonzept für ein personalisiertes, situationsadaptives

Interaktionskonzeptes für Interaktionen im Auto zu starten. Außerdem sollte aktiv in allen Phasen der ersten Iteration des Designprozesses mitgearbeitet werden. Der Fokus der Arbeit lag dabei auf dem Erreichen einer hohen Nutzerakzeptanz und der Reduzierung der Ablenkung der Endanwender.

2. USER CENTERED DESIGN

Bei der Entwicklung von Produkten rückt die Akzeptanz und Erwartung der Endanwender immer mehr in den Mittelpunkt. Eine Möglichkeit um eine hohe Benutzerfreundlichkeit und hohe Akzeptanz des Produktes zu erreichen, ist den Nutzer schon so früh wie möglich in den Entwicklungsprozess miteinzubeziehen. Um eine solche Entwicklung zu schaffen wurden nutzerzentrierte Modelle (engl. „User Centered Design Models“) entwickelt. In der Arbeit wurden vier dieser Modelle betrachtet um die Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu erfassen. Die aktuelle DIN Norm „ISO-9241/210“ die den Prozess zur Gestaltung gebrauchstauglicher interaktiver Systeme beinhaltet, wurde 2010 veröffentlicht und ersetzt die ISO 13407. Das „KESU 2.2 Model“ basiert ebenfalls auf die ISO 13407, versucht jedoch die Prozesse innerhalb der einzelnen Phasen detaillierter zu beschreiben. Das Modell der Bosch UX Academy baut auf die neue ISO-9241/210 auf, hat aber ebenfalls kleine Unterschiede die nachfolgend beschrieben werden. Die Vorgehensweise nach dem „SAP Design Guild“ wurde bereits 2006 entwickelt. Die Philosophien hinter den vier Modellen ist die Selbe, dennoch unterscheiden sich alle im Detailierungsgrad und der grafischen Darstellung des gesamten Prozesses.

Mithilfe von nutzerzentriertem Design wird durch das frühe Einbeziehen der End-Nutzer, versucht die Gestaltung von Nutzerschnittstellen zu optimieren. Durch iteratives Vorgehen und wiederkehrende Evaluierungen soll eine hohe Benutzerfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit erreicht werden.

2.1 User Centered Design nach DIN ISO 9241-210

Die folgenden Kapitel sind eine Beschreibung der ISO 9241-210. Die Inhalte der Kapitel wurden der Original DIN ISO 9241-210 [1] entnommen. Die ISO 9241-210:2010 wurde 2010 erstellt und ersetzt seit damals die ISO 13407. Nach eigener Beschreibung findet sie ihren Einsatz in der Entwicklung und Überarbeitung von Software und Hardware. Mit dem Ziel die Mensch-System-Interaktion zu verbessern. In der Norm sind folgende Grundsätze für die menschenzentrierte Gestaltung festgelegt:

Betreuer Hochschule: Emre Yay
Hochschule Reutlingen
Emre.Yay@Reutlingen-University.de

Betreuer Firma: Nadine Walter
Robert Bosch GmbH
Nadine.Walter@Bosch.com

Herbstkonferenz 2014
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz
19. November 2014, Hochschule Reutlingen
Copyright 2014 Benjamin Kaplan

- „die Gestaltung beruht auf einem umfassenden Verständnis der Benutzer, Arbeitsaufgaben und Arbeitsumgebungen“
- „die Benutzer sind während der Gestaltung und Entwicklung einbezogen“
- „das Verfeinern und Anpassen von Gestaltungslösungen wird fortlaufen auf der Basis benutzerzentrierter Evaluierung vorangetrieben“
- „der Prozess ist iterativ“
- „bei der Gestaltung wird die gesamte user experience berücksichtigt“
- „im Gestaltungsteam sind fachübergreifende Kenntnisse und Perspektiven vertreten“ [1]

2.1.1 Gestaltungsaktivitäten

Das Modell wird aufgeteilt in Vier Phasen, siehe Abbildung 1. Die einzelnen Phasen des Prozesses werden in den nachfolgenden Unterkapiteln detailliert beschrieben.

1. Verstehen und Festlegen des Nutzungskontexts
Zur Beschreibung des Nutzungskontextes gehören Benutzermerkmale, Arbeitsaufgaben und eine Beschreibung der Umgebung in der das System vom Nutzer verwendet wird.
2. Festlegen der Nutzungsanforderungen
Aus den beschriebenen Nutzungskontexten lassen sich Anforderungen der Benutzer an das System ableiten. Diese gehören zu den Nutzungskontexten ebenso wie Anforderungen von Stakeholdern und Anforderungen aus Richtlinien und Normen sowie Gebrauchstauglichkeiten. Zusammengefasst ergeben sie die Nutzungsanforderungen.
3. Erarbeiten von Gestaltungslösungen zur Erfüllung der

Nutzungsanforderungen

In dieser Phase werden Benutzeraufgaben, die Interaktionen und die Schnittstellen gestaltet. Anschließend werden sie in Simulationen, Prototypen oder ähnlichem umgesetzt. Die Vorgehensweisen bei der Gestaltung der genannten Punkte wird in der ISO 9241-210 genau beschrieben. Sie besagt außerdem, dass es bei der Gestaltung notwendig ist die Effektivität, Effizienz und die Zufriedenstellung der Nutzer zu beachten. Zudem sollten die Grundsätze der ISO 9241-110 zur Gestaltung interaktiver Systeme berücksichtigt werden.

4. Evaluierung von Gestaltungslösungen anhand der Anforderungen

Die benutzerzentrierte Evaluierung ist erforderlich um neue Anforderungen der Nutzer zu ermitteln, um zu erkennen wie gut die Gestaltungslösungen sind, ob sie die Anforderungen der Nutzer abdecken und um die Lösungen untereinander zu vergleichen. Die ISO beschreibt auch in dieser Phase genau welche Methoden es zur Evaluierung gibt, welche Ziele sie verfolgen und wie die Vorgehensweisen sind.

2.2 KESSU 2.2 Model

Das KESSU 2.2 Model wurde im Jahr 2002 von E. Law et al. veröffentlicht. (Siehe: [4]) Das Modell ist eine Weiterentwicklung der ISO 13407. Grund für die Entwicklung dieses Modells war, dass aus Sicht der Entwickler des KESSU Modells die ISO Norm nicht ausführlich genug war, im Speziellen die Methoden innerhalb der einzelnen Phasen. Das Grundprinzip der iterativen Vorgehensweise und der einzelnen Phasen haben die Entwickler in dem KESSU Model jedoch übernommen. In Abbildung 2 ist der erweiterte Prozess dargestellt.

Eine der Erweiterungen im Schaubild des “KESSU 2.2 Model“

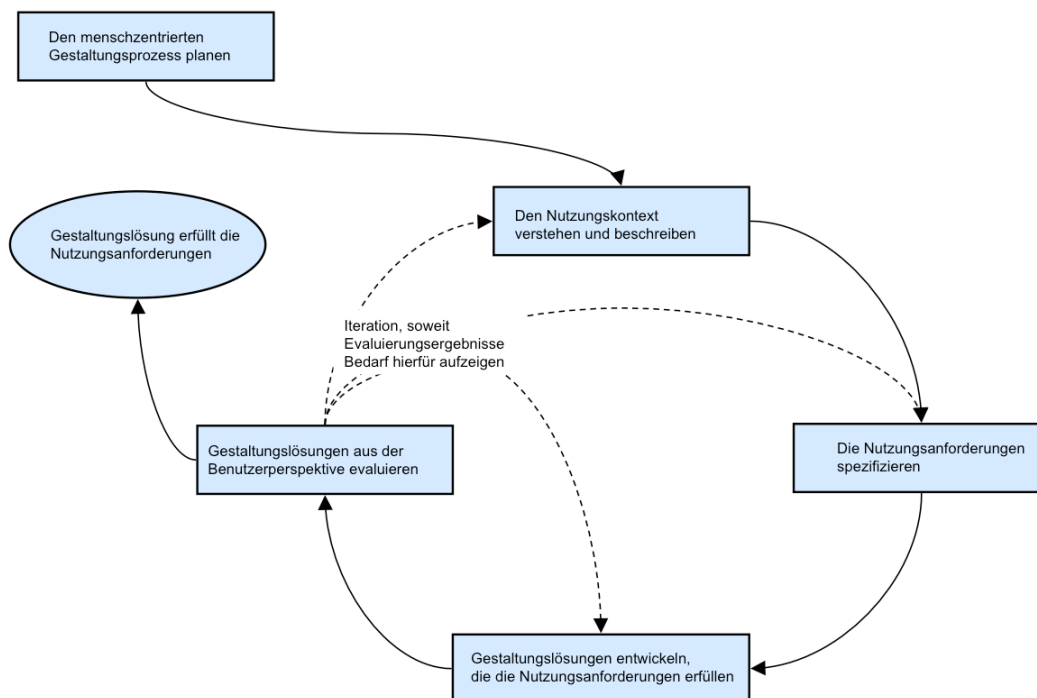


Abbildung 1: Vier Phasen nach ISO 9241-210

sind die in rechteckig abgebildeten Artefakte, die aus den einzelnen Phasen hervorgehen. Hinzugekommen sind außerdem die „Business drivers“ die ebenso wie die Endnutzer Anforderungen liefern.[4]

2.3 Vorgehendweise nach Bosch UX Academy

Der Bosch UX-Prozess ist bei genauem Betrachten kein eigenes Modell, sondern eine genaue Anleitung wie die Prozesse des ISO Modells durchgeführt werden sollen. Es wird beschrieben wie beim Erstellen von Prototypen vorgegangen werden sollte oder wie die verschiedenen Methoden zur Evaluierung dieser Prototypen aussehen können. Die Beschreibung des Modells nach der Bosch UX Academy lässt sich mit dem KESSU 2.2 Modell vergleichen welches, die ältere ISO 13407 erweitert. Beide Modelle beziehen sich auf die Grundprinzipien der ISO-Normen beschreiben jedoch die Vorgehensweisen innerhalb der einzelnen Phasen exakter und bei Bosch sogar beispielhaft.

Grafisch dargestellt sieht der Prozess wie in Abbildung 3 aus:

Bei betrachten der Abbildung 3 und der Abbildung der ISO-Norm (Abbildung 1) ist zu erkennen, dass die Iterationen im Bosch UX Prozess scheinbar statisch nacheinander ablaufen, wobei in der ISO-Norm nach jeder Evaluierung in einer der vorhergehenden Phasen eingestiegen werden kann.

2.4 SAP User-Centered Design Process

SAP stellte im Jahre 2006 einen eigenen Prozess, „The SAP User-Centered Design Process“ genannt, zur Menschzentrierten Entwicklung und Design von eigenen Softwarelösungen vor. Grundprinzip des Prozesses ist, wie in den bereits beschriebenen Prozessen, dass der tatsächliche Endnutzer so früh wie möglich in den Designprozess miteinbezogen wird.

Von SAP wird der Prozess als eine Philosophie beschrieben mit Hilfe derer, hohe User Experience, hohe Usability und somit

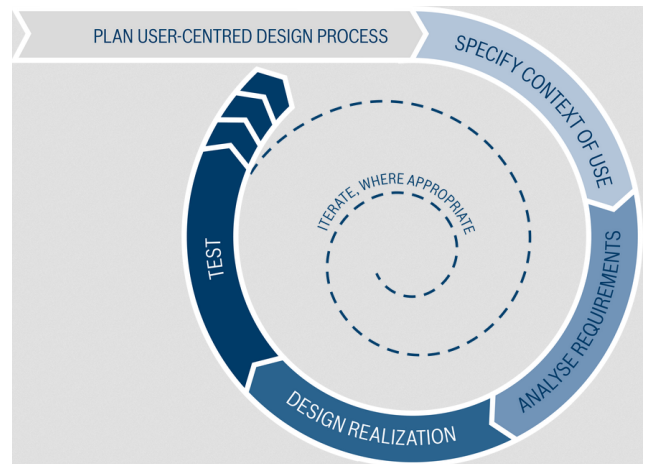


Abbildung 3: Bosch UX Prozess [2]

hochqualitative Produkte erstellt werden können.

Der Prozess basiert auf vier Grundprinzipien die in [11] definiert sind:

1. „Focus on real end users“ (De.: Fokus des Endbenutzers)
2. „validate requirements and designs“ (De.: Validierung der Anforderungen und der Designs)
3. „design, prototype and develop iteratively“ (De.: Iterativ designen, Prototypen erstellen und entwickeln)
4. „understand and design for the holistic user experience“ (De.: Verständnis und Design der gesamten User Experience)

2.4.1 Gestaltungsaktivitäten

In drei Phasen, dargestellt in Abbildung 4, finden diese Grundprinzipien ihre Anwendung.

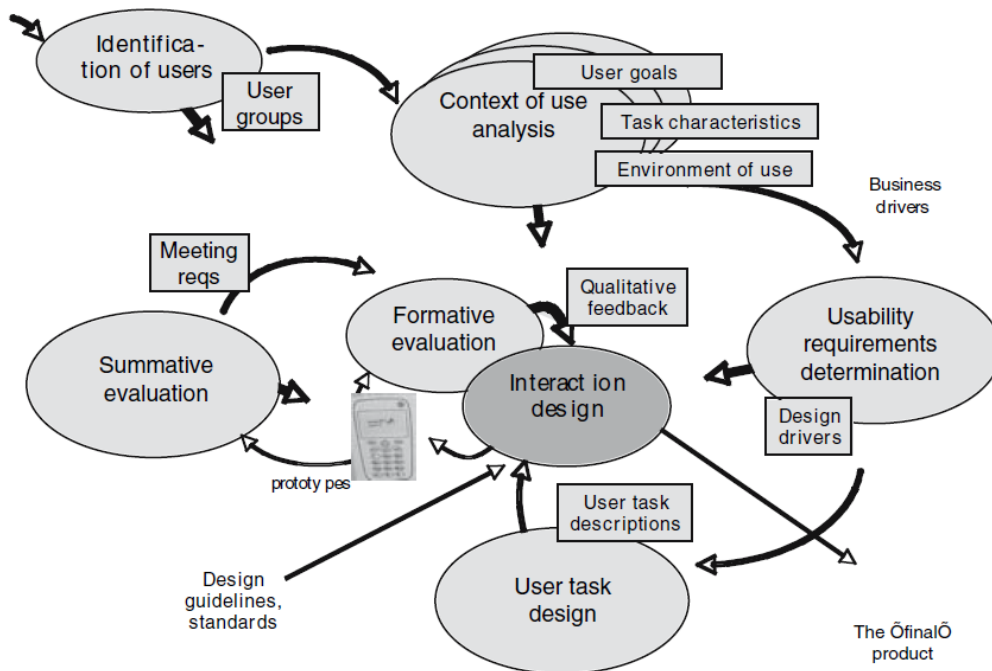


Abbildung 2: Das erweiterte Modell der ISO 13407 [4]

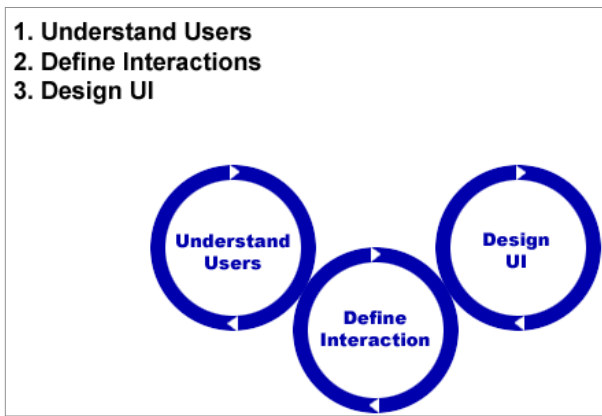


Abbildung 4: Drei Phasen im Menschenzentrierten Designprozess nach SAP [11]

- Phase 1: Den Nutzer verstehen
Durch Methoden wie Fokusgruppen, Interviews und Primärforschung soll in der ersten Phase die Zielgruppe mit ihren Aufgaben und Anforderungen an das System erfasst werden.
- Phase 2: Interaktionen definieren
Um zu vermeiden, dass Nutzerbedürfnisse falsch interpretiert werden, werden die in Phase 1 erfassten Daten in Nutzerprofile übertragen und daraus die Anforderungen der einzelnen Zielgruppen abgeleitet. Aus den gesammelten Daten werden anschließend „use cases“ (De.:Anwendungsfälle) abgeleitet.
- Phase 3: Design des User Interface
In der dritten Phase werden die Benutzerschnittstellen mit Hilfe der erstellten Anwendungsfälle designt. Um sicherzustellen, dass beim Design der Benutzerschnittstellen sich nicht frühzeitig auf Lösungsansätze konzentriert wird, ist diese Phase in 2 weitere Phasen unterteilt. In einen Teil in welchem Prototypen mit wenig Funktionalität erstellt werden und in einen Teil in dem Prototypen mit hoher Funktionalität erstellt werden

Wie in Abbildung 5 gezeigt, werden die Beschriebenen Phasen in den Entwicklungsprozess der Software eingegliedert. Laut SAP lässt sich dieses Vorgehen bei der Entwicklung jeglicher SAP-Software anwenden. Wichtig ist dabei das iterative Vorgehen. Zu Beginn jedes Prozesses steht der Entwicklungsstart. Daraufhin folgen die drei vorgestellten Phasen. In dem letzten Teil, der Validierung der erstellten Benutzerschnittstellen, folgen zwei Reviews. Das „User Experience Review“ um die Designqualität sicherzustellen und eines nach der Entwicklung um die Einhaltung des Designs zu garantieren.

[11]

2.5 Vergleich der Prozesse

Die grundlegenden Prinzipien wie das iterative Vorgehen und das frühe Einbeziehen der Endbenutzer sind Philosophien die alle vier Modelle verfolgen. Ebenso sind die Phasen und deren Inhalte weitestgehend dieselben, auch wenn beispielsweise das Modell von SAP die Phase in der die Gestaltungslösungen entwickelt werden und die Phase der Evaluierung, zusammenfasst.

Bei genauer Untersuchung der Modelle lassen sich jedoch Unterschiede erkennen. Vorallem das Modell von SAP unterscheidet sich in manchen Dingen von den anderen. Wie

bereits erwähnt ist das Prototyping und die Evaluierung dieser Prototypen, in einer Phase zusammengefasst. Des Weiteren wird nicht beschrieben, dass in den verschiedenen Phasen auch verschiedene Expertisen involviert sein sollen um die unterschiedlichen Sichtweisen auf das Produkt zu garantieren. Ein weiterer Unterschied lässt sich in der ersten Phase erkennen, in der die drei anderen Modelle explizit die Erfassung der Umwelt in der, der Nutzer sich während der Bedienung befindet, hinweisen. Im SAP wird dieser Punkt nicht erwähnt, obwohl er laut den anderen Modellen als sehr wichtig anzusehen ist. Beim Vergleich des „KESSU 2.2 Model“ mit der ISO 9241-210 und mit dem Bosch UX Prozess, so sind nur Unterschiede in der grafischen Darstellung des Prozesses zu erkennen. Die aus den Phasen hervorgehenden Artefakte sind in der Abbildung 1 und 3 zwar nicht dargestellt, in der textuellen Beschreibung der jeweiligen Modelle aber ebenfalls vorhanden. Die Grafiken von SAP und von Bosch unterscheiden sich von den anderen zwei Modellen in einem weiteren Punkt. Wie in Kapitel 2.3 bereits genannt, scheinen die Modelle eine statische Reihenfolge der einzelnen Phasen zu haben. In den beiden anderen Modellen kann je nach Notwendigkeit und Ergebnisse der Evaluierung in einer anderen, vorhergehenden Phase weitergearbeitet werden.

Bei allen Modellen liegen die gleichen Ziele und Philosophien zu Grunde und eignen sie sich folglich alle als Leitfaden zur Entwicklung von Nutzerschnittstellen. Da die angewendeten Methoden innerhalb der einzelnen Phasen von Endprodukt zu Endprodukt und von Iteration zu Iteration variieren, müssen diese Methoden vermutlich immer wieder aufs Neue recherchiert und betrachtet werden. Dadurch fällt es nur geringfügig ins Gewicht, dass der Detaillierungsgrad der Beschreibungen dieser Methoden in den Modellen unterschiedlich hoch ist. Da das Modell der Bosch UX Academy bereits im Projektteam bekannt war, sich in vorhergehenden Arbeiten im Unternehmen bewährte und keine gravierenden Unterschiede zu den anderen Modellen ausgemacht werden konnten, wurde in diesem Projekt auch nach dem Modell der Bosch UX Academy gearbeitet.

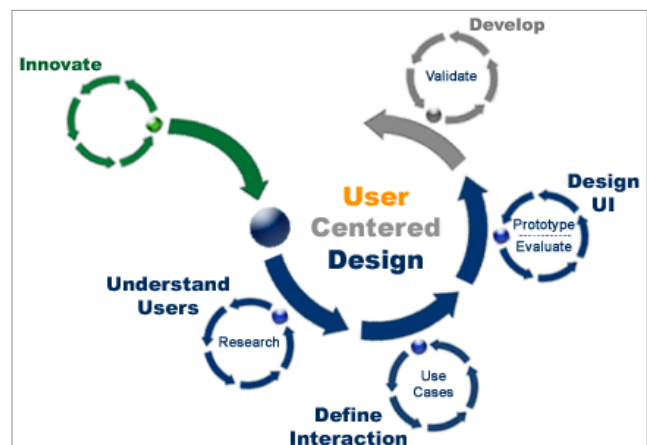


Abbildung 5: Einbindung der Phasen in ein Iteratives Vorgehen [11]

3. METHODIK DER UX STUDIEN

Um die Ziele der einzelnen Phasen innerhalb des nutzerzentrierten Design Prozesses zu erreichen gibt es verschiedene Methoden. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Methoden theoretisch beschrieben welche im Laufe des Projektes angewendet wurden.

3.1 Personas

Personas sind Beschreibungen von fiktiven Personen aus einer Zielgruppe. Personas sollten so detailliert wie möglich sein um möglichst real zu wirken. Sie beinhalten persönliche Informationen wie Namen, Alter, Herkunft, Familienstand, Bildungsgrad und Beruf. Zudem werden in Personas häufig Charakterzüge und Hobbies beschrieben sowie Bilder der Personen hinzugefügt. Eine Persona enthält außerdem eine Beschreibung wann, wie häufig, mit welchen Zielen und in welchem Kontext die beschriebene Person das Endprodukt verwendet. Sie dienen dazu, den Entwicklern sich gezielt über bestimmte Zielgruppen zu unterhalten und die Perspektive auf das Produkt aus Sicht einer Person aus dieser Zielgruppe besser zu verstehen. Personas werden für gewöhnlich in der Ersten Phase des nutzerzentrierten Design Prozesses erstellt, sind aber keine statischen Artefakte, sondern sollten gegebenenfalls überarbeitet und angepasst werden. [2]

In Abbildung 6 ist beispielhaft eine Persona abgebildet, die während des Projekts erstellt wurde.

3.2 Interview

Interviews oder Nutzerbefragungen sind Methoden um Stärken und Schwächen der Usability eines Produktes oder Konzeptes zu Testen aber auch um den Nutzungskontext zu Spezifizieren (siehe Abbildung 3, Phase „Specify context of use“). Jakob Nielsen schreibt in seinem Buch „Usability Engineering“ [7], dass viele Aspekte der Nutzerfreundlichkeit am besten geprüft werden können, indem der Endanwender befragt wird. Seiner Aussage nach ist diese Vorgehensweise vor allem dann sinnvoll, wenn qualitative Aussagen über das Nutzererleben gemacht werden sollen. Laut Nielsen sind sie zudem sehr nützlich, wenn erfasst werden soll welche Dinge dem Nutzer gefallen und welche nicht. In dem Buch werden Interviews als indirekte Methoden beschrieben, da sie keine Informationen über die

Benutzeroberfläche oder das Konzept direkt liefern, sondern auf die persönliche Meinung des Anwenders abzielen. Interviews werden von einem Interviewer abgehalten, der dem Anwender Fragen stellt und dessen Antworten aufzeichnet oder schriftlich festhält. Im Vergleich zu Fragebögen haben sie den Vorteil dass sie flexibler durchgeführt werden können, der Interviewer die Möglichkeit besitzt komplexe Fragen zu erläutern und bei knappen Antworten nachzufragen. Nachteilig ist zu sehen, dass sie einen zeitlich höheren Aufwand haben und die Ergebnisse schwerer auszuwerten sind, da die Antworten von Befragten meistens frei formuliert werden können.[7]

In [9] und [10] schildert Nielsen wie sich die Anzahl der befragten Probanden zur Anzahl gefundener Probleme einer Evaluierung verhält. Die Hauptaussage der Artikel ist, dass bei einem Test mit fünf Probanden das beste „Kosten-Nutzen Verhältnis“ erzielt wird. Er bezieht sich bei dieser Aussage auf die Tatsache, dass ein einzelner Teilnehmer bereits ein Drittel aller Bedienungsprobleme aufgedeckt werden kann. Mit Steigerung der Probanden nimmt die Anzahl der zusätzlichen gefundenen Probleme zwar zu, jedoch ebenso die Anzahl der bereits gefundenen Probleme. Somit lässt sich die Anzahl der gefundenen Probleme im Verhältnis zu den befragten Probanden mit folgender Formel beschreiben, in der N die Anzahl der gefundenen Probleme und n die Anzahl der Teilnehmer darstellt.

[9][10]

$$N(1-(1-L)^n)$$

Der Abbildung 7 ist zu entnehmen, dass bereits durch fünf Probanden mehr als 75 Prozent aller Probleme aufgedeckt werden. Bei einer Befragung mit mehr Probanden verringert sich die Anzahl neuer gefundener Probleme, wodurch der Mehrwert einer Befragung sinkt. Es ist also sinnvoll in mehreren Iteration mit einer Anzahl von nur 5 Probanden zu testen, als einmalig mit mehr Personen. Nur in Ausnahmefällen rät Nielsen dazu größere

Persona 3

Nachname: Reiber

Name: Peter

Alter: 38

Herkunft: Mannheim

Beruf: Versicherungsvertreter

Monatliches Nettoeinkommen: 5000 – 7500€

Familienstand: Single



Peter Reiber, 38 Jahre alt, aus Mannheim ist Versicherungsvertreter der „P&R Versicherungsgemeinschaft“ mit Sitz in Mannheim. Seine Kunden hat Peter Reiber im weiteren Umkreis von Mannheim. Dazu zählen mittelständische Betriebe aber auch Privatpersonen. Die Beratungsgespräche führt Herr Reiber direkt vor Ort beim Kunden. Das steigert die Kundenzufriedenheit und die Anzahl der Abschlüsse, hat aber zur Folge, dass er täglich mehr als 100 Kilometer im Auto zurücklegen muss. Telefonate mit Mitarbeitern und seiner Sekretärin führt er während der Fahrt über die im Auto integrierte Telefonanlage. Die Terminkoordination mit Kunden und die Pflege seines Kalenders übernimmt seine Sekretärin. Seinen Terminkalender, mit den eingetragenen Terminen und Informationen zu den Kundengesprächen, kann Herr Reiber im Auto abrufen. Die Navigation kann er auch automatisch zum nächsten Kunden starten.

Abbildung 6: Eine von fünf Personas die im Laufe des Projekts erstellt wurden

Nutzerbefragungen durchzuführen. Beispielsweise dann, wenn keine klare Homogene Zielgruppe vorhanden ist. In diesem Fall sollte mit 3-4 Personen aus jeder Zielgruppe getestet werden. [9][10]

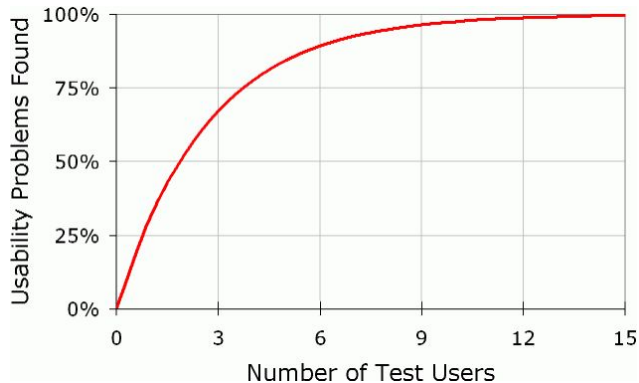


Abbildung 7: Entwicklung der gefundenen Usabilityprobleme im Verhältnis zu den Teilnehmern einer Studie [9]

3.3 Auswertung der Ergebnisse der Nutzerbefragung

In der zweiten Phase (siehe Abbildung 3) werden die Ergebnisse aus den Tests der vorhergehenden Phase zusammengetragen und analysiert. Daraus hervor gehen die Anforderungen an die Gestaltungslösung, die anschließend erstellt wird. In [2] wird eine mögliche Vorgehensweise wie folgt beschrieben: Jeder Entwickler gliedert die gefundenen Erkenntnisse aus Phase 1 thematisch nach seinem Empfinden. Anschließend werden die Ergebnisse in einem Workshop gemeinsam diskutiert und strukturiert. Mit den daraus entstehenden Regeln, kann nachfolgend ein Design entwickelt werden. Wie gut die Resultate des Workshops sind, ist davon abhängig wie gut die Ergebnisse aus der vorhergehenden Phase sind, aber auch von der Kreativität und Interdisziplinarität des Entwicklerteams.

3.4 Heuristische Evaluierung

Die heuristische Evaluierung ist eine sogenannte „Experten Evaluierung“. Dem Namen ist bereits zu entnehmen, dass diese Form der Evaluierung nicht mit Endanwendern, sondern mit Experten aus dem Bereich des „Usability Engineerings“ durchgeführt wird. Die Experten bewerten dabei ein erstelltes Design hinsichtlich bestimmter vorgegebener Heuristiken. Die Methode und die dazugehörigen Heuristiken wurden von Jakob Nielsen entwickelt. Bei der Evaluierung ist es nicht notwendig sich nur strikt an die von Nielsen genannten Kriterien zu halten. Die Teilnehmer sollten ihr komplettes Wissen einbringen um möglichst alle Probleme aufzudecken, diese anschließend zu diskutieren und zu kategorisieren.[3]

Folgend sind die Heuristiken aus [8] nach Nielsen aufgeführt:

- Sichtbarkeit des Systemstatus
- Kompatibilität zwischen System und realer Welt
- Kontrolle und Freiheit
- Konsistenz und Standards
- Fehlervermeidung
- Wiedererkennen von Aktionen oder Objekten, anstatt aus dem Gedächtnis zu reproduzieren
- Unterstützung von Anfängern und Experten
- Minimales Design

- Fehlerbewältigung
- Hilfe und Dokumentation

3.5 Wizard of Oz

Das Wizard of Oz Experiment ist ein Test mit Endnutzern und einem Prototypen der einen sehr geringen Grad an Funktionalität besitzen kann. Der Endanwender scheint bei der Bedienung des Prototyps ein funktionsfähiges System zu nutzen. In Wirklichkeit werden die nicht funktionalen Teile des Systems jedoch von einem Betreuer dem „Wizard“ simuliert, was der Anwender zum Zeitpunkt des Tests jedoch nicht bekannt ist. Der Test bietet den Entwicklern somit die Möglichkeit Konzepte und Technologien zu prüfen ohne diese komplett zu implementieren und somit Zeit und Investitionen zu sparen.[13] Es ist zu beachten, dass eine gründliche Vorbereitung des Wizards sehr wichtig ist. Zu langsames oder gar falsches Feedback an den Nutzer durch den Wizard kann dazu führen, dass die Ergebnisse des Tests verfälscht werden.[5] In einem iterativen Usability-Prozess kann ein Wizard of Oz Experiment in mehreren Phasen durchgeführt werden, so dass die Eingaben und Aktionen des Wizards stetig mit der Zunahme der Funktionalität des Prototyps abnimmt. [12]

4. UMSETZUNG INNERHALB DES PROJEKTS

In den folgenden Kapiteln wird beschrieben, wie die in Kapitel 3 beschriebenen Methoden innerhalb des Projekts umgesetzt wurden. Als Modell für den nutzerzentrierten Design Prozess wurde der Prozess der Bosch UX Academy gewählt, da er im Projektteam bereits etabliert war und bei der Untersuchung keine grundlegenden Unterschiede zu den anderen Prozessen ausfindig gemacht werden konnte. Zudem ist der Prozess, der Referenzprozess der Robert Bosch GmbH bei der Entwicklung neuer Produkte.

4.1 Personas

Bereits in der Planungsphase, nach der Definition der Zielgruppen, wurden die ersten Versionen der Personas erstellt. Insgesamt wurden fünf unterschiedliche Personas erstellt. Nachdem die Nutzerbefragungen durchgeführt waren, wurden die Personas überarbeitet und mit den Erkenntnissen aus der Befragung angepasst worden. Bei der Erstellung der Personas wurde darauf geachtet, dass die definierten Zielgruppen ebenso wie die definierten Anwendungsfälle durch die Personas abgedeckt werden.

4.2 Nutzerstudie

In der zweiten Phase des Projekts wurde mit insgesamt sechs Probanden ein Interview geführt. Die Anzahl der Personen ergibt sich aus dem von Robert Nielsen vorgeschlagenen Wert von fünf Personen, der bereits in Kapitel 3.2 erläutert wird. Zudem wurden Personen gewählt die vergleichbare Daten und Charaktere wie die fiktiven Personen aus den Personas besitzen.

4.2.1 Gesprächsbogen

Der Gesprächsbogen wurde in zwei Teile gegliedert. Der erste Teil dient zur Einführung und zur Erfassung des Nutzungsverhalten und Erfahrungen mit den bisherigen Infotainmentsystemen und der Bewertung des bisher benutzten Systems, sowie der Erfassung der typischen Nebentätigkeiten im Auto. Die Vorbefragung der Probanden fand in deren Auto statt. Grund dafür ist, dass die Probanden in dem Kontext befragt werden konnten, in dem sie sich bei der Nutzung des Infotainmentsystems normalerweise befinden. Es wurde erwartet,

dass sie dadurch auch die Möglichkeit besitzen Dinge zu zeigen die schwer zu erklären sind und weniger häufig durchgeführte Interaktionen nicht vergessen werden. Die Fragen der Vorbefragung waren alles offene Fragen um möglichst viele qualitative Informationen im Gespräch zu erhalten. Der zweite Teil der Befragung, bestehend aus den Teilen „3. Adaptive Unterstützung“ und „4. Interaktionskonzept adaptives HMI“ wurde nicht im Auto durchgeführt. Im Teil „4. Interaktionskonzept adaptives HMI“ wurde den Teilnehmern unterschiedliche Konzepte für ein personalisiertes und adaptives Infotainmentsystem in Form von vier Papierprototypen vorgestellt um sie anschließend zu befragen. Die Prototypen unterschieden sich in ihrem Grad der Adaption hatten jedoch den selben Anwendungsfall. Als Anwendungsfall wurde die Bedienung des Navigationssystems mit der Annahme gewählt, dass dieser häufig eintritt und für die Befragten einfach nachzuvollziehen ist. Die Fragen sind halboffene und offene Fragen, die auch in diesem Teil aus dem Grund gewählt wurden um dadurch möglichst viele qualitative Informationen im Gespräch zu erhalten.

5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Im Zuge der Arbeit wurde der nutzerzentrierte Designprozess der Bosch UX Academy bei der Entwicklung eines Interaktionskonzeptes für personalisierte, situationsadaptive Interaktionskonzepte angewendet. Dafür wurde zu Beginn der Arbeit ein Vergleich verschiedener nutzerzentrierter Designprozesse erstellt. Es wurden die DIN ISO 9241- 210, das KESSU 2.2 Model , der SAP User-Centred Design Process und der Prozess der Bosch UX Academy betrachtet um Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Prozesse zu Analysieren. Darauf folgend wurden Personas erstellt und eine Nutzerbefragung mit Endanwendern durchgeführt. Zudem wurden die Methoden Heuristische Evaluierung und Wizard of OZ betrachtet die im weiteren Verlauf des Projekts zum Einsatz kommen sollen. Im nächsten Schritt wird die Auswertung und Analyse der Nutzerbefragung erfolgen um Anforderungen der Anwender an das Interaktionskonzept zu analysieren und zu bewerten. Auf dieser Grundlage können anschließend die bereits vorhandenen Konzepte überarbeitet werden und so gestaltet werden, dass sie den definierten Anforderungen entsprechen. Sobald die neuen Konzepte in Prototypen umgesetzt wurden, werden diese in einer heuristischen Evaluierung beurteilt. In der nachfolgenden Iteration, sollen Prototypen auf lauffähigen

Systemen erstellt werden die anschließend in einem „Wizard of Oz“ evaluiert werden können.

6. LITERATUR

- [1] ISO-9241/210, 2010.
- [2] Bosch UX Academy. Learning and doing of user experience, 2013.
- [3] Michael Burmester. Kompendium Informationsdesign. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Hrsg. Wibke Weber, 2008.
- [4] Effie Law. Maturing Usability. Springer-Verlag London, 2008.
- [5] M. Hajdinjak, F. Mihelic. Wizard of oz experiments. EUROCON IEEE, 2003.
- [6] Klaus Bengler Nadine Siegmund, Tobias Altmueller. Personalized situationadaptive user interaction in the car. Adjunct Proceedings of the 5th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications, 2013.
- [7] Jakob Nielsen. Usability Engineering. Elsevier, 1994.
- [8] Jakob Nielsen. 10 usability heuristics for user interface design. <http://www.nngroup.com/articles/tenusability-heuristics/>, 1995. (14.08.2014).
- [9] Jakob Nielsen. How to conduct a heuristic evaluation. <http://www.nngroup.com/articles/how-to-conduct-a-heuristic-evaluation/>, 1995. (11.08.2014).
- [10] Jakob Nielsen. How many test users in a usability study? <http://www.nngroup.com/articles/howmany-test-users/>, 2012. (11.08.2014).
- [11] SAP Design Guild. The sap user-centered design process. <http://www.sapdesignguild.org>, 2006. (28.07.14).
- [12] Steven Dow, Blair MacIntyre, Jaemin Lee, Christopher Oezbek, Jay David Bolter, Maribeth Gandy. Wizard of oz support throughout an iterative design process. Pervasive Computing, IEEE, 2005.
- [13] UsabilityNet. Wizard of oz. <http://www.usabilitynet.org/tools/wizard.htm>, 2006. (14.08.2014).

Managing IT Projects Coursework

Chess Application

Kevser Rauhöft

University of the

West of Scotland

Kevser.Rauhoefft@Student.Reutlingen-University.de

ABSTRACT

This article is about IT project management and its theories, principles and concepts. I will encompass the definition of project and project management. Additionally I will give an overview of principles and practices of planning a project which is in this case the implementation of a chess application.

Categories

Management and Documentation

Keywords

IT Management, BSCW Curve, Network diagram, Work Breakdown Structure, WBS, Resources, Fixed costs, POS, Project Overview Statement.

1. INTRODUCTION

The management of IT project needs to cover up different areas such as people issues (teamwork, leadership, and motivation), risk management (risk identification and prioritization), planning software (Microsoft Projects), project definition, etc. What kind of concepts exist and how a project can be defined will be shown in this work.

2. BACKGROUND

Today, chess is one of the oldest and most famous board games. Some people might play the game for days or weeks. That means chess players need a function to save and load the game. This kind of requirement gives the project manager of one of the IT Departments in the TribbleSlash Company an idea for a chess application. He will start a project to achieve the needs of people who likes to play chess but don't have much time to finish a game. He is planning to create a chess application with some general game functions like the possibility to capitulate and quit the game, a display for the rounds, highlighting effects for the player whose turn it is, a notification of the moves of each player using the chess notation and a function to start a new game. The main functions are the save and reload buttons. The director of TribbleSlash Inc. will support this idea and is willing to pay for the development costs. TribbleSlash Inc. is a medium-sized IT-Company in Scotland with over 90 employees and 10 different IT Departments. Each department has his own work order. Some are

working on a customer orders and some are developing applications based on own ideas. All the departments create revenue for TribbleSlash Inc. but developing an own idea is risky. TribbleSlash has earned over £8m in 2013.

3. PROJECT OVERVIEW STATEMENT

Turner (2009) defines a project as follows: *"A project is an endeavour in which human, financial, and material resources are organized in a novel way to undertake a unique scope of work, of given specification, within constraints of cost and time, so as to achieve beneficial change defined by quantitative and qualitative objectives"* (Turner, 2009).

The project management is about transforming a vision into reality. Projects can take many forms and can arise from different organizations such as heavy engineering, industries, (energy, transport, telecommunications, etc.) (Turner, 2009). Association for Project Management - defines a project as *"The process by which projects are defined, planned, monitored, controlled and delivered so that agreed benefits are realized"* APM (2006).

The purpose of the document called Project Overview Statement or POS is to secure senior management agreement and to develop a detailed plan for the project and its resources. It based on the Project Definition Report described by Turner (1993) and the Project Overview Statement described by Wysocki et al (1995). (Rae 2014a). The body of a POS contains:

- An introduction - Gives the background of the project by describing the opportunity or problem from which it originates (Rae, 2014a).
- The purpose – Describes the purpose of the project. What is needed to satisfy the stakeholder? (Rae, 2014a).
- Objectives - Specific and quantifiable statements for achieving the goals of the company (Hofstrand, 2009). Objectives are measures by which the completion of the project can be assessed at the completing time of the project. It should include cost and time (Rae, 2014a).
- The scope – The work that has to be done to meet the objectives. This section includes the major areas of the work (Rae, 2014a).
- Assumptions, risks and obstacles – This section contains significant risks and assumption to show what might go wrong in this project. It also should warn management to possible obstacles such as high staff turnover or changes in technology. (Rae, 2014a).

A POS can be created within the organisation – when, for example an employee identifies a business opportunity – or as an initial response to requests from a customer for a service or product. The conciseness of the POS enables for senior management to screen suggestions for projects (Rae, 2014)

3.1 Introduction to the Project

The chess application is based on an idea of a project manager of TribbleSlash Inc. It is for people that haven't got enough time to finish a chess game in a few hours. The special function in this application is therefore the save and load functionality, which will bring the TribbleSlash Inc. competitive ad-vantages. It will be an achievement for one of the IT Departments in TribbleSlash Inc. and will bring revenues. The greater the variety of applications that are produced the more the company can offer to earn money.

3.2 Purpose

The chess application is, amongst other things, developed to ensure that people can save and reload their again. Other more commercial purposes are:

- To earn money by selling the application in the target market.
- To deliver a new and appreciable product
- To expand the range of products in the company
- To deliver a differentiated product with focus on a specific market segment to gain competitive advantage

3.3 Objectives

The sales of the chess application will begin after finishing the last test phase (system test) in 85 days. The customer will get an executable file to install the application on his computer. The customer can start a game, play a game, save the actual played game on his computer and load it later to continue the game. The saved file will be a csv file and includes all the moves of the figures from the corresponding player. The application will be easy to use, as assessed in the usability tests and according to the IEE Usability standards. The Application will be developed in 85 days from 10.04.2014 to 06.08.2014. If the sales surpass the production costs of £19,743.00, the company will make a profit.

3.4 Scope

The production of the chess application is split into five work parts.

- One of the parts is called Conception & Selection which includes the preparation work like the design of the application, functional definitions etc. This part will take 24 days.
- The second part is the implementation of the backend and will take 52 days.
- The third part is the implementation of the frontend and will take 41 days.
- The forth part includes the design of the graphics for the user interface and has to be finished in 10 days.
- The last part includes the whole tests for the application and should be finished after 17 days.

3.5 Assumptions and Risks

There are some risks about the production of the chess application:

- A Competing organization could deliver the same product into the market segment.
- The used frameworks might not work, because the research wasn't done properly.
- A developer might make a mistake in the architecture, so a part of the application has to be redeveloped.

Some assumptions regarding the chess application exist beside the risks:

- It is assumed that developer have a good understanding of different programming concepts and UML diagrams.
- It is assumed that the company doesn't have to pay for the development environment, because for each programming language open source software is available.
- It is assumed that the company already has programs like Photoshop and Illustrator to create and edit graphics, so they don't have to buy them to the create pictures for the chess application.

4. WORK BREAKDOWN STRUCTURE (WBS)

WBS is a very useful technique for overall planning and to give a project an overview, because it is used to organize and define the scope of a project, to allocate specific tasks to a group, to estimate costs and to show what has to be done (Rae, 2014c). It shouldn't be used to order tasks. It shows what has to be done, not when. Figure 1 in Appendix shows the WBS for the chess application project. It contains 20 work packages.

4.1 Resources

This project has a project manager and needs two backend and one frontend developer (Table 1 in Appendix).

ID	Resource Name	Type	Initials	Max	Std. Rate	Accrue At
1	Backend Developer	Work	B	200%	£16.00/hr	Prorated
2	Frontend Developer	Work	F	100%	£16.00/hr	Prorated
3	Project Manager	Work	P	100%	£18.00/hr	Prorated

Table 1: Resources.

4.2 Fixed Costs

Fixed costs are material costs that need to be purchased to accomplish the project. To implement the chess application, the software development team needs a Framework to create the graphical user interface (GUI).

ID	WBS	Task	Fixed Cost	Description
7	1.3	Choose the technologies	£399.00	A Framework for the GUI. It has to be a GUI widget toolkit.

Table 2: The fixed costs of the project

5. RISK REGISTER

The risk register is used to manage risks in a project. It contains the possible risks, the risk likelihood, the risks impact, the risk hazard, the risk owner and a contingency plan. It is possible to prioritize risks by adding values to likelihood and impact. The product of these values is the value of hazard which is used to prioritize the risks (Figure 2 in Appendix).

5.1 Risk Exposure Matrix

A risk exposure matrix prioritizes risks, defined in the risk register. Figure 3 in Appendix shows the risk exposure matrix. The risks are represented by their ID from the risk register.

		Impact		
		Low 1	Medium 2	High 3
Probability	High 3	8		
	Medium 2		1, 4, 7	2, 6, 9, 10
	Low 1		3	5

Figure 3: Risk exposure matrix

5.2 Cause Effect Diagram

A cause effect diagram structures, analyze, and postulates the cause of problems (Rae, 2014). Figure 4 in Appendix shows the cause effect diagram containing the risks of the chess application.

6. PROJECT PLANNING USING MICROSOFT PROJECT

We had to use Microsoft Projects 2010 to conduct the project. I created a network diagram, task sheet, baseline pan, etc. using this tool. Figure 5 in Appendix represents the baseline plan which gives an overview of fixed costs, tasks, total costs, actual an remaining costs, resources, and ID. The special function in this plan is the Gantt chart on the right side. The project manager is able to see how long a resource will need to accomplish its task. Figure 6 in Appendix, represents the task sheets which focus on tasks that has to be done. Therefore it shows the task name, task duration, start and finish times, and resources names.

6.1 Network Diagram

A network diagram is a technique to order tasks, to monitor and therefore control the progress, to assist the allocation of resources,

to prevent problems and to see the whole range of the project. It's very useful to calculate and check the time frame of the project (Rae, 2014b). Figure 7 in Appendix shows an overview of the network diagram of chess application. It contains following information: name of the work package, start time, WBS ID, finish time, duration of the task, and resource such as backend developer or project manager.

6.2 BSCW Curve

BCWS Curve which is also known as Planned Value shows the cost values of all work scheduled in a period of time (Figure 8 in Appendix). It is calculating and managing the earned value and shows the costs per week. Using a BCWS, the manager can calculate and plan how much money a company will spend until a specific date. In summary, BCWS is the total budgeted cost of a project.

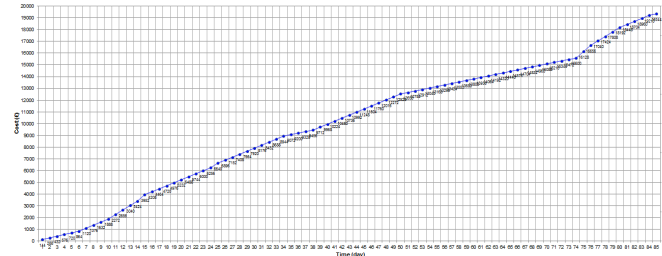


Figure 8: BSCW Curve

7. LIST OF REFERENCES

- [1] Hofstrand, D. (2009) Creating a Mission Statement, Setting Goals and Developing Strategies, © Iowa State University Extension [Online] Available: <http://www.extension.iastate.edu/agdm/wholefarm/html/c5-09.html> [Accessed: 01 Mai 2014].
- [2] Turner J. R. (2009) The handbook of project-based management, third edition, ISBN: 978-0-07-154975-2
- [3] Rae A., (2014a), DEFINING THE PROJECT, Notes v3.3, UWS, Managing IT Projects, 2nd Trimester
- [4] Rae A., (2014b), Planning with Networks, Notes, UWS, Managing IT Projects, 2nd Trimester
- [5] Rae A., (2014c), Work Breakdown Structure, Notes v3.2, UWS, Managing IT Projects, 2nd Trimester
- [6] Wysocki R; Beck R; and Carne B (1995) Effective project management: how to plan, manage and deliver projects on time and within budget. Wiley.
- [7] Turner J R (1993) The handbook of project-based management. McGraw-Hill
- [8] APM (2006) Association for Project Management, The APM Body of Knowledge, 5th Edition. (Note: APM Body of Knowledge, 6th Edition Published August 2012)

8. Appendix

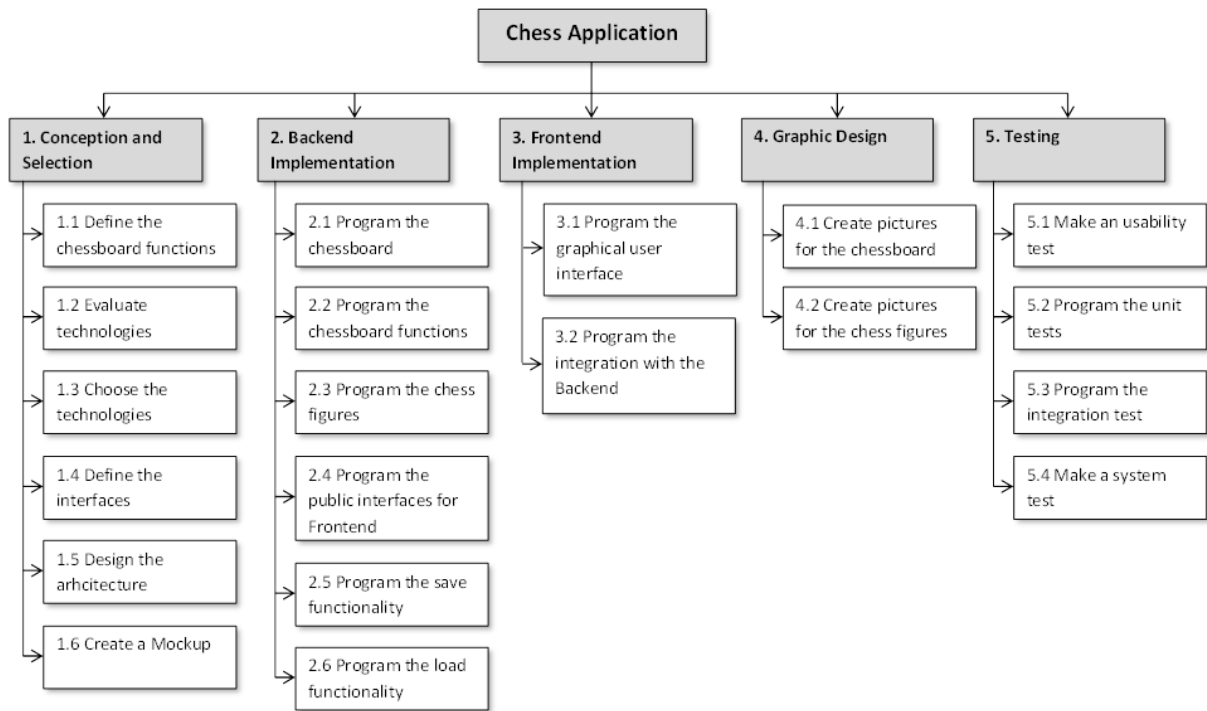


Figure 1: Work breakdown structure in organizational chart form.

Risk ID	Risk Category	Risk	Likelihood	Imp.	Hzd.	Control/ Reduction	Owner
1	Business risk	Competing organizations could deliver the same product into the market segment	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> Observe the competitors and try to make a more innovative product. Make researches about competitors products and try to be faster 	Manager, competing organizations
2	Business risk	Customers don't like the product. This implicates that nobody want to buy it	2	3	6	Make previously surveys and researches about users desires and their needs.	Manager
3	Human risk	Lack of required skills at of the developers	1	2	2	<ul style="list-style-type: none"> Upgrade the skills of the workers by offering special courses Offer further education 	Manager, Developer
4	Human risk	Mistakes in the architecture, so some parts of the application has to be implemented new or has to be changed	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> Make a prototype Take more time to analyze the UML diagram 	Developer
5	Human risk	A developer leaves the project team, because he is hired by another company	1	3	3	<ul style="list-style-type: none"> Introduce better conditions for the stuff. Figure out what's the problem is and try to solve it 	Developer
6	Human risk	Wrong time calculation in the project plan	2	3	6	<ul style="list-style-type: none"> Take more time to make sure everything is planned and calculated correctly Recalculate the remaining tasks to reduce the impact of this failure 	Manager
7	Technical risk	A module needs more time to program than expected because of Systems compatibility problems	2	2	4	<ul style="list-style-type: none"> Involve more developers to fix the problem faster If it not works, the feature has to be changed 	Developer
8	Technical risk	Implemented code outtimes wrong results	3	1	3	Test all methods with unit tests before launching	Developer
9	Technical risk	Network outfall	2	3	6	Call the technical support of the service provider	Service provider
10	Technical risk	Using frameworks might not work like expected	2	3	6	Spent a lot of time for researching the different frameworks and search for alternative frameworks for this case	Framework provider

Figure 2: The risk register with about 10 risks.

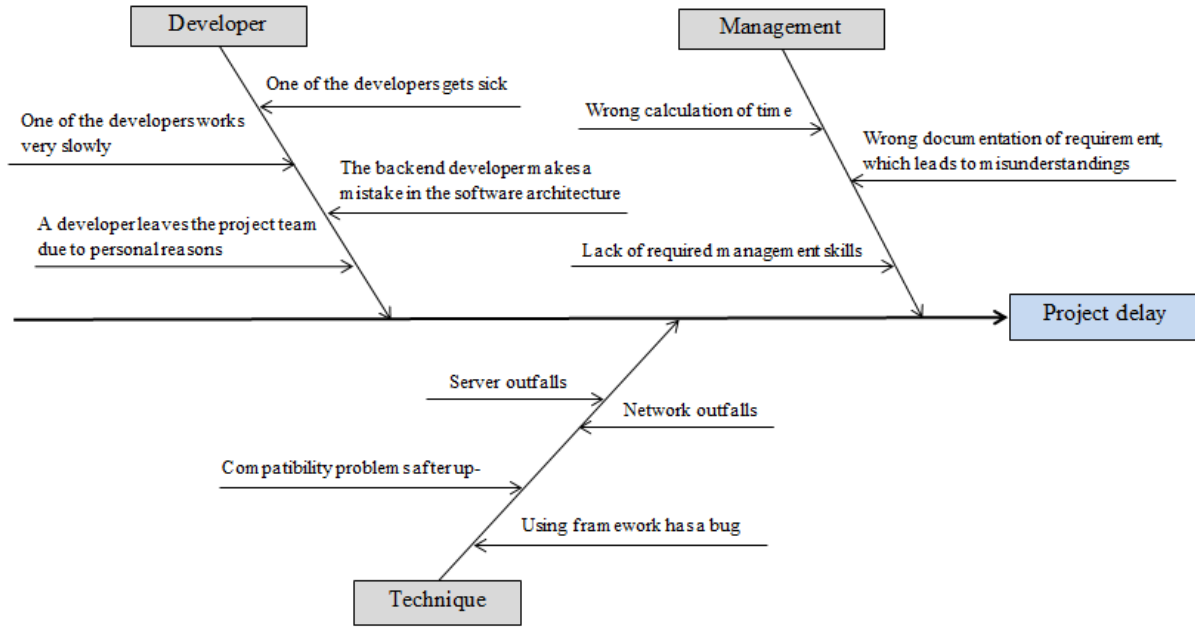


Figure 4: Cause effect diagram

ID	WBS	Task Name	Fixed Cost	Total Cost	Baseline	Actual	Remaining	Resource Names															
									'14	14 Apr '14	12 May '14	09 Jun '14	07 Jul '14	04 Aug '14									
									S	W	S	T	M	F	T	S	W	S	T	M	F	T	
1	0.1	Conception & Selection Complete	£0.00	£0.00	£0.00	£0.00	£0.00																
2	0.2	Chessboard, -figures and -functions Complete	£0.00	£0.00	£0.00	£0.00	£0.00																
3	0.3	Save and Load Complete	£0.00	£0.00	£0.00	£0.00	£0.00																
4	1.0	Conception & Selection	£0.00	£4,351.00	£3,952.00	£0.00	£4,351.00																
5	1.1	Define the chessboard function	£0.00	£576.00	£576.00	£0.00	£576.00	Project Manager															
6	1.2	Evaluate technologies	£0.00	£1,024.00	£1,024.00	£0.00	£1,024.00	Backend Developer															
7	1.3	Choose the technologies	£0.00	£671.00	£272.00	£0.00	£671.00	Backend Developer,Project Manager,Framework[1]															
8	1.4	Define the interfaces	£0.00	£512.00	£512.00	£0.00	£512.00	Backend Developer															
9	1.5	Design the architecture	£0.00	£1,280.00	£1,280.00	£0.00	£1,280.00	Backend Developer,Frontend Developer															
10	1.6	Create a Mockup	£0.00	£288.00	£288.00	£0.00	£288.00	Project Manager															
11	2.0	Backend Implementation	£0.00	£6,656.00	£6,656.00	£0.00	£6,656.00																
12	2.1	Program the chessboard	£0.00	£1,152.00	£1,152.00	£0.00	£1,152.00	Backend Developer															
13	2.2	Program the chessboard functions	£0.00	£1,280.00	£1,280.00	£0.00	£1,280.00	Backend Developer															
14	2.3	Program the chess figures	£0.00	£1,792.00	£1,792.00	£0.00	£1,792.00	Backend Developer															
15	2.4	Program the public interfaces for Frontend	£0.00	£640.00	£640.00	£0.00	£640.00	Backend Developer															
16	2.5	Program the save functionality	£0.00	£896.00	£896.00	£0.00	£896.00	Backend Developer															
17	2.6	Program the load functionality	£0.00	£896.00	£896.00	£0.00	£896.00	Backend Developer															
18	3.0	Frontend Implementation	£0.00	£3,712.00	£3,712.00	£0.00	£3,712.00																
19	3.1	Program the graphical user interface	£0.00	£2,432.00	£2,432.00	£0.00	£2,432.00	Frontend Developer															
20	3.2	Program the integration with the backend	£0.00	£1,280.00	£1,280.00	£0.00	£1,280.00	Frontend Developer															
21	4.0	Graphic Design	£0.00	£1,280.00	£1,280.00	£0.00	£1,280.00																
22	4.1	Create pictures for the chessboard elements	£0.00	£640.00	£640.00	£0.00	£640.00	Frontend Developer															
23	4.2	Create pictures for the chess figures	£0.00	£640.00	£640.00	£0.00	£640.00	Frontend Developer															
24	5.0	Testing	£0.00	£3,744.00	£3,744.00	£0.00	£3,744.00																
25	5.1	Make an usability test	£0.00	£288.00	£288.00	£0.00	£288.00	Project Manager															
26	5.2	Program the unit tests	£0.00	£2,560.00	£2,560.00	£0.00	£2,560.00	Backend Developer,Frontend Developer															
27	5.3	Program the integration test	£0.00	£768.00	£768.00	£0.00	£768.00	Backend Developer															
28	5.4	Make a system test	£0.00	£128.00	£128.00	£0.00	£128.00	Backend Developer															

Figure 5: Baseline Plan created with Microsoft Project

ID	WBS	Task Name	Duration	Start	Finish	Predecessors	Resource Names
1	0.1	Conception & Selection Complete	0 days	Thu 01/05/14	Thu 01/05/14	7,9	
2	0.2	Chessboard, -figures and -functions Complete	0 days	Tue 03/06/14	Tue 03/06/14	13,14	
3	0.3	Save and Load Complete	0 days	Thu 12/06/14	Thu 12/06/14	16,17	
4	1.0	Conception & Selection	15 days	Thu 10/04/14	Wed 30/04/14		
5	1.1	Define the chessboard functions	4 days	Thu 10/04/14	Tue 15/04/14		Project Manager
6	1.2	Evaluate technologies	8 days	Fri 18/04/14	Tue 29/04/14	10	Backend Developer
7	1.3	Choose the technologies	1 day	Wed 30/04/14	Wed 30/04/14	6	Backend Developer,Project Manager,Framework[1]
8	1.4	Define the interfaces	4 days	Fri 18/04/14	Wed 23/04/14	10	Backend Developer
9	1.5	Design the architecture	5 days	Thu 24/04/14	Wed 30/04/14	8	Backend Developer,Frontend Developer
10	1.6	Create a Mockup	2 days	Wed 16/04/14	Thu 17/04/14	5	Project Manager
11	2.0	Backend Implementation	35 days	Thu 01/05/14	Wed 18/06/14		
12	2.1	Program the chessboard	9 days	Thu 01/05/14	Tue 13/05/14	1	Backend Developer
13	2.2	Program the chessboard functions	10 days	Wed 14/05/14	Tue 27/05/14	12	Backend Developer
14	2.3	Program the chess figures	14 days	Wed 14/05/14	Mon 02/06/14	12	Backend Developer
15	2.4	Program the public interfaces for Frontend	5 days	Thu 12/06/14	Wed 18/06/14	3	Backend Developer
16	2.5	Program the save functionality	7 days	Tue 03/06/14	Wed 11/06/14	2	Backend Developer
17	2.6	Program the load functionality	7 days	Tue 03/06/14	Wed 11/06/14	2	Backend Developer
18	3.0	Frontend Implementation	29 days	Thu 12/06/14	Tue 22/07/14		
19	3.1	Program the graphical user interface	19 days	Thu 12/06/14	Tue 08/07/14	3,23	Frontend Developer
20	3.2	Program the integration with the backend	10 days	Wed 09/07/14	Tue 22/07/14	15,19	Frontend Developer
21	4.0	Graphic Design	10 days	Thu 01/05/14	Wed 14/05/14		
22	4.1	Create pictures for the chessboard elements	5 days	Thu 01/05/14	Wed 07/05/14	1	Frontend Developer
23	4.2	Create pictures for the chess figures	5 days	Thu 08/05/14	Wed 14/05/14	22	Frontend Developer
24	5.0	Testing	11 days	Wed 23/07/14	Wed 06/08/14		
25	5.1	Make an usability test	2 days	Wed 23/07/14	Thu 24/07/14	20	Project Manager
26	5.2	Program the unit tests	10 days	Wed 23/07/14	Tue 05/08/14	20	Backend Developer,Frontend Developer
27	5.3	Program the integration test	6 days	Wed 23/07/14	Wed 30/07/14	20	Backend Developer
28	5.4	Make a system test	1 day	Wed 06/08/14	Wed 06/08/14	25,26,27	Backend Developer

Figure 6: Task sheet created with Microsoft Project

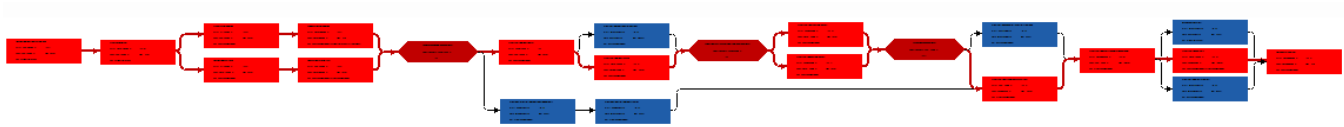


Figure 7: Overview of the network diagram

Menschmodelle: State of the Art und Skizzierung eines Idealsystems

Florian Seckinger
Fraunhofer IAO
Stuttgart

Florian.Seckinger@Student.Reutlingen-University.de

ABSTRACT

Dieser Artikel befasst sich mit den bisherigen Erkenntnissen aus der Forschung im Bereich der digitalen Menschmodelle. Es werden bereits erhältliche Menschmodelle betrachtet und ein mögliches Idealsystem, basierend auf vorgegebenen funktionalen und architekturellen Anforderungen, wird beschrieben. Weiterhin wird geprüft ob das skizzierte Idealsystem auch mit einer REST-Schnittstellenarchitektur realisierbar ist.

Der Abstract ist eine kurze Zusammenfassung des Beitrages in wenigen Sätzen, die dem Leser einen Überblick zum Inhalt bietet. Er sollte maximal 175 Wörter lang sein.

Kategorien

H.1.2 [User/Machine Systems]

I.3.6 [Methodology and Techniques] *Ergonomics*

I.3.7 [Three-Dimensional Graphics and Realism] *Virtual reality*

I.6 [Simulation and Modeling]

Schlüsselwörter

Menschmodelle, Ergonomiebewertung, Produktionsplanung, Arbeitsplatzgestaltung

1. EINLEITUNG

Hohe Ansprüche beim Design und Entwicklung zukünftiger Produkte erhöhen die Komplexität bei der Produktionsplanung und der Arbeitsplatzgestaltung. Zunehmend lösen digitale Menschmodelle in der Ergonomiebewertung die realen Aufbauten ab. Produkte und Arbeitsabläufe können durch rechnergestützte Simulationen gezielt ergonomisch verbessert werden.

2. STATE OF THE ART MENSCHMODELLE

In der Produktentwicklung werden digitale Menschmodelle eingesetzt, um dem Konstrukteur bzw. Planer im

Entwicklungsprozess zu unterstützen. Die Abbilder realer Menschen überprüfen virtuell die Anforderungen an eine Produktidee. So kann virtuell eine Arbeitsaufgabe objektiv und zuverlässig auf ergonomische Eigenschaften überprüft werden. In den Menschmodellen sind verschiedene Daten hinterlegt, wie Geschlecht, Population und Nationalität. Die Einsatzgebiete der Menschmodelle beziehen sich aber nicht nur auf die Produktentwicklung. Neben Modelle in dynamischen, biomechanischen und grafischen Systemen werden digitale Menschmodelle auch im Bereich der Computerspiele oder Animationsfilme als Avatare oder Agents bezeichnende Systeme eingesetzt.[11]

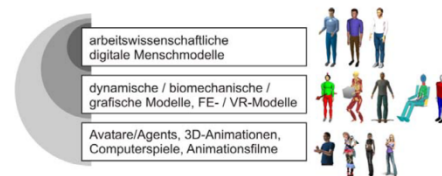


Abbildung 1: Einsatzgebiete digitale Menschmodelle[11]

Die Auswahl der zu betrachtenden Menschmodelle wird auf die in der Arbeitswissenschaft verwendeten Modelle beschränkt. Zur Ermittlung der Modelle wird eine Empirische Studie zu digitalen Menschmodellen von Mühlstedt und Spanner-Ulmer (2009) betrachtet.

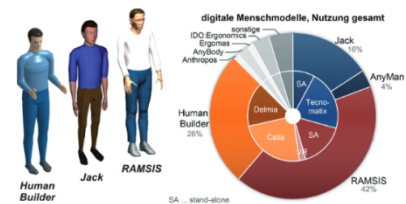


Abbildung 2: Verbreitung digitaler Menschmodelle[11]

Befragt wurden 59 Konstrukteure und Planer in Deutschland zu den von Ihnen in der Praxis angewandten Menschmodellen. Das meistverwendete Modell ist RAMSIS mit 42% Anteil unter den Befragten. Danach folgen Human Builder (26%) und Jack (16%), der Rest der Anwender spaltet sich in mehrere Modelle auf, welche nur auf wenige Prozente kommen.[11]

Betrachtet werden in dieser Arbeit die Modelle RAMSIS, Human Builder und Jack als meistverwendete Menschmodelle sowie zusätzlich noch IDO: Ergonomics und CharAT.

Betreuer Hochschule: Prof. Dr. rer. nat. Gabriela Tullius
Hochschule Reutlingen
Gabriela.Tullius@Reutlingen-University.DE

Betreuer Firma: Roland Blach
Fraunhofer IAO Stuttgart
Roland.Blach@iao.fraunhofer.de

Herbstkonferenz 2014
Wissenschaftliche Vertiefungskonferenz
19. November 2014, Hochschule Reutlingen
Copyright 2014 Florian Seckinger

2.1 RAMSIS:

RAMSIS (Rechnergestütztes Anthropologisches Mathematisches System zur Insassensimulation) wurde am Lehrstuhl für Ergonomie an der TU München im Jahre 1994 entwickelt[14] und wird von der Firma "Human Solutions" angeboten. Das Menschmodell wird vom Großteil aller Automobilunternehmen weltweit zur ergonomischen Analyse von Produkten während der Konstruktionsphase eingesetzt.[7] Das Haupteinsatzgebiet von RAMSIS liegt auf ergonomischen Untersuchungen von den Insassenabteilungen der Fahrzeug-, Flugzeug- und Baumaschinenindustrie. Das zugrunde liegende Modell besitzt 53 Gelenke mit 104 Freiheitsgraden.[10]

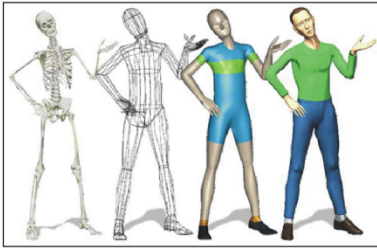


Abbildung 3: RAMSIS als Knochen-, Hautlinien-, Volumen- und Präsentationsmodell[6]

RAMSIS kann sowohl männliche wie weibliche Modelle darstellen. In der Datenbasis sind mehrere Körpercharakteristika gespeichert. Die Eigenschaften Körperhöhe, Proportionen und Korpulenz können beliebig eingestellt werden. Ein implementiertes Akzelerationsmodell berücksichtigt die Zunahme der Körperhöhe des Menschmodells von Generation zu Generation.[6]

2.2 HUMAN BUILDER

Der Human Builder ist Teil des Catia-V5-Softwarepaketes von der Firma Dassault Systemes. Das Menschmodell dient als Werkzeug, mit dem die Interaktion zwischen Mensch und Maschine erforscht werden kann. Das Modell verfügt über 99 Gelenke und über 148 Freiheitsgrade, dabei sind Hals, Schulter, Wirbelsäule und Hände detailliert modelliert. Das Modell kann sowohl mittels vordefinierten Haltungen positioniert werden, genauso ist es möglich, jeden Gelenkwinkel separat zu justieren.[10]



Abbildung 4: DELMIA Ergonomics Analysis Tool[3]

Um ergonomische Analysen durchzuführen, benötigt man ein Zusatzpaket aus der DELMIA-Produktreihe. Mit der digitalen Simulationsfunktion aus dem DELMIA Ergonomics Analysis (EGA) Tool können Produktionsaktivitäten in Echtzeit verfolgt werden und mithilfe von Bewegungs-, Ergonomie- und Handhabungsanalysen Prozessoptimierungen durchgeführt werden.[3]

2.3 JACK

An der Universität von Pennsylvania im "Center for Human Modeling" entstand in den 1980er und 1990er Jahren das Modellierungs- und Simulationsprogramm Jack. Das Modell

verfügt über eine bewegliche Wirbelsäule, 68 Gelenke und 135 Freiheitsgrade. Die Implementation von natürlichen Gelenkbegrenzungen erlauben vielseitige Anwendungen.[10]

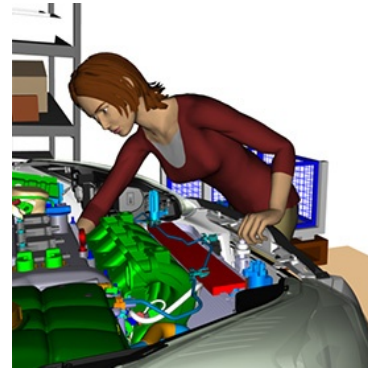


Abbildung 5: Jill - Das weibliche Gegenstück zum Menschmodell Jack[16]

Die digitalen Menschen Jack und das weibliche Gegenstück Jill werden in Deutschland von der Firma Siemens vertrieben. Eigenschaften der menschlichen Leistungsfähigkeit sind bereits in dem Modell integriert, darunter welche wie Kraft, Körperhaltung oder Müdigkeit. Aufgaben wie das Anheben schwerer Lasten können dadurch virtuell simuliert und ausgewertet werden. Die Ergebnisse der Simulation liefern quantitative Aussagen zu Verletzungspotenziale, Belastungsfähigkeit und Aufgabenplanung im betrieblichen Alltag.[15]

2.4 IC.IDO:Ergonomics

In der digitalen Produktentwicklung können Unternehmen mit dem Menschmodell IDO:Ergonomics ihre Bedienelemente des Prototyps bereits frühzeitig auf ergonomische Eigenschaften in Hinsicht auf Erreichbarkeit und Handhabbarkeit von Bedienelementen überprüfen. Aussagen über die Belastung von bestimmten Körperregionen werden aus der interaktiven Simulation gewonnen.[8]



Abbildung 6: Menschmodell IDO: Ergonomics[8]

Das Menschmodell kann nach den menschlichen Eigenschaften wie Geschlecht, Alter, Region oder Proportion dargestellt werden. Die grafische Anzeige des Modells ist mit einem Hautmodell, Skelettmodell und ein Körperteilmodell möglich.[8]

2.5 CharAT

Die Firma Virtual Human Engineering GmbH entwickelte das 3dsMax Plugin CharAT Ergonomics, welches ein menschliches Simulationsmodell für die ergonomische Analyse bietet. CharAT steht für "Character-Animation-Tool" mit dem ergonomische Simulationen durchgeführt werden können.[19]

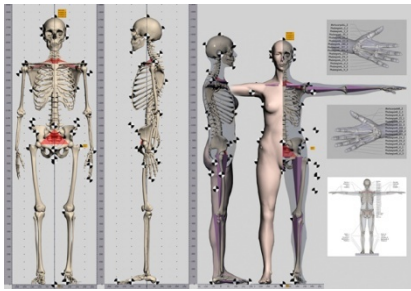


Abbildung 7: Das Menschmodell CharAT[19]

Die Darstellung des Menschmodells ist mittels einem Skelett- und Hautmodell inklusive Kleidung möglich. Das Skelettmodell besteht aus bis zu 200 konfigurierbaren Knochenelementen für die ergonomische Analyse. Das Modell verfügt über einstellbare Werte in den Eigenschaften nach Geschlecht, Alter, Region, Proportion und Akzeleration. Das Menschmodell kann seine Umgebung sehen und Sicht- und Erreichbarkeitsanalysen durchführen. Auch Einschränkungen durch Brillen und Masken können in dem Modell definiert werden.[19]

2.6 Vergleich der Menschmodelle

Die vorgestellten erhältlichen Menschmodelle werden nachfolgend in einigen Eigenschaften verglichen. Zu den Eigenschaften gehören die jeweiligen Unternehmen, die das Menschmodell anbieten. Auch werden die Partien aufgeführt, welche über das jeweilige Modell angezeigt werden können. Weiterhin werden die Variationen und Eigenschaften sowie die durchführbaren Analysearten miteinander verglichen. Der Vergleich kann in der Tabelle 1 betrachtet werden.

3. SCHEMATAS ZUM BEWERTEN VON ERGONOMISCHEN ANALYSEN

Ergonomische Fragestellungen bei Menschmodellen werden nach den Bereichen Geometrie, Kinematik, Statik und Dynamik aufgeteilt. (siehe Abbildung 8) Bei der geometrischen Betrachtung werden die Umfänge des Menschmodells, die zugehörige Bekleidung und das räumliche Umfeld (Arbeitsplatz, Werkstücke und Vorrichtungen) betrachtet. Die kinematische Betrachtung bezieht sich auf die Bewegungsbahnen der Gliedmaßen des Menschmodells und auf Zeitbedarfe bei der Bewegungsdurchführung. Die Analyse, Bewertung und Beurteilung von menschlicher Handlungs- und Haltearbeit erfolgt in der Statischen Betrachtung. Die Überprüfung der Körperhaltungen auf ergonomischer Hinsicht wird unter diversen Methoden durchgeführt. Bekannte Vertreter sind das OWAS Verfahren für statische Arbeit, NIOSH für Lastenhandhabung, die RULA-Methode und die in Deutschland angewandte Leitmerkalmethode. Die dynamische Betrachtung befasst sich mit inneren und äußeren Kräften und Drehmomente, die bei Bewegung des Menschmodells entstehen.[13]

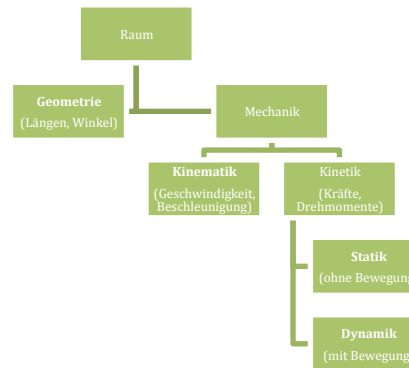


Abbildung 8: Einordnung der ergonomischen Kriterien bei der Menschmodellierung[13]

Tabelle 1 Vergleich der erhältlichen Menschmodelle

	RAMSIS	Human Builder	Jack	IC.IDO: Ergonomics	CharAT
Anbieter/ Hersteller	Human Solutions GmbH	Dassault Systems	Siemens Deutschland	ESI Software (ehemals IC.IDO)	Virtual Human Engineering GmbH
Anzeige	Skelett Haut Kleidung Linien	Skelett Haut Kleidung	Skelett Haut Kleidung	Skelett Haut Kleidung Körperteile	Skelett Haut Kleidung
Variationen	Geschlecht Alter Proportion Akzeleration	Geschlecht Alter	Geschlecht Gewicht Größe	Geschlecht Alter Region Proportion	Geschlecht Alter Region Proportion Akzeleration
Eigenschaften	53 Gelenke 104 Freiheitsgrade	99 Gelenke 148 Freiheitsgrade	68 Gelenke 135 Freiheitsgrade	Keine Angaben	Bis zu 200 einstellbare Knochen
Analysearten	Ergonomie Erreichbarkeit Sichtbarkeit Spiegelsicht Gurtverlauf	Ergonomie Erreichbarkeit Sichtbarkeit Ermüdung	Ergonomie Erreichbarkeit Sichtbarkeit Ermüdung	Ergonomie Erreichbarkeit Sichtbarkeit	Ergonomie Erreichbarkeit Sichtbarkeit

3.1 OWAS

Owas (Ovako Working posture Assessment System) wurde 1974 im finnischen Unternehmen OVAKO entwickelt. Klassifiziert Rücken-, Arm sowie Beinhaltenungen anhand Zifferncodes und beurteilt diese Arbeitshaltungen anhand von vier (Normal, Belastend, Deutlich Belastend, Deutlich schwer belastend) Maßnahmenklassen.[5]

3.2 NIOSH

(National Institute for Occupational Safety and Health): Amerikanische Grenzlastmethode aus dem Jahre 1970, herausgegeben durch die Occupational Safety and Health Administration (OSHA). Das Verfahren stellt dem Anwender Richtwerte für maximale Lastgewichte unter Berücksichtigung von Dauer und Häufigkeit der Tätigkeit zur Verfügung.[2]

3.3 RULA

(Rapid Upper Limbs Assessment): Englischer Bewertungsmaßstab für Einzeltätigkeiten mittels Gelenkwinkel sowie Lasten für Hände, Arme, Beine, Oberkörper und den Hals.[12]

3.4 Leitmerkmalmethode

Entwickelt wurde die Leitmerkmalmethode von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) und dient zur Gefährdungsbeurteilung beim Heben, Halten, Tragen, Ziehen und Schieben von Lasten. Die Beurteilung erfolgt durch eine Einschätzung der fünf Leitmerkmale Zeitdauer, Lastgewicht, Bewegungsgeschwindigkeit, Körperhaltung und Ausführungsbedingungen. Aus den Einschätzungen der Leitmerkmale wird ein Risikowert errechnet, mit dem das Gefährdungspotenzial einer Tätigkeit beurteilt werden kann. [1]

4. BESCHREIBUNG EINES IDEALSYSTEMS

Zur Beschreibung eines Idealsystems werden funktionale und nicht-funktionale Anforderungen benötigt. Im Anschluss wird mittels einem Aktivitätsdiagramm und einem Komponentendiagramm die Funktionsweise des Idealsystems erläutert.

4.1 Anforderungen

Im 1998 veröffentlichten IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) 830- Standard zur Spezifikation von Software werden Anforderungen mithilfe des Kriteriums der Notwendigkeit priorisiert. Um Anforderungen zu werten, gibt es drei Ausprägungen: Essenziell, bedingt notwendig und Optional.[9]

Essenziell: Die beschriebene Anforderung muss in der geforderten Weise realisiert werden, da die Software sonst nicht akzeptiert wird.

Bedingt notwendig: Die Realisierung der Anforderung wertet die Software auf. Bei Nicht-Realisierung wird die Software aber nicht unakzeptabel.

Optional: Die Umsetzung der beschriebenen Anforderung kann wertvoll für die Software sein, muss es aber nicht.

4.1.1 Funktionale Anforderungen:

Essenziell:

- Das Menschmodell mit Skin-Informationen soll in Echtzeit dargestellt werden

- Übertragung der Bones-Struktur soll in Echtzeit durchgeführt werden
- Das System soll in Echtzeit Ergonomische Informationen über die Bewegungen des Menschmodells darstellen können.

Bedingt notwendig:

- Die Übertragung eines Bewegungspfades soll in Echtzeit stattfinden
- Animation von Bewegungsabläufen soll synchron ablaufen und weitestgehend realistisch wirken.

4.1.2 Nicht-funktionale Anforderungen:

Essenziell:

- Darstellung des Menschmodells mit einer Bildwiederholungsfrequenz von mindestens 15 Hertz
- Um Bewegungen in Echtzeit darstellen zu können, sollte die Latenz weniger als 200 ms betragen

4.2 Aktivitätsdiagramm

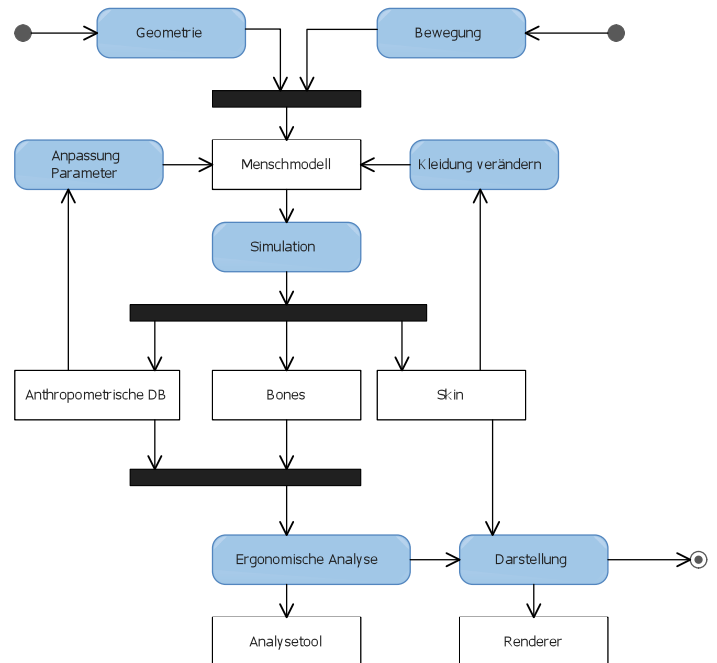


Abbildung 9: Aktivitätsdiagramm (Eigene Darstellung)

Innerhalb der Menschmodellsimulation sollen Geometrie- und Bewegungsdaten in Echtzeit auf das Menschmodell einwirken. Das Modell besitzt eine anthropometrische Datenbank, in der die Eigenschaften des Menschmodells (Geschlecht, Alter, Region, Proportion, usw.) abgespeichert sind. Sowohl die Eigenschaften wie auch die Kleidung des Modells können angepasst werden. Die Knochenstruktur (Bones) des Modells und die Eigenschaften aus der anthropometrischen Datenbank werden für die Ergonomische Analyse benötigt. Das Aussehen des Modells (Skin) und die Ergebnisse der Analyse werden im Renderer dargestellt.

4.3 Komponentendiagramm

Das Komponentendiagramm gliedert sich in drei Hauptkomponenten (Eingaben, Grafikengine und Menschmodell) sowie einigen Unterkomponenten. Die Eingaben des Benutzers

5.1 REST

REST (Representational State Transfer) ist ein Webstandard welcher von Roy Thomas Fielding im Jahre 2000 definiert wurde. In seiner Dissertation beschreibt er den REST-Architekturstil für netzwerkbasierte Anwendungen, die dem Webstandard HTTP zugrunde liegt.[4] In seiner Arbeit definiert Fielding Architekturprinzipien, von denen fünf in Ihrem Kern am wichtigsten sind:[17]

5.1.1 Ressourcen mit eindeutiger Identifikation

Jede Abstraktion einer Anwendung kann eine Ressource sein, die mit einer eindeutigen Identifikation versehen ist. Eine Bestellung, ein Kunde, ein Produkt oder ein Prozessschritt kann eine Ressource sein. Zur Identifikation wird ein Identifikator an die Ressource vergeben, nämlich eine aus dem Internet bereits bekannte URI (Uniform Resource Identifier) Kennzeichnung.

5.1.2 Verknüpfungen/Hypermedia

Aus HTML ist das Prinzip des Verknüpfens von Inhalten (Links) bereits bekannt. REST greift dieses Prinzip auf, um Ressourcen miteinander zu verknüpfen und den Applikationsfluss

5.1.3 Standardmethoden

REST benutzt die aus dem HTTP Protokoll bekannten Standardmethoden GET, PUT, POST und DELETE. Jede Ressource unterstützt im REST Architekturstil den gleichen Satz von Standardmethoden.

5.1.4 Unterschiedliche Repräsentationen

Ein einheitliches Vorgehen um unterschiedliche Repräsentationen von Ressourcen zu identifizieren. Jede Ressource besitzt im REST-Architekturstil eine einheitliche Identifikation (Name, Pfad, etc.) und ein einheitliches Verfahren, mit dem Ressourcen manipuliert werden.

5.1.5 Zustandslosigkeit

Jede Anfrage vom Client zum Server muss alle Informationen enthalten, die notwendig sind, um die Anfrage zu verstehen. Da zwischen zwei Anfragen weder von Client oder Server Zustandsinformationen gespeichert werden, spricht man vom einem zustandslosen Protokoll. Die Zustandslosigkeit hat Vorteile für die Sichtbarkeit, Zuverlässigkeit und Skalierbarkeit eines Webservices.

Sichtbarkeit: Die Anfrage (Request) muss nicht komplett bekannt sein, um diese zu verstehen. Der Netzwerkinfrastruktur wird dadurch die Arbeit erleichtert.

Zuverlässigkeit: Einfachere Fehlerbehandlung nach einem Serverneustart, die Anfrage kann einfach wiederholt werden.

Skalierbarkeit: Da zwischen den Anfragen der Zustand nicht auf dem Server gespeichert wird und der Server sich nicht mit die Ressourcennutzung zu einer Anfrage kümmern muss.

5.2 Umsetzung

In einer REST-Anwendung kommunizieren Client und Server mittels den HTTP Standardmethoden (siehe Tabelle 2) und führen dementsprechend Operationen durch.

Tabelle 2: HTTP Standardmethoden[18]

HTTP-Methode	Operation
GET	Listet Ressourcen auf oder holt eine konkrete Ressource.

PUT	Aktualisiert eine Ressource.
DELETE	Löscht eine Ressource oder eine Sammlung von Ressourcen.
POST	Semantik kann variieren aber in der Regel geht es um das Anlegen einer neuen Ressource.

Um eine Anwendung auf der Basis einer Rest-Schnittstelle zu realisieren, benötigt man nur die URI der Ressource und die bekannten Standardmethoden aus HTTP.

6. FAZIT

Am Markt vertretene Menschmodelle konzentrieren ihre ergonomischen Analysen auf den statischen Bereich. Das Modell wird erst in Position gebracht und anschließend wird eine Analyse durchgeführt. Für den dynamischen Bereich, in dem ergonomische Analysen bereits in der Bewegung des Modells in Echtzeit durchgeführt werden, gibt es bisher kaum nennenswerte Vertreter am Markt. Dies liegt an der mangelnden Verbreitung von immersiven Systemen in Unternehmen und an einer mangelnden Akzeptanz, da die Systeme nicht intuitiv benutzbar sind.

7. LITERATUR

- [1] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Gefährdungsbeurteilung mithilfe der Leitmerkmalmethode. Online verfügbar unter http://www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Physische-Belastung/Gefahrungsbeurteilung_content.html, zuletzt geprüft am 19.10.2014.
- [2] Center for Disease Control and Prevention: The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Online verfügbar unter <http://www.cdc.gov/niosh/about.html>, zuletzt geprüft am 19.10.2014.
- [3] DELMIA: Ergonomics Analysis (EGA) Tool. Online verfügbar unter <http://www.3ds.com/products-services/delmia/products/ergonomics-specialists/ergonomics-analysis/>, zuletzt geprüft am 29.08.2014.
- [4] Fielding, Roy Thomas (2000): Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures. Doctoral Dissertation. University of California, Irvin. Online verfügbar unter <http://www.ics.uci.edu/~fielding/pubs/dissertation/top.htm>, zuletzt geprüft am 03.09.2014.
- [5] Franzen, Dirk (2011): Darstellung von Methoden zur Untersuchung und Bewertung von Arbeitsplätzen unter ergonomischen Gesichtspunkten. Nürnberg. Online verfügbar unter http://www.indina.de/fileadmin/indina/Bilderpool_indina/Publikationen/INDINA_Leitfaden_Ergonomie.pdf, zuletzt geprüft am 19.10.2014.
- [6] Hudelmaier, Jörg (2003): RAMSIS, der virtuelle Motorradfahrer. München. Online verfügbar unter http://www.fh-zwickau.de/fileadmin/ugroups/ftz/Konferenzen/2003/01_Hudelmaier.pdf, zuletzt geprüft am 27.08.2014.
- [7] Human Solutions (2012): RAMSIS Automotive. Online verfügbar unter <http://www.human->

- solutions.com/mobility/front_content.php?idcat=252&lang=3 , zuletzt geprüft am 27.08.2014.
- [8] IC.IDO: Produktbroschüre Menschmodell IDO:Ergonomics. Online verfügbar unter http://www.icido.de/de/Produkte/VDP/IDO_Ergonomics.html, zuletzt geprüft am 04.09.2014.
- [9] IEEE Standards (1998): Recommended practice for software requirements specifications. Revision. New York: IEEE.
- [10] Mühlstedt, Jens; Kaußler, Hans; Spanner-Ulmer, Birgit (2008): Programme in Menschengestalt: digitale Menschmodelle für CAx- und PLM-Systeme. In: Zeitschrift für Arbeitswissenschaft 02/2008.
- [11] Mühlstedt, Jens; Spanner-Ulmer, Birgit (2009): Homo Sapiens Digitalis: über den Praxiseinsatz digitaler Menschmodelle. Hg. v. A. Lichtenstein, C. Stöbel und C. Clemens. 8. Berliner Werkstatt Mensch-Maschine-Systeme. Düsseldorf: VDI Verlag.
- [12] Osmond Ergonomics: RULA - Rapid Upper Limb Assessment. Online verfügbar unter <http://www.rula.co.uk/>, zuletzt geprüft am 19.10.2014
- [13] Schenk, Michael (Hg.) (2009): Digital Engineering - Herausforderung für die Arbeits- und Betriebsorganisation. Berlin: Gito (Schriftenreihe der Hochschulgruppe für Arbeits- und Betriebsorganisation e.V. (HAB)).
- [14] Seidl, Andreas (1994): Das Menschmodell RAMSIS - Analyse, Synthese und Simulation dreidimensionaler Körperhaltungen des Menschen. Dissertation am Lehrstuhl für Ergonomie der Technischen Universität. München: TUM München.
- [15] Siemens A: Produktdatenblatt Jack. Online verfügbar unter http://www.plm.automation.siemens.com/de_de/Images/Jack_Human_tcm73-62436.pdf, zuletzt geprüft am 29.08.2014.
- [16] Siemens B: Jill - Weibliches Gegenstück zum Menschmodell Jack. Online verfügbar unter https://www.plm.automation.siemens.com/de_de/Images/jack-download_tcm73-214620.jpg, zuletzt geprüft am 29.08.2014.
- [17] Tilkov, Stefan (2011): REST und HTTP. Einsatz der Architektur des Web für Integrationsszenarien. 2., akt. u. erw. Auflage. Heidelberg, Neckar: dpunkt.
- [18] Ullenboom, Christian (2011): Java 7 - Mehr als eine Insel. Das Expertenbuch zu den Java SE Bibliotheken. 1., neue Ausg. Bonn: Galileo Press (Galileo Computing).
- [19] Virtual Human Engineering: Produktdatenblatt CharAT. Online verfügbar unter http://www.virtualhumanengineering.com/de/product_technical_eigenschaften.html, zuletzt geprüft am 20.10.2014.