



Berufsbegleitender Studiengang  
Wirtschaftsinformatik, 4. Semester

**Hausarbeit im Rahmen der Lehrveranstaltung**  
**IT-Infrastruktur**

über das Thema

# Einführung eines Smart Workplace in einem mittelständischen Unternehmen unter Berücksichtigung der rechtlichen Grundlagen der Arbeitsplatzergonomie

Autor: Aleksandar Simic  
Matrikelnr.: 396631  
Stüvestraße 34  
45144 Essen

Abgabe: 2. Juli 2017

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>III</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1 Themenvorstellung . . . . .	1
1.2 Zielsetzung . . . . .	1
1.3 Aufbau . . . . .	1
<b>2 Smart Workplace</b>	<b>2</b>
2.1 Begriffsdefinition . . . . .	2
2.2 Ambient Intelligence . . . . .	2
2.3 Einführung . . . . .	3
<b>3 Mögliche Aspekte</b>	<b>6</b>
3.1 Persönliche mobile Arbeitsumgebung . . . . .	6
3.1.1 Funktionalität . . . . .	6
3.1.2 Aufbau eines MOVE Systems . . . . .	7
3.2 CGLXTouch . . . . .	9
3.2.1 Problemstellung . . . . .	9
3.2.2 Funktionalität . . . . .	10
3.2.3 Aufbau . . . . .	10
3.2.4 Voraussetzungen . . . . .	12
3.3 Mobile Cloud Computing . . . . .	13
3.3.1 Definition . . . . .	13
3.3.2 Voraussetzungen . . . . .	14
3.3.3 Wearables . . . . .	15
<b>4 Rechtliche Grundlagen</b>	<b>17</b>
<b>5 Schlussbetrachtung</b>	<b>18</b>
5.1 Fazit . . . . .	18
5.2 Ausblick . . . . .	18
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>V</b>

## Abbildungsverzeichnis

1	Unterschiede zwischen den Typ 1 und Typ 2 Hypervisors . . . . .	7
2	Komponenten einer MOVE Architektur . . . . .	8
3	Aufbau der Systemarchitektur . . . . .	10
4	Aufbau eines Mobile Cloud Systems . . . . .	15

## Abkürzungsverzeichnis

AmI .....	Ambient Intelligence
IoT .....	Internet of Things
MOVE .....	Mobile Personalized Virtual Computing Environment
UC .....	Unified Communication
UCC .....	Unified Communication & Collaboration
VM .....	Virtual Maschine
VMM .....	Virtual Maschine Monitor

# 1 Einleitung

## 1.1 Themenvorstellung

In der heutigen Zeit tendieren Unternehmen vermehrt dazu, zur Vereinfachung und Prozessoptimierung neue Technologien in den Arbeitsalltag einfließen zu lassen. Dies hat ebenfalls einen Einfluss auf die Arbeitsumgebungen der Mitarbeiter, die standardmäßigen Büros mit Arbeitsplatzrechnern weichen den Großräumen mit mobilen Endgeräten. Zuletzt hat das Unternehmen Microsoft in seinem münchener Standort so eine intelligente Arbeitsumgebung, auch Smart Workplace oder Smart Workspace genannt, eingerichtet.<sup>1</sup> Diese moderne Entwicklung ist die Motivation hinter dieser Seminararbeit.

## 1.2 Zielsetzung

Im Folgenden steht die Darstellung eines Smart Workplace und dessen mögliche Umsetzungen im Vordergrund. Es sollen Anwendungsfälle im Unternehmensumfeld und die dafür notwendigen Voraussetzungen vorgestellt werden. Der Fokus wird hierbei auf Technologien gesetzt, die für mittelständische Unternehmen umsetzbar und praktikabel sind. Auch eventuelle Konflikte mit aktuellen gesetzlichen Verordnungen bezüglich der Arbeitsplatzergonomie werden eruiert und versucht mit dem Einsatz neuer Technologien in Einklang zu bringen.

## 1.3 Aufbau

Beginnend wird der Begriff des Smart Workplace näher definiert und erläutert. Anschließend werden die einsetzbaren Technologien und räumlichen Gestaltungsmöglichkeiten dargestellt und gleichzeitig die Voraussetzungen für deren Umsetzung gepüft. Die Einführung der Systeme wird schrittweise dargelegt. Sollten bezüglich des Einsatzes der Technologien oder der Raumgestaltung Konflikte mit den rechtlichen Grundlagen zur Arbeitsplatzergonomie existieren, werden diese aufgezeigt und mögliche Gesetzesanpassungen präsentiert um die Nutzung zukünftig zu ermöglichen. Abschließend wird die Arbeit in einem Fazit reflektiert und die wesentlichen inhaltlichen Aspekte zusammengefasst. Zusätzlich wird ein Ausblick auf mögliche weitere nutzbare Technologien im Smart Workplace Umfeld gewährt.

---

<sup>1</sup>Vgl. Süster Volquardsen (2017).

## 2 Smart Workplace

### 2.1 Begriffsdefinition

Das erste Hindernis stellt eine genauere Definition und Erläuterung des Begriffs Smart Workplace dar.

Bei einem Smart Workplace werden die Prozesse und Policies eines Unternehmens auf verschiedene Komponenten ausgerichtet. Diese bestehen aus flexibel einsetzbaren Endgeräten, die mit neuen Technologien wie Cloud oder Virtualisierung angebunden und untereinander intelligent vernetzt werden um die notwendigen Informationen verfügbar zu machen.<sup>2</sup>

Beispielsweise können individuelle Licht- und Temperatureinstellungen automatisiert vom Gebäude an spezifische Büros vorgenommen werden, Sensoren in Konferenzräumen können Benutzungstrends auswerten und diese in Outlook oder Google Kalendern zur dynamischen Raumplanung ausgeben oder Ähnliches. Zusammengefasst können diese scheinbar kleinen Verbesserungen Ablenkungen vermindern und die Konzentration der Mitarbeiter erhöhen.<sup>3</sup>

Dementsprechend lässt sich sagen, dass Smart Workplaces eine Implementierungsmöglichkeit für AmI (Ambient Intelligence) Applikationen darstellen.<sup>4</sup>

### 2.2 Ambient Intelligence

Intelligente Arbeitsplätze gehören zu einem der interessantesten Bereiche für Ambient Intelligence Anwendungen. Hierbei werden intelligente Schnittstellen in alle möglichen Arten von Objekten eingebettet und erzeugen eine Umgebung, die anwesende Personen erkennen und auf diese in einer nahtlosen und unauffälligen Art und Weise zu reagieren.<sup>5</sup> Diese Anwendungen sollen standardmäßige Arbeitsplätze durch solche Objekte der Informations- und Kommunikationstechnologie verbessern, indem diese in der Umgebung verborgen und von Nutzern auf intuitive Weise zur Gewinnung von Informationen und zur Problemlösung genutzt werden.<sup>6</sup>

AmI Architekturen werden unter anderem durch einige Schlüsselfunktionen charakterisiert. Hierzu gehört zum einen die Einbettung der Geräte ins Netzwerk, kabelgebunden

---

<sup>2</sup>Vgl. nextchange Development UG (2016).

<sup>3</sup>Vgl. Hedayat (2016).

<sup>4</sup>Vgl. Mikulecky (2012), Seite 401.

<sup>5</sup>Vgl. Ducatel et al. (2001), Seite 1.

<sup>6</sup>Vgl. Mikulecky (2012), Seite 401.

oder kabellos. Diese Geräte reichen von einfachen Sensoren bis hin zu Kontrollsystemen wie Sicherheitssystemen und sollen in der Lage sein miteinander zu interagieren, was sich allerdings aufgrund der Heterogenität der Systeme oft als schwierig herausstellt. Zum anderen müssen AmI Architekturen die Funktionalität besitzen, Personen in der Umgebung und Situationszusammenhänge zu erkennen.<sup>7</sup>

Weiterhin sollten AmI Umgebungen möglichst benutzerfreundlich gestaltet sein, da die User solcher Systeme zumeist alle Mitarbeiter sind. Daher sollten sie beispielsweise Schnittstellen für Spracherkennung und anderen Sensoren besitzen. Abschließend ist die Anpassungsfähigkeit der Systeme an wechselnde Umstände von Bedeutung. Sie müssen gemäß den Rückmeldungen der Nutzer ihre Aktionen anpassen, dabei allerdings das Leistungsniveau beibehalten. Diese Vorgaben haben AmI Systeme im Bezug auf deren Verhalten bei Interaktionen vieler Geräte mit der Zeit so komplex gemacht wie natürliche Systeme.<sup>8</sup>

Spricht man von AmI Infrastrukturen, fallen stets drei aktuelle Technologien als Kernaspekte. Die erste Technologie nennt sich Ubiquitous Computing.<sup>9</sup> Diese Technologie wurde in dieser Hausarbeit bereits oft aufgeführt, und zwar betrifft sie Systeme, welche aus dem Sichtfeld der Nutzer entfernt werden und nur im Hintergrund agieren. Sie dienen dazu, Informationen zu akkumulieren und diese in der physischen Welt zu integrieren und darzustellen. Dadurch sind diese Informationen überall und für jede Person zugänglich. Die zur Anzeige der Informationen genutzten Displays sollen hierbei physische Daten wie Wandplakate, SMS oder Post-its ersetzen und diese in die Arbeitsumgebung integrieren.<sup>10</sup>

Der zweite Aspekt ist Ubiquitous Communication. Dies bezeichnet nichts anderes als die Funktionalität von Kommunikation mehrerer Geräte untereinander und mit Usern selbst unter Verwendung von kabellosen Technologien. Und zuletzt wird das Intelligent User Interface genannt. Den Benutzern soll ermöglicht werden, mit solch einer intelligenten Architektur sowohl auf eine natürliche Weise als auch auf eine auf den Nutzer personalisierte Art und Weise zu interagieren.<sup>11</sup>

---

<sup>7</sup>Vgl. Vasilakos und Athanasios (2008), Seite 585.

<sup>8</sup>Vgl. ebd., Seite 586.

<sup>9</sup>Vgl. Koivo (2004), Seite 1.

<sup>10</sup>Vgl. Weiser (1993), Seite 71.

<sup>11</sup>Vgl. Koivo (2004), Seite 1.

## 2.3 Einführung

Die Einführung und Implementation des Smart Workplace in einem Unternehmen umfasst vier Bereiche:

1. Digitale Technologien
2. Unternehmenspolicies
3. Führungsstile und Verhalten im Unternehmen
4. Physikalischer Aufbau<sup>12</sup>

Digitale Innovationen haben unseren Arbeitsalltag stark beeinflusst und dadurch sowohl die Leistungs- als auch die Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen verbessert. Die Technologien, die heute für Smart Working verwendet werden unterstützen die Zusammenarbeit und Sozialisierung und bieten Zugang zu Informationen außerhalb des Unternehmens. Die Arbeitsbedingungen der Unternehmen tendieren immer mehr zu flexibleren Modellen, die Verringerung beziehungsweise Entfernung der Einschränkungen durch Zeit und Räumlichkeiten ist ein entscheidender Erfolgsfaktor im Einführungsprozess des Smart Working.<sup>13</sup>

Wenn sich die Arbeitsmethodik der Menschen ändert, muss sich zur effektiveren Unterstützung der Mitarbeiter auch das Büro weiterentwickeln. Bei der Konzeptionierung eines Smart Office geht es nicht nur darum, die Anzahl der Workstations zu reduzieren um das Nutzungsniveau zu erhöhen, sondern generell die Bedeutung und Logik der Arbeitsbereiche zu überdenken. Dabei lassen sich vier Bedürfnisse hinter den Arbeitsaktivitäten feststellen:

- Konzentration: eine ruhige Umgebung abseits von lärmenden Orten
- Kollaboration: Räume mit genügend Platz zum Austausch von Dokumenten und ausgestattet mit adequaten und flexiblen technologischen Elementen um eine Zusammenarbeit per Remote zu ermöglichen
- Kommunikation: Schalldämmung und ein hohes Maß an Vertraulichkeit für den Umgang mit vertraulichen Angelegenheiten und Technologien zur Mischung physischer und virtueller Kommunikation
- Reflexion: Umgebungen für Arbeitsunterbrechungen mit der Möglichkeit individuelles kreatives Denken durchzuführen.<sup>14</sup>

---

<sup>12</sup>Vgl. eFM S.p.A. (2017).

<sup>13</sup>Vgl. ebd.

<sup>14</sup>Vgl. ebd.



Dem lässt sich entnehmen, dass nicht nur die technologische Ausstattung wichtig für ein Smart Workplace sind, sondern auch die räumliche Aufteilung des Gebäudes und sowie die Arbeitsbedingungen eine Rolle in der Einführung spielen.

Zudem existieren weitere Grundbausteine für die erfolgreiche Umsetzung eines Smart Workplace. Zunächst sollte eine solide Grundlage für die technologischen Implementationen geschaffen werden. Darunter fällt zum Beispiel die Flexibilisierung, Sicherung und Wartung qualitativer Wi-Fi Verbindungen, welche den Kern des intelligenten Arbeitsplatzes bilden. Außerdem sollte auch UC (Unified Communication) sichergestellt werden, da beispielsweise bei Videokonferenzen Räume mit Ausstattung die auf IoT (Internet of Things) Technologie basieren alle Teilnehmer und deren Bedürfnisse automatisch erkennen können.<sup>15</sup> UC oder auch UCC (Unified Communication & Collaboration) vereinheitlicht mehrere Kommunikationswege und -Möglichkeiten zwischen Mitarbeitern aber auch Kunden, um den Zugriff auf alle Daten, Informationen und Geräte jederzeit und von jedem Ort zu gewährleisten.<sup>16</sup> IoT basierte Geräte sind dazu in der Lage, sich mikroprozessorgesteuert untereinander über ein digitales Netz zu unterhalten.<sup>17</sup>

Um eine Optimierung des Managements der Räumlichkeiten zu erreichen, muss die Abhängigkeit von manuellen Kontrollen reduziert werden. Dafür sind keine weiteren technologischen Systeme notwendig, dies kann durch bereits bestehende Funktionalitäten abgedeckt werden. Beispielsweise ließen sich Wi-Fi Nutzungsdaten dergestalt auswerten, dass die Bewegungen der Mitarbeiter verfolgt werden und in Kombination mit der Nutzung der per LAN angebundenen Geräte eine Wärmekarte produziert wird, um unbenutzte Räume zu identifizieren und dadurch an Heiz- und Stromkosten zu sparen. Außerdem unterstützt die Fähigkeit, Dienstleistungen zu kontrollieren und zu personalisieren, eine gute Infrastruktur. Schon kleine Anwendungen zur Kontrolle von Zugriff und Energieverbrauch können hierbei nützlich sein und lassen sich von jedermann bedienen. Der wichtigste Aspekt bei der Einführung eines Smart Workplace ist allerdings die Vereinheitlichung der Kommunikation einzelner Technologien. Da die verschiedenen Systeme unter Umständen nicht die gleiche Sprache sprechen, muss ein Middleware-System zur Übersetzung implementiert werden, welches anbieterunabhängig funktioniert und möglichst praktikabel skalierbar ist.<sup>18</sup>

---

<sup>15</sup>Vgl. Furness (2016).

<sup>16</sup>Vgl. Vito Lo Verde (2017).

<sup>17</sup>Vgl. Neumann (2016).

<sup>18</sup>Vgl. Furness (2016).

## 3 Mögliche Aspekte

### 3.1 Persönliche mobile Arbeitsumgebung

#### 3.1.1 Funktionalität

Heutzutage werden Computer für alle möglichen Tätigkeiten in der Arbeitswelt benötigt, ob nun für kleinere Aufgaben oder für komplexe Berechnung mit Hilfe eines am Netzwerk angeschlossenen Supercomputers. In einer modernen Umgebung kann es unter Umständen notwendig sein den Arbeitsplatz aufgrund einer Tätigkeit zu wechseln um diese ausführen zu können. Dies hat allerdings zur Folge, dass dort der eigene Rechner mit den zugehörigen Daten und möglicherweise auch die benötigte Rechenleistung nicht verfügbar ist. Um für die Benutzer eine auf allen Rechnersystemen einheitliche Bedienerfahrung gewährleisten zu können, lässt sich eine sogenannte MOVE (Mobile Personalized Virtual Computing Environment) nutzen. Durch diese Umgebung wird dem Benutzer auf jeder beliebigen Maschine eine gleichmäßig konsistente Desktop-Rechner-Umgebung präsentiert, welche sowohl die gleichen personenbezogenen Daten und Software als auch die verfügbare Rechenleistung liefert wie am eigenen Arbeitsplatzrechner. Eine solche Desktop-Rechner-Umgebung besteht zum Großteil aus der installierten Software einschließlich des Betriebs- und Dateisystems. Diese könnten zwar vom Speichermedium auf ein anderes übertragen werden, aufgrund der engen Koppelung ließe sich diese allerdings nicht einfach auf einem neuen System ausführen. Um diese Abstraktion gewährleisten zu können, wird die Technologie der VMs (Virtual Maschine) genutzt.<sup>19</sup>

Bei der Virtualisierung werden mit Hilfe von Technologien die Ressourcen eines Rechnersystems auf mehrere einzelne Klienten aufgeteilt um diese effektiver und flexibler nutzbar zu machen. Dies geschieht dadurch, dass unterschiedliche Klassen von Anwendungen auf wenigen physischen Systemen konsolidiert und von mehreren unabhängigen Betriebssysteminstanzen gleichzeitig genutzt werden können.<sup>20</sup> Diese Virtualisierung wird mit der Hypervisor Technologie implementiert. Ein Hypervisor, oder auch VMM (Virtual Maschine Monitor) genannt, ist ein Stück Hardware oder Software welches Systemressourcen virtualisiert, wobei zwischen Typ 1 und Typ 2 Hypervisors unterschieden wird. Typ 1 Hypervisors sind direkt auf der Hardware implementiert, Typ 2 Hypervisors laufen dagegen auf einem Host Betriebssystem. Dieses stellt Dienste wie Speichermanagement zur Virtualisierung zur Verfügung.<sup>21</sup>

---

<sup>19</sup>Vgl. Bai und Ju (2012), Seite 890 f.

<sup>20</sup>Vgl. Baun et al. (2009), Seite 197.

<sup>21</sup>Vgl. Tholeti (2011).

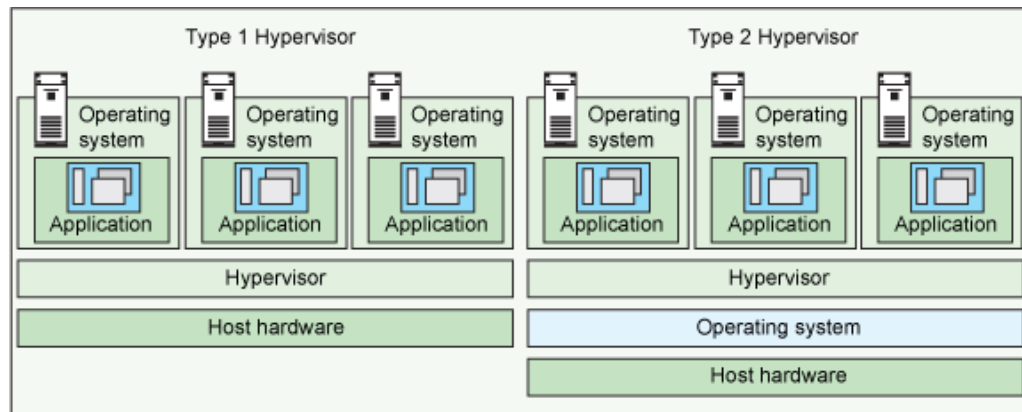


Abbildung 1: Unterschiede zwischen den Typ 1 und Typ 2 Hypervisoren  
 Quelle: Tholeti (2011)

Solch ein zwischen Host-Hardware-Maschine und Gastsoftware implementierter VMM ermöglicht in diesem Fall die Koexistenz mehrerer Gastbetriebssysteme auf einer einzigen Single-Host-Hardwareplattform, indem eine vollständige Abstraktion von virtualisierten Hardwareressourcen zur Verfügung gestellt wird. Die Gastbetriebssysteme sind voneinander isoliert und können, entkoppelt und unabhängig von der zugrunde liegenden Hardware, auf dieser virtualisierten Plattform arbeiten. Die einzige Voraussetzung zur unmodifizierten Ausführung des Betriebssystems auf dem neuen Computer ist die Bereitstellung der gleichen virtuellen Plattform auf dem Zielsystem. Die Daten einer Computing-Umgebung lassen sich zusätzlich aufgrund der Speicherung des Dateisystems und des Software-Stacks beispielsweise als Image-Datei sehr einfach auf ein anderes System übertragen. Dies bedeutet, dass der VMM auf jedem davon unterstützten Gerät als eine einheitliche virtuelle Betriebssystemplattform dienen kann.<sup>22</sup>

### 3.1.2 Aufbau eines MOVE Systems

Ein MOVE System besteht im Großen und Ganzen aus vier Komponenten: einem MOVE Client, einem MOVE Server, privaten Netzwerkressourcen und einem IP Netzwerk. Das firmeninterne private LAN wird gebildet durch den MOVE Server und den übrigen privaten Netzwerkressourcen, der MOVE Client hingegen kann jede beliebige Maschine im Netzwerk sein und ist über das IP Netz mit dem privaten LAN verbunden. Der Nutzer zieht sich an einem beliebigen MOVE Client über das Netz eine lauffähige Instanz seiner eigenen Computing-Umgebung. Diese Instanz ist die persönliche virtuelle Computing-Umgebung. Die Daten des Benutzers werden durch seine Aktivitäten manipuliert, weswegen zur Erhaltung einer einheitlichen Umgebung auf allen Clients jede Operation zur Manipulation ebenfalls direkt auf dem MOVE Server ausgeführt werden muss. Dadurch

<sup>22</sup>Vgl. Bai und Ju (2012), Seite 891.

wird gewährleistet, dass zu jeder Zeit an jedem Client der Benutzer die gleiche Umgebung erhält, die er zuvor verlassen hat.<sup>23</sup>

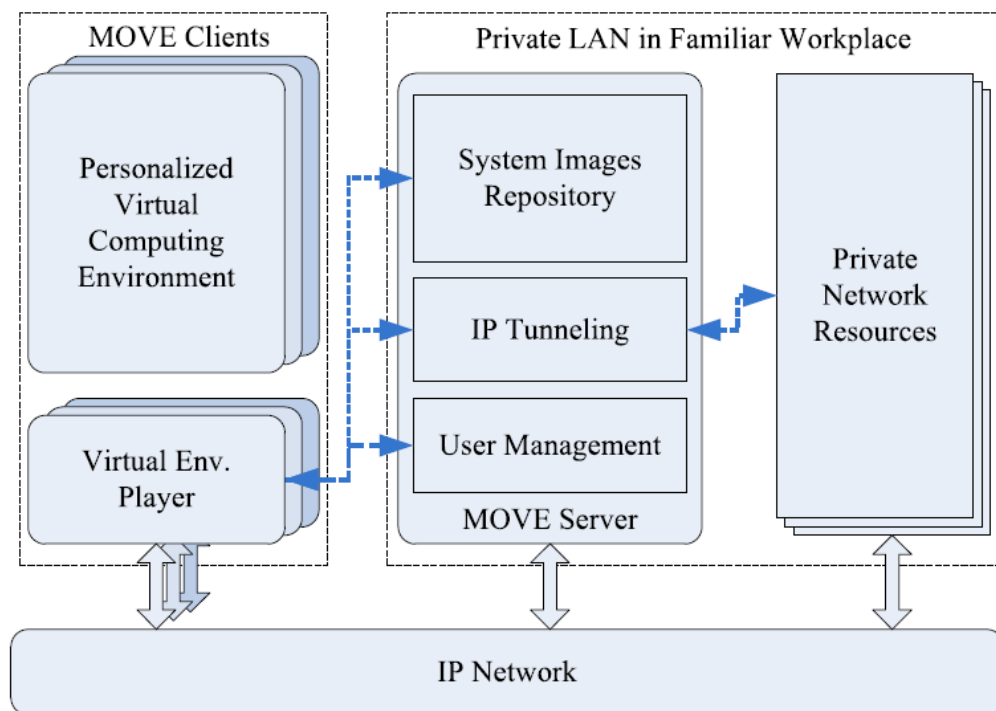


Abbildung 2: Komponenten einer MOVE Architektur  
Quelle: Bai und Ju (2012), Seite 891

Um diese Funktionalität zu ermöglichen sind einige Voraussetzungen notwendig. Zum einen wird für die Ausführung des persönlichen Desktops auf einem Client ein sogenanntes System Image benötigt. Dieses enthält alle Daten eines Nutzers, einschließlich des Betriebssystems, den Anwendungen und den persönlichen Dateien. Daher werden alle System Images in Form von Image Dateien abgelegt, entweder als Festplattenimage oder als Partitionsimage und werden zentral im System-Image-Repository des MOVE Servers verwaltet. Dieses bietet zugleich die Funktionalität, einzelne Images aus dem Repository über das Netzwerk auf einen Client zu übertragen und gleichzeitig von diesen aus zu aktualisieren. Zum Anderen wird ein Virtual Environment Player benötigt, welcher einen auf einem tragbaren Speichermedium gelagerten Software-Stack darstellt. Wird ein physischer Computer gebootet, wird von dem angeschlossenen Speichermedium der Virtual Environment Player als virtuelle Plattform gestartet, wobei der VMM als Herzstück dient. Er kommuniziert zum Holen oder Aktualisieren des System Images mit dem System-Image-Repository des MOVE Servers und bietet eine Benutzerschnittstelle zur Auswahl des gewünschten Images. Zusätzlich wird eine Schnittstelle für den Zugriff auf die lokalen Dateien des Rechners bereitgestellt.<sup>24</sup>

<sup>23</sup>Vgl. ebd., Seite 891 f.

<sup>24</sup>Vgl. ebd., Seite 892.

Da jeder Benutzer nicht nur eine Computing-Umgebung und entsprechend nur ein System Image im Repository des MOVE Servers hinterlegt hat, ist eine Benutzererwaltung im System-Image-Repository erforderlich. Dieses bietet die Funktion für jeden Benutzer ein Profil anzulegen, in welchem sich dessen System Images pflegen lassen. Außerdem prüft es ob er ein für den Zugriff auf das private LAN berechtigter Benutzer ist. Weiterhin sind Ressourcen des lokalen privaten Netzwerks wie Hochleistungsrechner oder zentrale Fileserver Teil der MOVE Architektur. Unter Umständen kann es vorkommen, dass der Zugriff auf diese Ressourcen auf bestimmte Bereiche oder Subnetze des Unternehmens beschränkt ist, was die mobile Arbeit an jedem beliebigen Client unmöglich macht. Um diese Standortrestriktion zu umgehen wird daher die Technologie des IP Tunneling genutzt, welche zwischen den Virtual Environment Player und den MOVE Server geschaltet ist. Hierdurch wird die Kommunikation der beiden Komponenten über ein IP Tunneling Protokoll vollzogen und ermöglicht gleichzeitig dem MOVE Server die privaten Ressourcen für das externe Netzwerk freizugeben.<sup>25</sup>

## 3.2 CGLXTouch

### 3.2.1 Problemstellung

Multi-User-Kooperationsforschungsumgebungen bieten mit der richtigen Einbindung der Nutzer eine Vielzahl an Möglichkeiten im Arbeitsumfeld, vor allem in der wissenschaftlichen Erforschung und Analyse. Aufgrund der stetig wachsenden Gruppengrößen stellt deren Implementierung allerdings eine Herausforderung für Standardschnittstellenmodalitäten dar. Ansätze hierfür wurden bereits mit skalierbaren Displayumgebungen gemacht, bei denen aufgrund ihrer ultrahochauflösenden Auflösung mehrere Benutzer zeitgleich deren Inhalt betrachten können. Diese weisen aber noch einige Komplikationen auf. Zum einen besteht die Standardschnittstelle für die Bedienung dieser Geräte aus Maus und Tastatur, welche für den Single User Betrieb gedacht sind und keine Benutzung durch mehrere Benutzer gleichzeitig ermöglichen. Zum anderen schränken Maus und Tastatur aufgrund ihrer stationären Bedienung beziehungsweise fehlender Mobilität die Nutzungsmöglichkeit der Geräte im Bezug auf die räumliche Ausdehnung ein. Speziell entwickelte Mehrbenutzerschnittstellen für die Steuerung der ultrahochauflösenden Bildschirme erfordern durch ihre Werkzeuge erweitertes Know-How und lassen sich zumeist nicht auf eine große Anzahl von Nutzern skalieren. Durch die technologischen Errungenschaften der letzten Jahre besitzt nun die Mehrheit der Arbeiter Multi-Touch-fähige Geräte mit vertrauten Bedienelementen, die zugleich eine nutzbare Schnittstelle zur Interaktion mit den genannten Systemen darstellen.<sup>26</sup>

<sup>25</sup>Vgl. ebd., Seite 892.

<sup>26</sup>Vgl. Ponto et al. (2011), Seite 649.

### 3.2.2 Funktionalität

Aufbauend auf diesen technologischen Fortschritten bietet das folgende System einen Mehrbenutzerbetrieb für digitale Arbeitsplätze, sowohl durch herkömmliche Bedienelemente als auch durch Multi-Touch-Geräte. Hierdurch ist es Nutzern möglich, auf ultrahochauflösenden verteilten Displayumgebungen zeitgleich und gemeinsam zu arbeiten, wobei die einzelnen Displays als geteilte Leinwand dienen. Zur Interaktion dienen dabei zwei Technologien, zum einen die tragbaren Multi-Touch-Geräte der Benutzer auf denen visuelle Daten gestreamt werden und zum anderen nativ gerenderte Multi-Touch-Tischsysteme. Dadurch lassen sich komplexe Datenstrukturen auf einer Vielzahl von Geräten analysieren, welche einzeln bei Bedarf zum System hinzugefügt oder aus dem System entfernt werden können. Durch die zusätzliche Identifizierbarkeit der einzelnen Personen durch ihre respektiven Geräte ist der Grundstein für skalierbare Multi-Touch- und Mehrbenutzer-Arbeitsplätze gelegt.<sup>27</sup>

### 3.2.3 Aufbau

Das System besteht im Groben aus einem zentralen Head Node auf dem ein Device Manager implementiert ist, einer ultrahochauflösenden Leinwand mit einem oder mehreren Render Nodes, aktiven oder passiven Servern und der CGLX (Cross- Platform Cluster Graphic Library) als Middleware (siehe Abbildung 3).<sup>28</sup>

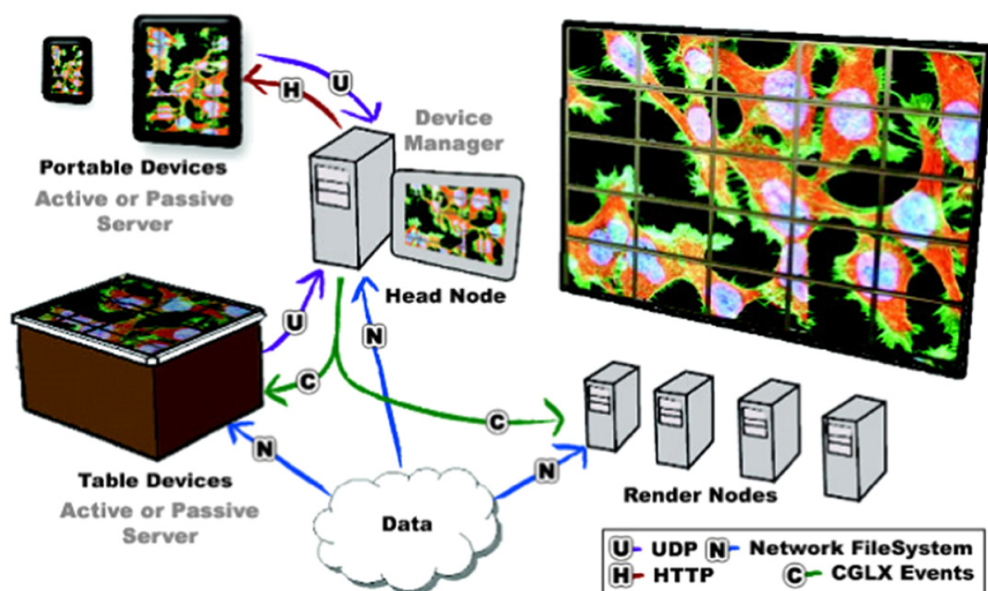


Abbildung 3: Aufbau der Systemarchitektur  
Quelle: Ponto et al. (2011), Seite 651

<sup>27</sup>Vgl. ebd., Seite 649.

<sup>28</sup>Vgl. ebd., Seite 651 f.

Die CGLX ist ein OpenGL-basiertes Grafik-Framework für verteilte Visualisierungssysteme. Sie ermöglicht es OpenGL-basierten Anwendungen, Visualisierungscluster wie hochauflösende verteilte Display-Umgebungen zu nutzen und die erreichbare Leistung und Auflösung zu maximieren.<sup>29</sup> Diese Technologie wird verwendet, um der Anforderung für das hochauflösende Rendern und Darstellen gerecht zu werden. Sie synchronisiert mithilfe von Mechanismen die Aktionen der Benutzer wie beispielsweise Eingaben über Maus und Tastatur und bestimmt die notwendigen Transformations- und Projektionsmatrizen zur Schaffung einer einheitlichen Anzeigenumgebung, an welche die Aktionen anschließend effizient weitergeleitet werden. Die Multi-Touch-Geräte der Benutzer kommunizieren über UDP direkt mit dem Head Node um die notwendige Leistungsanforderung zu erfüllen, auch unter dem Risiko des Datenverlustes bei der Transportation. Von dort aus werden die Daten durch die CGLX an die Anzeigenumgebung verteilt.<sup>30</sup>

Der Device Manager, welcher auf dem Head Node läuft, bietet die Unterstützung mehrerer gleichzeitig angeschlossener Geräte. Er wurde als neue Schicht mit der Zuständigkeit für die Organisation von und den Verbindungsaufbau zu den Geräte-Servern implementiert. Die von diesen Geräten ankommenden Aktionen werden vom Device Manager entgegengenommen, gesammelt und an das System weitergeleitet. Verbundene Geräte werden als aktiv betrachtet und in einer Server-Pool-Datenstruktur verwaltet, wobei hier zwischen aktiven und passiven Servern unterschieden wird.<sup>31</sup>

Passive Server sind für Geräte gedacht die standardmäßig angeschlossen und genutzt werden. Es muss hierbei keine Verbindung durch den Benutzer aufgebaut werden, da der Head Node während des Betriebs zyklisch prüft ob die passiven Server aktiv sind und den Verbindungsaufbau selbstständig anstößt. Der Device-Manager liest hierbei die hinterlegte Konfigurationsdatei ein, in welcher alle Passivserver definiert sind, und versucht anschließend alle dort aufgeführten Server zu aktivieren. Die hinterlegten Passivserver erhalten zu der Aktivierungsanforderung vom Geräte-Manager zusätzlich einen Servertyp, eine eindeutige ID und einen Kommunikationsport. Stimmt der Servertyp mit dem eigenen überein, werden die ID und der Kommunikationsport übernommen und gesetzt. Ist der Server erstmal zum Active-Server-Pool hinzugefügt worden, erhält er die Berechtigung Daten an den Head Node zu senden. Aktive Server sind dagegen für Geräte gedacht, die nur sporadisch genutzt werden und ab und zu on-the-fly an eine laufende CGLX-Anwendung angeschlossen werden sollen. Es ist nicht notwendig diese in der XML-Konfigurationsdatei zu definieren, müssen im Gegenzug allerdings bei Start einer neuen Anwendung verbunden werden. Des Weiteren benötigen die aktiven Server die IP-Adresse des Head Nodes um eine Verbindungsanfrage senden zu können. Der darauf liegende Geräte-Manager empfängt diese und sendet bei einer erfolgreichen Prüfung ID

<sup>29</sup>Vgl. Doerr und Kuester (2011), Seite 320.

<sup>30</sup>Vgl. Ponto et al. (2011), Seite 651.

<sup>31</sup>Vgl. ebd., Seite 651.

und Kommunikationsport zurück an den Server. Identisch zum passiven Server werden auch die aktiven dem Server-Pool hinzugefügt und erhalten anschließend die Berechtigung zum Senden von Daten.<sup>32</sup>

### 3.2.4 Voraussetzungen

Um diese Systemarchitektur zu betreiben, sind die oben genannten Komponenten erforderlich. Die passiven und aktiven Server sind zwar für die Funktion nicht zwingend notwendig, allerdings gäbe es ohne diese keinen Bedarf für solch ein System. Die hierfür nutzbaren Multi-Touch-Geräte sind weitreichend, von stationären Tischsystemen bis hin zu Allerlei tragbaren Geräten.

Der Vorteil von Touch-Table-Systemen ist die Möglichkeit, diese aufgrund ihrer stationären Aufstellung mit leistungsstarker Ausstattung zu versehen um so natives Rendering zu ermöglichen. Die Anbindung an das lokale Netzwerk erlaubt außerdem einen Zugriff auf weitere Netzwerkkomponenten und -laufwerke. Das hinter dem Berührungsddisplay zugrunde liegende System kann dadurch sogar als Head Node oder auch als weiterer Render Node in die Architektur eingebunden werden. Durch die Nutzung von tragbaren Multi-Touch-Geräten wie Mobiltelefonen und Tablets ist es den Nutzern möglich, sich frei im Raum zu bewegen. Für diese Apparate ist der Ansatz für aktive Server gedacht, durch welchen sie sich mit dem Betreten des Raumes mit dem System verbinden können und somit eine interaktive und simple Interaktion geboten wird.<sup>33</sup>

Tragbare Geräte bergen allerdings einige Probleme. Zum einen besitzen die meisten von ihnen nicht die Rechenkapazität oder einen Zugriff zu den notwendigen Daten, um den Inhalt wie ein Touch-Table-System nativ zu rendern. Zum anderen müssten zu entwickelnde Anwendungen sowohl auf tragbaren Geräten als auch auf geteilten Displayumgebungen gleichermaßen laufen, was sich meist als überaus kompliziert gestaltet. Nutzer äußerten sich allerdings in ersten Anwenderstudien positiv über die Relevanz von direktem visuellen Feedback zu deren Aktionen. Da Vorschauauflösungen des geteilten Anzeigesystems durch den Head Node wiedergegeben werden können, ist dieser auch in der Lage Bilddaten zurück zu den tragbaren Geräten zu streamen. Dies geschieht indem zunächst jeder Frame auf dem Head Node gerendert wird, anschließend der Inhalt des Frontpuffers von der Grafikkarte zurückgelesen, codiert und an die registrierten Mobilgeräte über die Netzwerkschnittstelle gesendet wird. Zum Versenden wird Rohpixelstreaming über eine UDP-Kommunikation verwendet. Der Vorteil ist hierbei die Geschwindigkeit der Datenübertragung und das Streamen der Daten über einen einzelnen Stream parallel an mehrere Geräte durch Multicast Kommunikation. Aufgrund von Breitbandanforderungen

---

<sup>32</sup>Vgl. ebd., Seite 651 f.

<sup>33</sup>Vgl. ebd., Seite 652.



und den benötigten Transportmechanismen ist diese Methode nicht verlässlich bei der Nutzung von öffentlichen Netzen. Daher wird auf dem Head Node ein leichtgewichtiger HTTP-Server implementiert, über den sich die einzelnen Geräte verbinden können. Darüber hinaus werden die einzelnen Bilder in JPEG-Bilddateien umgewandelt um deren Größe vor der Übertragung zu verringern und anschließend in festgelegten Zeitabständen an die tragbaren Geräte versendet. Hierdurch lassen sich vom Head Node bis zu 10 Frames pro Sekunde an die mobilen Geräte übertragen.<sup>34</sup>

In einer Smart Workplace Umgebung lässt sich diese Systemarchitektur in Meetingräumen implementieren. Mitarbeiter können sich durch ihre Smartphones frei mit dem System verbinden und gemeinsam in dem Meeting mitwirken. Da heutzutage jeder mindestens eines solcher tragbaren Multi-Touch-Geräte jederzeit mit sich trägt, lassen sich Meetings dadurch effektiv und interaktiver gestalten.

### 3.3 Mobile Cloud Computing

#### 3.3.1 Definition

In den letzten Jahren ist die Nutzung von Mobile Computing, also der Arbeit von tragbaren Geräten aus, stark in der Beliebtheit angestiegen. Einige Restriktionen verhindern hierbei allerdings die volle Ausschöpfung der Nutzungsmöglichkeiten. Beispielsweise konsumieren einige Anwendungen durch die Nutzung von Sensordaten viel Energie, andere setzen aufgrund von Echtzeitapplikationen eine sehr gute Breitbandverbindung voraus oder benötigen für aufwendige Rechenoperationen hohe Rechenleistungen die Mobilgeräte nicht aufbringen können.<sup>35</sup>

Zur Lösung dieses Problems wurde als Erweiterung zum Mobile Computing und Cloud Computing das Mobile Cloud Computing entwickelt. Mobile Computing besteht aus der Zusammensetzung der Konzepte von Hardware, Software und Kommunikation. Das Hardwarekonzept ist hierbei bezogen auf die mobilen Geräte wie Smartphones oder Laptops, Software bezeichnet die zahlreichen auf den Geräten installierten Applikationen und Kommunikation umfasst die mobile Netzwerk-Infrastruktur und den zugehörigen Datentransfer. Es besitzt außerdem verschiedene Eigenschaften wie Mobilität, Vielfalt der Netzwerkstrukturen, häufige Verbindungstrennungen und unsymmetrische Netzwerkkommunikation aufgrund der Diskrepanz zwischen der Sende-/Empfangsfähigkeit von Servern und Mobilgeräten. Hierdurch ergeben sich Herausforderungen wie Signalstörungen, eingeschränkte Leistung und Sicherheit.<sup>36</sup>

<sup>34</sup>Vgl. ebd., Seite 652 f.

<sup>35</sup>Vgl. Fernando et al. (2013), Seite 84.

<sup>36</sup>Vgl. Mathews et al. (2013), Seite 25.

Cloud Computing wird immer wieder neu definiert, hier wird es allerdings als die Entwicklung vom parallel verarbeitenden, verteilten und Grid-Computing im Internet. Dieses soll sowohl für Benutzer als auch für Internetanwendungen an sich unterschiedliche Dienste zur Verfügung stellen, wie beispielsweise Hardware, Software, Infrastruktur, Plattform und Speicherkapazitäten. Das System ist in drei Schichten aufgeteilt: Infrastruktur, Plattform und Applikationsschicht. Auf der Infrastruktur Schicht werden Rechenleistung und Speicherkapazitäten bereitgestellt, auf der Plattform Schicht Programmierumgebungen und auf der Applikationsschicht einfache Anwendungen für den Endbenutzer. Daher werden diese Dienste IaaS (Infrastructure as a Service), PaaS (Platform as a Service) und SaaS (Software as a Service) genannt.<sup>37</sup>

Mobile Cloud Computing bedeutet im Allgemeinen eine Anwendung auf einem Remote Server laufen zu lassen während das Mobilgerät lediglich als Thin Client dient, indem es sich mit dem Server beispielsweise über 3G kabellos verbindet und diese Anwendung nutzt. Andere Ansätze laden die Aufgaben bzw. den Rechenaufwand an andere Komponenten ab, zum Beispiel an sogenannte Cloudlets die aus mit dem Remote Server verbundenen Multicore-Computern bestehen. Diese werden an verschiedene Orte verteilt, sodass die mobilen Geräte sich nicht über das Internet mit dem Remote Server verbinden müssen und somit die Latenz verkürzt wird. Auch können mehrere solcher Mobilgeräte zu einem Netzwerk zusammengeschlossen werden und somit an sich als Ressource genutzt werden.<sup>38</sup>

### 3.3.2 Voraussetzungen

Die in Abbildung 4 dargestellte Architektur stellt eine mobile Cloud dar, welche unter Berücksichtigung der Privatsphäre und Sicherheit der Nutzer lokal verfügbare mobile Ressourcen optimal ausnutzt. Es besteht dabei hauptsächlich aus 5 Komponenten, nämlich aus Job Handler, Ressourcen-Handler, Kostenmanager, Privatsphäre- und Sicherheitsmanager und Kontextmanager. Der Job Handler teilt die Anwendungen dynamisch auf, verwaltet die ausstehenden Aufgaben und verteilt diese auf die vorhandenen Ressourcen. Der Ressourcen-Handler ist für die generelle Verwaltung der mobilen Ressourcen verantwortlich. Er sucht nach neuen verfügbaren Geräten, stellt Verbindungen zu ihnen her und verwaltet diese und kommuniziert mit den Mobilgeräten. Da die einzelnen Geräte dynamisch verbunden werden und somit auch unter Umständen getrennt werden, muss eine optimale Ausnutzung der Ressourcen durch den Handler sichergestellt werden, ohne dass Privatsphäre, Sicherheit und die Gewinnung des Systems beeinträchtigt werden. Der Kostenmanager trifft die Entscheidung, ob entlastet werden soll oder nicht, nach der

<sup>37</sup>Vgl. ebd., Seite 26.

<sup>38</sup>Vgl. Fernando et al. (2013), Seite 87.

Prüfung der Prioritäten des Benutzers (beispielsweise Batteriekonservierung gegenüber der schnellen Ausführung eines Jobs) und unter Berücksichtigung der verfügbaren und notwendigen Ressourcen.<sup>39</sup>

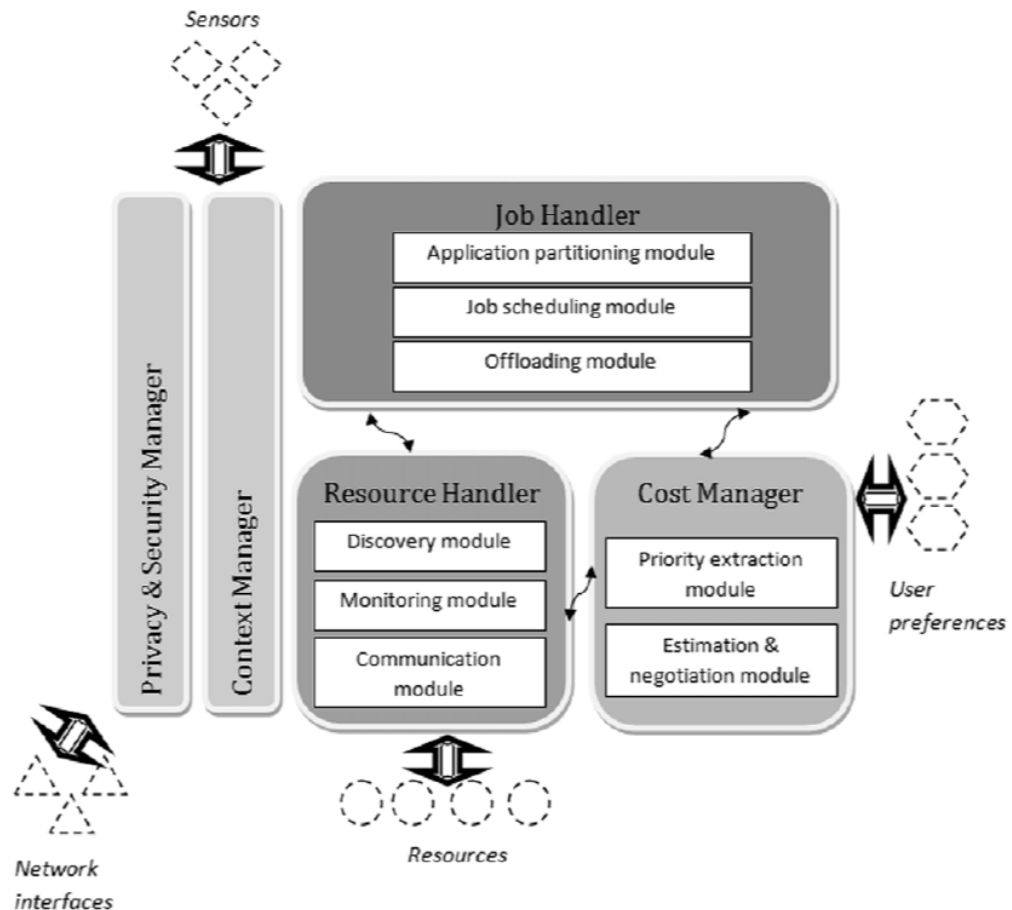


Abbildung 4: Aufbau eines Mobile Cloud Systems  
Quelle: Fernando et al. (2013), Seite 103

Da zum Beispiel der Ressource-Handler Informationen vom Sensor des Kontextmanagers zur Verwaltung der Ressourcen benötigt, ebenso der Kostenmanager wissen muss welche Ressourcen zurzeit verfügbar sind, ist eine Kommunikation zwischen den einzelnen Modulen unerlässlich.<sup>40</sup>

### 3.3.3 Wearables

Ein Aspekt des Mobile Computing sind Wearable Computers oder auch Wearables genannt. Da seit der Entwicklung des ersten Computers das Ziel verfolgt wird, Rechner so kompakt wie möglich zu gestalten, ist man mittlerweile bei Computern angelangt die sich

<sup>39</sup>Vgl. ebd., Seite 102 f.

<sup>40</sup>Vgl. ebd., Seite 103.

wie Accessoires tragen lassen. Diese werden vermehrt in Arbeitsplatzumgebungen eingesetzt und lassen sich ebenfalls in Mobile Cloud Computing Systemen einbinden und nutzen.

Aufgrund der langsamen Entwicklung der Batterietechnologie und der kompakten Größe der Wearables ist deren Energiekapazität eingeschränkt. Da sie zugleich normalerweise von anderen Medien wie Smartphones abhängig sind um ihre volle Funktionalität ausnutzen zu können, verbrauchen sie durch die dafür notwendige Kommunikation noch mehr Energie.<sup>41</sup> Um Wearables also effizient in einem Smart Workplace nutzen zu können, müssen Maßnahmen zur Batteriekonservierung getroffen werden. Hierfür gibt es zwei mögliche Ansätze.

Zunächst lässt sich der Batterieverbrauch senken, indem die zu übertragenden Daten zwischen Wearable und Smartphone oder jeglichem anderen Medium so gebündelt werden, dass die Anzahl an Übertragungen und damit auch des Verbindungsaufbaus reduziert werden. Diese Daten lassen sich zusätzlich vorher komprimieren um die Menge an zu übertragenden Daten zu senken. Hierbei sammelt der Absender zu Beginn die Daten während der Bündelungsdauer, packt sie zu einem Datenbündel zusammen und versendet dieses anschließend, wohingegen der Empfänger das Bündel zu den ursprünglichen Daten entpackt. Wenn die Daten in festgelegten Intervallen geliefert werden, wird eine feste Bündelungsdauer definiert. Sind die Intervalle allerdings unregelmäßig muss die Bündelungsdauer zur Laufzeit bestimmt werden um diesen Ansatz effizient zu gestalten.<sup>42</sup>

Da sich das Vorgehen mit jeder Art der Kommunikation von Wearables durchführen lässt<sup>43</sup>, lässt es sich mit dem folgenden Ansatz kombinieren. Es soll durch die Optimierung der Datenkommunikation zwischen tragbaren Geräten, Smartphones, Wi-Fi Access Points und Mobilstationen der Energieverbrauch minimiert werden.<sup>44</sup> So lassen sich neben den standardmäßigen Verbindungen über Bluetooth oder Wi-Fi auch beide Verfahren kombinieren, indem bei verfügbaren Access Points Wi-Fi genutzt wird und sonst automatisch auf Bluetooth-Tethering umgeschaltet wird. Allerdings lässt sich nicht ein Verfahren als das Effizienteste festlegen, da unter verschiedenen Umweltbedingungen ein anderes Verfahren effizienter arbeitet.<sup>45</sup>

---

<sup>41</sup>Vgl. Li et al. (2017), Seite 33.

<sup>42</sup>Vgl. Sung und Han (2017), Seite 76 f.

<sup>43</sup>Vgl. ebd., Seite 77.

<sup>44</sup>Vgl. Li et al. (2017), Seite 33.

<sup>45</sup>Vgl. ebd., Seite 35.

## 4 Rechtliche Grundlagen

Vorgaben bezüglich der Gestaltung moderner Bildschirmarbeitsplätze sind in mehreren Gesetzen verankert. Schon 1996 wurde mit der BildschirmArbV (Bildschirmarbeitsverordnung) allerdings eine speziell darauf bezogene Verordnung erlassen. Gemäß § 1 Abs. 2 gilt sie nicht für Bildschirmarbeitsplätze, die beweglich sind und nicht über einen längeren Zeitraum am gleichen Arbeitsplatz verwendet werden und für Geräte mit kleinem Bildschirm. Daher können Wearables trotz ihrer kleinen Bildschirme als primäre Arbeitsmittel genutzt werden.

Laptops hingegen können nur verwendet werden, wenn sich der Arbeitsplatz stetig wechselt, da sie in diesem Fall nicht von der BildschArbV betroffen sind. Im Anhang der BildschArbV werden die Anforderungen an Bildschirmgeräte, Tastaturen, sonstige Arbeitsmittel und die Arbeitsumgebung gestellt. Hier wird unter anderem in den Punkten 5-7 festgelegt, dass der Bildschirm frei dreh- und neigbar und die Tastatur vom Bildschirm getrennt sein muss. Da bei einem Laptop zumeist Bildschirm und Tastatur untrennbar voneinander sind, muss eine externe Tastatur am Laptop angeschlossen werden um eine Nutzung zu erlauben.

Die CGLX-Technologie kann für Meetings verwendet werden, da diese meist nicht lange dauern. Als fester Arbeitsplatz können sie allerdings nicht verwendet werden, weil kein ergonomisches Arbeiten mit einem Multi-Touch-Table und einer Leinwand möglich ist. Die Thin Clients der MOVE-Architektur müssen zur Verwendung die vorgeschriebene Ausstattung besitzen und die Bedingungen für eine gesunde Arbeitsumgebung wie eine Lichtschutzvorrichtung für die Fenster oder eine erträgliche Luftfeuchtigkeit müssen erfüllt sein um das MOVE-System implementieren zu können.

## **5 Schlussbetrachtung**

### **5.1 Fazit**

### **5.2 Ausblick**

# Literaturverzeichnis

## Zeitschriften

- Bai, Yuebin; Yanwen Ju (2012): „MOVE: A mobile personalized virtual computing environment“. In: *Future Generation Computer Systems*, 28 Jg., Heft Nr. 6, S. 890–899.
- Baun, C.; M. Kunze; T. Ludwig (2009): „Servervirtualisierung“. In: *Informatik-Spektrum*, 32 Jg., Heft Nr. 3, 197–205.
- Doerr, K. U.; F. Kuester (2011): „CGLX: A Scalable, High-Performance Visualization Framework for Networked Display Environments“. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 17 Jg., Heft Nr. 3, S. 320–332.
- Fernando, Niroshinie; Seng W. Loke; Wenny Rahayu (2013): „Mobile cloud computing: A survey“. In: *Future Generation Computer Systems*, 29 Jg., Heft Nr. 1, S. 84–106.
- Koivo, Heikki N. (2004): „Soft Computing in Ambient Intelligence“. In: *IFAC Proceedings Volumes*, 37 Jg., Heft Nr. 16, S. 9–11.
- Li, Jiwei; Zhe Peng; Shang Gao; Bin Xiao; Henry Chan (2017): „Smartphone-assisted energy efficient data communication for wearable devices“. In: *Computer Communications*, 105 Jg., Heft Nr. 1, S. 33–43.
- Mathews, Sam; A. Sundhari; N. Vijaya Shanthi (2013): „Cloud-Based Impact for Mobile and Pervasive Environments: A Survey“. In: *IOSR Journal of Computer Engineering*, 15 Jg., Heft Nr. 4, S. 24–33.
- Ponto, Kevin; Kai Doerr; Tom Wypych; John Kooker; Falko Kuester (2011): „CGLX-Touch: A multi-user multi-touch approach for ultra-high-resolution collaborative workspaces“. In: *Future Generation Computer Systems*, 27 Jg., Heft Nr. 6, S. 649 – 656.
- Sung, Jung-Woong; Seung-Jae Han (2017): „Data bundling for energy efficient communication of wearable devices“. In: *Computer Networks*, 121 Jg., Heft Nr. 1, S. 76–88.
- Vasilakos; V. Athanasios (2008): „Special Issue: Ambient Intelligence“. In: *Information Sciences*, 178 Jg., Heft Nr. 3, S. 585–587.
- Weiser, Mark (1993): „Hot topics-ubiquitous computing“. In: *Computer*, 26 Jg., Heft Nr. 10, S. 71–72.

## Bücher

- Ducatel, K.; M. Bogdanowicz; F. Scapolo; J. Leijten; J-C. Burgelman (2001): *Scenarios for Ambient Intelligence in 2010*, Ohne Herausgeber, 2001.
- Mikulecky, P. (2012): *User Adaptivity in Smart Workplaces*. In: Pan JS., Chen SM., Nguyen N.T. (eds) *Intelligent Information and Database Systems. ACIIDS 2012*, Springer, Berlin 2012.

## Internet-Quellen

eFM S.p.A., 4 levers for a smart workplace, URL: <http://www.efmnet.it/index.php/news/il-56-delle-aziende-adottano-lo-smart-working-per-incrementare-la-produttivita/?lang=en>, 28.05.2017, 19:41.

Furness, Mark, The four cornerstones of a smart workplace, URL: <https://www.scmagazineuk.com/the-four-cornerstones-of-a-smart-workplace/article/531507/>, 30.05.2017, 21:59.

Hedayat, Kaynam, The promise of the smart workplace and why it's ready to deliver, URL: <http://internetofthingsagenda.techtarget.com/blog/IoT-Agenda/The-promise-of-the-smart-workplace-and-why-its-ready-to-deliver>, 28.05.2017, 18:23.

Neumann, Detlev, Internet der Dinge: Eine kurze Definition mit 4 Beispielen, URL: <https://digitaler-mittelstand.de/trends/ratgeber/internet-der-dinge-eine-kurze-definition-mit-4-beispielen-20287>, 31.05.2017, 20:36.

nextchange Development UG, Vortrag: Smart Workplace im Unternehmen der Zukunft – Arbeitswelt 4.0, URL: <http://www.next-change.com/nextchange-wissen/item/smart-workplace-im-unternehmen-der-zukunft-%E2%80%93-arbeitswelt-4-0>, 28.05.2017, 18:50.

Süster Volquardsen, Anna, Zu Besuch im Smart Workplace, der neuen Arbeitswelt von Microsoft, URL: <https://www.dearwork.de/single-post/2016/10/21/Zu-Besuch-im-Smart-Workspace-von-Microsoft>, 15.05.2017, 19:25.

Tholeti, Bhanu P., Learn about hypervisors, system virtualization, and how it works in a cloud environment, URL: <https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-hypervisorcompare/>, 08.06.2017, 23:05.

Vito Lo Verde, Giuseppe, Was bringt Unified Communication & Collaboration?, URL: <https://www.computerwoche.de/a/was-bringt-unified-communication-und-collaboration>, 3329610, 30.05.2017, 22:12.



---

## Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbstständig und ohne unerlaubte Hilfe angefertigt worden ist, insbesondere dass ich alle Stellen, die wörtlich oder annähernd wörtlich aus Veröffentlichungen entnommen sind, durch Zitate als solche gekennzeichnet habe.

---

(Ort, Datum)

---

(Eigenhändige Unterschrift)