



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg  
*Hamburg University of Applied Sciences*

# Ausarbeitung - Matserprojekt 1

Sebastian Rudolf

Shared Notes - virtuelle Notizen im Smart  
Home - Vorarbeit Augmented Reality

Sebastian Rudolf  
Shared Notes - virtuelle Notizen im  
Smarthome - Vorarbeit Augmented Reality

Shared Notes - virtuelle Notizen im Smarthome - Vorarbeit Augmented Reality eingereicht  
im Studiengang Informatik Master  
am Department Informatik  
der Fakultät Technik und Informatik  
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuer: Prof. Dr. Kai von Luck

Abgegeben am 31. August 2011

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Augmented Reality - ein Abriss</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Shared Notes - virtuelle Notizen im Smart Home</b>	<b>6</b>
2.1	Konzeption . . . . .	6
2.2	Szenarios . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Systementwurf</b>	<b>9</b>
3.1	Einordnung in die AR-Landschaft . . . . .	9
3.2	Verarbeitungseigenschaften von Notizen . . . . .	11
3.3	Datenkonsistenz und Verarbeitungsinstanzen . . . . .	11
<b>4</b>	<b>Testimplementierung</b>	<b>13</b>
4.1	Notizdatenkommunikation mit ActiveMQ . . . . .	13
4.1.1	Implementierung . . . . .	13
4.1.2	Auswertung der Ergebnisse . . . . .	14
4.2	Ortung von Entitäten im Raum . . . . .	16
4.2.1	Positionsbestimmung des SmartPhones . . . . .	16
4.2.2	Positionsbestimmung des angepeilten Blickfeldes . . . . .	16
4.2.3	Positionsbestimmung von Objekten . . . . .	17
4.2.4	Auswertung der Ergebnisse . . . . .	17
<b>5</b>	<b>Fazit und ein Ausblick zu weiteren Arbeiten</b>	<b>20</b>
	<b>Literatur</b>	<b>22</b>

---

## Abbildungsverzeichnis

1	Topics zur Kommunikation der Notizen mit zwei Geräten . . . . .	15
2	Ermitteln der Objekt-IDs mit Abfrageradien . . . . .	18
3	Mögliche Darstellung ohne Listenform . . . . .	19

## 1 **Augmented Reality - ein Abriss**

*Augmented Reality*, ein geprägtes Buzzword welches in der Öffentlichkeit vor allem durch die Werbe- und Unterhaltungsindustrie wahrgenommen wird. Jedoch existieren neben diesen Anwendungsfeldern auch eine Vielzahl von Mobile Augmented Reality-Anwendungen für die stetig wachsende Zahl an Smartphones.[14][5, (S.4)] Frühe Entwicklungen waren oft, aufgrund der beschränkten Rechenleistung, auf Tracking mittels GPS, für den gebrauch im Außenbereich(Outdoor) effektiv anwendbar. Durch den starken Anstieg der Rechenleistung und Funktionalität änderte sich dieses Bild drastisch und Smartphones werden heute immer häufiger als *Interface*, *Tracker* und *Display* zugleich für AR-Anwendungen verwendet. Dies führte in den letzten Jahren vermehrt zu Untersuchungen und Entwicklungen in Verbindung mit Mobile Augmented Reality Systems(MARS), für die Anwendung in Gebäuden(Indoor). Verstärkt kommen hier rechenintensive Object Recognition-Verfahren des Computer Vision[6] oder Hybride aus visuellem und sensorbasierten Tracking, zum Einsatz.[8, (S.355)] Alle haben entscheidende Vor- und Nachteile als auch Voraussetzungen an ihre Umwelt. Mit wachsendem Interesse an Green-IT und Smart Homes sowie der, zusätzlich zu Smartphones, wachsenden Zahl an Tablets, bleibt es eine spannende Frage welche Techniken, Methoden und Entwicklungen in Zukunft für den privaten Gebrauch tragbar und sinnvoll einzusetzen sind. Momentan zeichnet sich ein Trend für visuelle Verfahren ab da diese unabhängig von der Infrastruktur arbeiten können, wesentlich kostensparender sind und visuelle Verfahren stark be- und umforscht sind wie beispielsweise das Christian Doppler Laboratorium.[2]

## 2 Shared Notes - virtuelle Notizen im Smart Home

### 2.1 Konzeption

Viele Menschen nutzen Notizzettel in den verschiedensten Arten und Formen, ob zu Haus oder am Arbeitsplatz, die gängigen und allgegenwärtigen Probleme bei deren Nutzung kennt jeder. Favoriten dabei sind, das finden eines geeigneten Platzes zum anbringen oder ablegen, das schnelle finden einer notierter Information, ungenügende Schreibfläche, das verschwinden von Notizzetteln (vornehmlich durch zu schwache Klebmechanismen), oder gar das verlieren ihrer Relevanz. Erschwerende Umstände ergeben sich in Lebens- oder Arbeitsgemeinschaften und großen Wohn- oder Arbeitsumgebungen, hier findet man heutzutage oft das Whiteboard (Markerboard) und/oder das Schwarze Brett(Pinboard).

Mit dem Shared Notes-Projekt sollen allgemein wahrgenommene Probleme wie zum Beispiel, unschöne, unzureichende oder unsortierte Notizen adressiert und auf Hinblick einfacher Bedienbarkeit gelöst werden. Die Grundidee besteht darin, das jeder Nutzer eines Smartphones Notizen in dem Smart Home anbringen kann. Dies dient vor allem des schnelleren assoziieren der Notiz zu einer gewissen Information oder eines Sachverhalts. Beispielsweise deutet ein Zettel am Kühlschrank in der Regel auf einen anstehenden Einkauf hin, eine Notiz am Arbeitsplatz hingegen arbeitsbezogene Themen. Um diesen Prozess zu unterstützen hat der Nutzer verschiedene Möglichkeiten zur Erweiterung von Notizen, beispielsweise visuell in Farbe und Größe oder informell durch Prioritäten. Durch Prioritäten wird die Darstellung der einzelnen Notiz automatisch angepasst, sofern der Nutzer nicht die neutrale Prioritätsstufe wählt. So soll das Näherrücken eines gesetzten Ablaufdatums, und damit der Dringlichkeit zur Bearbeitung, durch veränderte Signalfarben als auch Symbolgröße kenntlich gemacht werden können. Der Nutzer behält durch eine feste Farbe je Priorität immer den Überblick über die Wichtigkeit einer Notiz. Ergänzend dazu wird jede Notizen genau einem Sichtbarkeitsbereich zugeordnet. Jeder Nutzer hat dabei seinen eigenen *privaten Bereich* und Zugriff auf einen gemeinsam genutzten, *öffentlichen Bereich*, welchem jeder Nutzer Notizen anlegen kann. Eine genauere Beschreibung der Funktionalität erfolgt im Kapitel [2.2 Szenarios](#).

## 2.2 Szenarios

### Erstellen von Notizen

Der Nutzer soll mit Hilfe des Smartphones Überall im Raum des *Living Place Hamburg* Notizen anbringen können. Dazu muss er zunächst das Smartphone auf den entsprechenden Ort fokussieren. Der Nutzer erhält eine Auswahl von möglichen Platzierungsorten: der eigenen Position und allen Objekten bis einschließlich zur nächsten, im Sichtfeld liegenden, Wand. Verfügbare Objekte sind zunächst alle modellierten Einrichtungsgegenstand des Living Place Hamburg. Zur Platzierung der Notiz wird dessen Objektmittelpunkt verwendet und die entsprechende Objekt-ID in der Notiz gespeichert, womit die Zuordnung zwischen virtueller Information zu realer Welt stattfindet. Nachdem ein Objekt gewählt wurde kann die Notiz erstellt werden, das Smartphone muss danach nicht mehr fokussiert bleiben. Der Nutzer kann allerdings über einen Button den Fokussierungsschritt überspringen und erstellt damit eine unsichtbare Notiz. Diese ergänzen die positionierten, sichtbaren Notizen und sind nur über eine Listendarstellung sichtbar, der Koordinatensystemursprung dient dabei systemintern als Markierung für solch eine Notiz. Eine automatische Vervollständigung für verschiedene Eigenschaften soll dem Nutzer beim Erstellungsprozess unterstützen.

### Darstellung der Informationen

Notizen werden visuell im Raum, durch Markierung der Position, hervorgehoben, welche der Nutzer durch die Kamera des Smartphones auf dem Display, also dem AR-Overlay, dargestellt sehen kann, sobald die Anwendung gestartet wird. Die Prioritätsstufe und die repräsentierende Farbe ändern sich im zeitlichen Verlauf, je näher das Ablaufdatum rückt, die Zeitdifferenzen wann eine Erhöhung der Priorität automatisch stattfindet werden systemintern festgelegt. Wenn ein Ablaufdatum erreicht wurde wird die entsprechende Notiz automatisch in ihrer Farbe, Größe sowie Prioritätsstufe neutral gesetzt. Es sollen zwei grundlegende Darstellungsmöglichkeit existieren welche den Zugriff auf die privaten und öffentlichen Notizen, je in einer eigenen Liste, zulassen:

#### 1 Gesamtübersicht

Der Nutzer erhält eine Auflistung aller Notizen und kann schließlich die zu editierende wäh-

len. Diese Liste kann sortiert werden, nach Erstellungsdatum, Priorität und damit indirekt nach Ablaufdatum, oder der Distanz zur aktuellen Position. Diese Ansicht dient vor allem dem Verwalten existierender Notizen.

## 2 Fokusbereich

Alle im Sichtfeld und unmittelbarer Umgebung (ungefähr einen Meter) des Smartphones befindlichen Notizen sollen hier aufgelistet werden. Die Notizen sind nach ihrer Distanz zum Smartphone sortiert was eine intuitive und schnelle Nutzung fördern soll. Notizen in unmittelbarer Umgebung werden aufgelistet um, nicht im Blickfeld befindliche, und leicht übersehbare Notizen, einfacher ersichtlich zu machen und wild gestikulieren mit dem Smartphone zu unterbinden. Diese Darstellung kommt in erster Linie beim erstellen neuer Notizen zum Einsatz.

## Manipulation

Der Nutzer hat die Möglichkeit Notizen nach dem Erstellen zu manipulieren, jederzeit und überall im Living Place Hamburg, sofern er der Ersteller der Notiz ist. Seine Auswahl aus der Liste kann er per Tastendruck editieren, es ist je nur eine einzelne Notizen editierbar. Die meisten Eigenschaften können aktualisiert werden, ausgeschlossen davon ist, neben der automatisch generierten Notiz-ID, beispielsweise das Ablaufdatum, um zu vermeiden das dies in die Vergangenheit gesetzt wird. Das verschieben der Position ist ebenfalls ausgeschlossen. Dies dient dazu den Nutzer zu veranlassen alte Notizen zu löschen und nicht wieder zu verwenden. Damit steigen die Anforderungen einer sinnvollen Autovervollständigung beim erstellen von Notizen. Der Bearbeitungsdialog ist dem des Erstellungsdialogs ähnlich, nicht editierbare Felder werden deaktiviert, der Inhalt bleibt sichtbar. Der Nutzer hat ebenso die Möglichkeit Notizen zu löschen, hierfür sind wie für die Manipulation die rechte notwendig. Per Tastendruck wird die ausgewählte Notiz gelöscht, eine Bestätigung zur Löschung wird vom Nutzer gefordert. Notizen können auch in ihrem Sichtbarkeitsbereich verändert werden, allerdings ist nur das verschieben von privaten Notizen in den öffentlichen Zugriffsbereich gestattet.

## 3 Systementwurf

### 3.1 Einordnung in die AR-Landschaft

Shared Notes soll in die Systemlandschaft des Smart Home *Living Place Hamburg*[7] integriert werden und vorhandene Systeme zur unterstützenden Lösung AR-spezifischer Problematiken nutzen. Wie der überwiegende Teil von AR-Entwicklungen soll auch Shared Notes die reale Welt um virtuelle Informationen anreichern, womit eine Kopplung der Informationen an die reale Welt stattfindet.

Die Nutzerschnittstelle soll durch ein Android Smartphone realisiert werden, eine Frontkamera das betrachten der Umgebung, welche auf dem Display mit angereicherter Information dargestellt wird. Das System soll vorerst primär sensorbasiert operieren, das heißt Tracking und Sensings des Nutzers, der Objekte und der virtuellen Notizen soll mit Hilfe von Koordinatenauswertung durchgeführt werden. Dies hat zum Ziel möglichst wenig Rechen- und damit Energieaufwand zu erzeugen was zu einer möglichst geringen Akkulaufzeitreduzierung führen soll. Ob der Energieverbrauch eines hohen Kommunikationsaufwands, den hohen Energieverbrauch durch hohen Rechenaufwand, aufwiegen kann ist durch eine Implementierung in Folgeprojekten festzustellen.

Im Living Place Hamburg bieten sich zwei Systeme für das sensorbasierte Tracking an, die Kombination aus dem des *Real Time Location System(RTLS)* der Firma *UbiSense* welches durch ein Indoor Spatial Information Service(ISIS), Realisierung im Projekt *LivingPlace3D*[9], unterstützt wird. Gemeinsam stellen diese beiden Systeme die Grundlage für das sensor- und koordinatenbasierte Tracking. Ergänzt werden Sie durch die Inertial Measurement Unit(IMU) des Smartphones, welches mit Kompass und 3-Achsen-Gyrosensor Informationen über dessen Orientierung im Raum liefert. Der genutzte Message-Broker *ActiveMQ*[10][11] erlaubt dabei eine einfache Art und Weise mit jeglichen Komponenten des Smart Home zu kommunizieren. Die Nachrichten werden dabei im JSON-Format als String übertragen. Zur Serialisierung und Deserialisierung wird GSON verwendet.

Mit einer sensorbasierten Lösung umgeht man Probleme wie verdeckte Marker welche oft für optisches Tracking genutzt werden, allerdings existieren auch hier Problematiken, wie Sensorrauschen und erhöhte Kosten durch die benötigte Infrastruktur. Natürlich können mittels rechenintensive Bildanalysverfahren Indoor präzisere Ergebnisse über die Umgebung gewonnen werden. Jedoch ist der Nutzen visueller Methoden durchaus abzuwägen, vor allem in Hinblick welche Hürden Computer Vision Verfahren besitzen. Rechenleistung ist dabei Heute unter Umständen gar kein Problem, wie Ann Ann Morrison mit platformoptimierten Algorithmen [4][3] des Christian Doppler Laboratoriums[2] in der Anwendung MapLens2 zeigte[1]. Lösbar wäre dieses Problem in einer Multi-User Umgebung zum Beispiel mit *Cloudlets* wie Mahadev Satyanarayanan et al. bereits 2009[13] vorstellte, oder die Bildanalyse durch eine ausgelagerte Komponente auf der ohnehin vorhandenen IT-Infrastruktur vorgenommen wird, was aber wiederum zu Kommunikationsaufwand führt und den Echtzeitanforderungen von AR-Overlays genügen muss.

Die hier signifikanteste Hürde ist die Bildqualität welche Laut D.W.F. van Krevelen et al. 2010[12, (S.3)] für Smartphones noch als Limitiert bezeichnet werden kann. Aufgrund der Tatsache das oft keine ideale Umgebung zur Verfügung steht werden oft marker-basierte visuelle Tracking-Verfahren eingesetzt, welche aber noch immer eine hohe Rechenintensivität darstellen. Allerdings existieren auch robustere Verfahren[4][3] die mit schwankenden Beleuchtungsverhältnissen und Blickwinkeln gut umgehen können, welche jedoch noch immer sehr hohen Rechenaufwand bedeuten oder nur für spezielle Anwendungsgebiete einsetzbar sind. Da zunächst eine rein sensorbasierte AR-Anwendung entstehen soll müssen alle Bezugsobjekte im Raum virtuell modelliert sein. Eine solche Modellierung existiert bereits mit dem LivingPlace3D Projekt. Dies bedeutet ebenfalls das die Anwendung stark an das Modell und die Umgebung gebunden wird und davon abhängig ist, ebenso wie es an das lokale Koordinatensystem gebunden ist. Aber auch das ein aktives und kontinuierliches zuordnen von realer Objektposition und virtueller Information stetig gegeben ist, anders als bei reinen visuellen Verfahren bei welchen die Ortsinformation ohne zusätzlich Sensorik veralten kann.

## 3.2 Verarbeitungseigenschaften von Notizen

Notizen sollen über folgende Eigenschaften und Einschränkungen verfügen:

- **Identifizierung:** Notiz-ID, Namen, Ersteller-ID, Erstellungsdatum
- **Darstellung:** Auslaufdatum, Nachrichtentext, Farbe, Priorität, Symbolgröße, Position, Objekt-ID
- Notizen werden zu Zugriffs-/Sichtbarkeitsbereichen zugeordnet: ein privater Bereich für jeden Nutzer und einen gemeinsamen öffentlicher für alle Nutzer
- diese Eigenschaften können jederzeit innerhalb des LP von einem Nutzer manipuliert werden, unterliegen jedoch den bereits beschriebenen Einschränkungen

## 3.3 Datenkonsistenz und Verarbeitungsinstanzen

Aufgrund der Tatsache das mehrere Zugriffsbereiche umgesetzt werden sollen ist eine wichtige Frage, wo und wie die Notizen verarbeitet werden sollen. Geht man von einem Haushalt mit mehreren Teilnehmern am System aus, treten diesbezüglich wichtige Fragen besonders hervor, die wichtigste ist folgende: Wie wird der Zugriff und die Konsistenz den den Zugriffsbereichen gewährleistet wenn die Geräte nicht permanent aktiv sind/sein können und/oder sich austauschen können? Daniel Wagner schlägt in seiner Dissertation von 2007 vor, das Nutzer jederzeit die Möglichkeit besitzen sollte die Verbindung auf- und abzubauen und deshalb Datenhaltung am besten in einer Middleware aufgehoben sei.[15, (S.31)]

Dies führt dazu das in Folge eine Instanz als Vermittlungsstelle dienen soll, in Folge *Coordinator* genannt, welcher die primäre Datenhaltung realisiert und auf der Infrastruktur des Living Place Hamburg betrieben werden soll. Das System besteht damit also aus dem zentralen Coordinator und dem der Client-Anwendung welche primär als Interface, Tracking-Bezugspunkt und Display fungiert als auch den zusätzlichen System für das Tracking. Damit kann ein Verteilen oder Verarbeiten inkonsistenter Daten vermieden werden. Das kontinuierliche Kommunizieren der Smartphones untereinander wird damit an die kontinuierliche Kommunikation zwischen Client und

---

Coordinator delegiert. Die Client-AR-Anwendung muss damit nicht permanent im Hintergrund aktiv sein, sondern erhält den aktuellen Zustand beim starten und Anmeldung am Coordinator. Damit wird der Kommunikationsaufwand reduziert und die Daten sind persistent vorhanden, auch wenn das System ungenutzt ist. Diese Entscheidung erleichtert weitere wesentliche Aspekte, das anbinden von weiteren Informationsquellen und Anreicherung, wenn notwendig oder wenn erwünscht/notwendig mehr Rechenleistung, aber auch ebenso das information hiding, auch wenn dies in unserem Anwendungsgebiet zunächst nur ein netter Nebeneffekt ist.

## 4 Testimplementierung

Die Implementierung in diesem Projekt fokussiert sich auf die Basisdatenkommunikation der Notizen und Sensordaten aller beteiligten Komponenten, Client, Coordinator, UbiSense RTLS und dem ISIS. Die Untersuchung der Darstellungsmöglichkeiten als auch die Auswirkungen auf Energieverbrauch und benötigten Rechenbedarf soll im Folgeprojekt stattfinden.

### 4.1 Notizdatenkommunikation mit ActiveMQ

#### 4.1.1 Implementierung

Um das System jederzeit für den Nutzer verfügbar zu machen wird die Kommunikation der Notizdaten in drei Phasen eingeteilt. Die *Anmeldung* am Coordinator, die *Initialisierung* weiterer Kommunikationskanäle sowie dem Verteilen des aktuellen Zustands aller Notizen, und als drittes, die gegebenenfalls durch den Client angestoßene, *Aktualisieren* der Notiz-Daten auf dem Coordinator. Zur Unterstützung der Kommunikation wird eine Zeitspanne von *zwei Sekunden* verwendet. Diese hilft die Redundanz der kommunizierten Daten und die Last, durch Shared Notes auf dem ActiveMQ erzeugt wird, zu regulieren. Dieses Zeitfenster ist für die periodischen Verarbeitungsmethoden relevant, welche beispielsweise beim Empfangen der Geräte-ID genutzt wird. Die Daten werden auf dem Coordinator alle 30 Sekunden per GSON Serialisiert um diese beim Start des Coordinators zu laden. Das redundante Senden wird aus Gründen der Zuverlässigkeit genutzt.

- **Anmeldung**

Die Client-Anwendung generiert beim ersten Start eine positive UUID welche, zur Wiederverwendung, lokal auf dem Gerät gespeichert wird. Diese wird über ein bekanntes ActiveMQ-Topic *SNDevLogOn* an den Coordinator übertragen, dieser bereits auf diesem Topic lauscht um dort alle Geräte-UUIDs zu empfangen. Ein Gerät könnte dabei den Namen *Device\_587317198* besitzen, genau diese Zeichenfolge würde der Coordinator dann auf dem Topic *SNDevLogOn* empfangen. Bei dem Client als auch Coordinator existieren für das Topic ein eigener Thread. Nach Ablauf der festgelegten Wartezeit werden die einzelnen empfangenen Geräte-UUIDs vom Coordinator in das System übernommen, sofern diese

noch nicht vorhanden sind. Diese werden dann zur Erzeugung weiterer Threads genutzt, wie in Folge beschrieben.

- **Initialisierung**

Während des Sendens der Geräte-UUID werden von der Client-Anwendung zwei weitere Threads erstellt, welche auf je ein Topic auf die Übertragung für private *SNSharePrivNotes/+Geräte-UUID* als auch öffentliche Notizen *SNPublic* lauschen. Dabei wird die Identifizierung des Topic für private Notizen mit Hilfe der UUID realisiert, der Kanal für öffentliche Notizen ist jedem Client bekannt und der selbe. Die Namensgebung wird in der Abbildung [Topics zur Kommunikation der Notizen mit zwei Geräten](#) deutlich. Der Coordinator veröffentlicht periodisch, auf jedem Topic für private Notizen, die entsprechenden Daten einmalig. Das öffentliche Topic wird in diesem Zeitrahmen mit den öffentlichen Notizen so oft beschrieben, wie die Anzahl der angemeldeten Geräte beträgt. Empfängt ein Client eine Nachricht wird diese, ohne einer Wartezeit, sofort bearbeitet. Dies hat den Effekt das ein Client beim empfangen sofort beschäftigt ist was das mehrfache konsumieren der Nachrichten auf diesem diesem Topic und Zeitrahmen, durch einen einzelnen Client, vorbeugt. Jedes angemeldete Gerät kann damit genau eine Nachricht erhalten welche die Informationen zum öffentlichen Bereich überträgt.

- **Aktualisierung**

Um letztendlich neu erstellte Notizen in das System zu bringen, sendet der Client auf dem Topic *SNShareNewNote/+Geräte-UUID* eine Nachricht an den Coordinator, welcher dann die Datenhaltung entsprechend aktualisiert. Um Notizen Löschen oder den Zugriffsbereich ändern zu können werden Commando-Strings festgelegt die den Namen der Notiz ersetzen. Das System identifiziert die Notiz dann anhand ihrer Notiz-ID als auch dem Zugriffsbereich und führt die entsprechende Verarbeitung aus, sofern zulässig.

#### 4.1.2 Auswertung der Ergebnisse

Die Datenkommunikation funktioniert in ihrer beschriebenen Weise ohne größere Probleme, jedoch traten Nebeneffekte auf. Durch asynchrone Abrufen und Aufspielen der Daten auf die ActiveMQ-Topics kann es passieren das die periodisch verteilten Daten zunächst ungenutzt ver-

```
SNDevLogOn
SNPublic
SNShareNewNote|Device_587317198
SNShareNewNote|Device_970534953
SNSharePrivNotes|Device_587317198
SNSharePrivNotes|Device_970534953
```

Abbildung 1: Topics zur Kommunikation der Notizen mit zwei Geräten

worfen werden, was aber den Programmfluss, dank kontinuierlicher, redundanter Datenverteilung, nicht stark beeinflussen. Dieses Verhalten wurde beim Anmelden neuer Geräte beobachtet, aus bislang unbekannter Ursache gehen gerade in dieser Anfangsphase einer Geräteanmeldung ab und an gesendete Nachrichten verloren, dieser Effekt trat fast ausschließlich bei der zeitnahen Anmeldung mehrerer Geräte am Coordinator auf. Sind die Verbindungskanäle aber nach rund drei bis vier Sekunden vollständig initialisiert konnte bisher kein Nachrichtenverlust festgestellt werden. Praktisch würde dies also nur einen kritischen Zeitraum ergeben, wollte der Nutzer noch während der Anmeldung eine Notiz erstellen oder manipulieren.

Die Kommunikation der Notizdaten unterliegt keiner Echtzeitanforderungen, der Zeitrahmen von zwei Sekunden ist gefühlt völlig ausreichend um Notizen zu verteilen, bisher konnten keine Probleme bezüglich der Inkonsistenz festgestellt werden. Da die IDs für Notizen im jeweiligen Zugriffsbereich seitens des Coordinators generiert werden kann ausgeschlossen werden das zwei neu erstellte Notizen überschneidende IDs aufweisen, selbst wenn sie von unterschiedlichen Nutzern sehr zeitnah versendet würden und das System diese Nachrichten ebenso zeitnah verarbeitet. Inkonsistenz bei der Datenverteilung konnte bisher nicht festgestellt werden.

Der Coordinator stellt nicht fest wann Geräte wieder abgemeldet oder inaktiv sind, also keine

Geräte-ID mehr senden. Damit bleiben entsprechende Threads zur Kommunikation erhalten und es landen unnötig Nachrichten auf dem ActiveMQ. Ein Abgleich der bisher bemerkten Geräte-UUIDs und der noch regelmäßig empfangenen sollte hier Abhilfe schaffen können. Ein ähnliches Problem kann entstehen wenn das Gerät seine UUID ändert, unabhängig aus welchen Gründen, dann sind Notizen welche unter der alten ID generiert wurden für den privaten Bereich nicht mehr erreichbar und können im öffentlichen Bereich dementsprechend auch nicht gelöscht werden. Als Lösung denkbar wäre eine Hardware-ID, dies könnte auch mit Sicht auf die Sicherheit nützlich sein. Das redundante Verteilen der Daten könnte durch eine eventbasierte Kommunikation abgelöst werden, dafür müssen Tests bezüglich zuverlässiger Anwendung in der realen Einsatzumgebung stattfinden.

## 4.2 Ortung von Entitäten im Raum

### 4.2.1 Positionsbestimmung des SmartPhones

Das Tracking der Geräte soll mittels UbiSense realisiert werden, dafür muss der Nutzer das entsprechende UbiSense-Tag in der Nähe des Smartphones mitführen. Zusätzlich dazu wird das ISIS LivingPlace3D betrieben, welches ein koordinatenbezogenes Orientieren und Identifizierung von Objekten im Raum ermöglicht. Um die Positionsdaten zu empfangen wird durch den Client permanent auf dem Topic *UbisenseTracking* gelauscht, die Position der einzelnen UbiSense-Tags ist dabei für den Coordinator irrelevant. Positionsdaten werden für die Ermittlung der Objekte im Fokusbereich als auch zur Distanzermittlung zum Gerät verwendet und dienen der Darstellung und Positionsbestimmung von Notizen.

### 4.2.2 Positionsbestimmung des angepeilten Blickfeldes

Um zu erkennen wo im Raum der Nutzer Notizen anbringen möchte ist nach seiner Positionsbestimmung festzustellen in welche Richtung der Nutzer das Smartphone hält. Dafür bietet sich an den 3-Achsen-Gyrosensor und Kompass der Smartphone-IMUs zu nutzen. Das 3D-Modell

des Livingplace Hamburg besitzt eine Abweichung zu Nord um  $-21^\circ$ . Um korrekte Koordinatenberechnungen durchführen zu können muss dies also berücksichtigt werden. Da Smartphone und UbiSense-Tag physikalisch getrennte Entitäten sind ist es selbst mit Hilfe der Neigungssensoren des Smartphones schwierig, den anvisierten Punkt im Raum beziehungsweise den Normalvektor des Kamera-Objektives exakt zu ermitteln. Um die Komplexität dieser Problematik zu reduzieren werden zunächst nur 2D-Koordinaten über die X- und Y-Achse genutzt, die Konsequenzen daraus werden im folgenden Abschnitt erkenntlicher.

### 4.2.3 Positionsbestimmung von Objekten

Der letzte Schritt der Berechnung benötigter Koordinaten ist das Bestimmen der Position an welcher Notizen angebracht werden können. Positionen im Living Place Hamburg können vielfältige Entitäten verbergen, modellierte Objekte wie Möbel, Wände, räumliche Bereiche wie Traditional und Functional Spaces, oder einzelne Gegenstände. Um Objekte im Fokusbereich zu Erkennen werden in bestimmten Abstand Punkte auf der Geraden ermittelt, welche aus der Position des UbiSense-Tags und Orientierung des Smartphones entspringt. Diese Punkte werden dann über die ActiveMQ-Queue *LP3D.REQUEST.OBJECTSATLOCATION* am 3D-Modell abgefragt, welches alle Objekt-IDs innerhalb eines Radius zum Punkt wiedergibt, sofern der Abtastkreis geschnitten wird. Hierfür werden 2D-Punkte genutzt, es werden also unabhängig der Höhe Objekt-IDs ermittelt. Mit dieser Methode wird eine gewisse Toleranz zum Rauschen in den Koordinatendaten und einer leichten Abweichung vom Bildmittelpunkt gewährt. Der Ankerpunkt für Notizen ist dabei die aus der BoundingBox berechnete Objektmitte. Die Koordinaten der BoundingBox lassen sich über die Queue *LP3D.REQUEST.OBJECT2DCOORDINATES* abrufen. Objekte wie *traditional Spaces* und Wände werden nur bei der ersten Erkennung betrachtet da dies entweder die lokale Position oder Raumübergänge darstellen. Die Folgende Grafik soll das Verfahren verdeutlichen.

### 4.2.4 Auswertung der Ergebnisse

Für die ersten Versuche des angedachten Tracking wurde der HAW-intern verfügbare UbiSense-Simulator genutzt. Entsprechend werden hier ausreichend präzise Auflösungen in Dezimeterge-

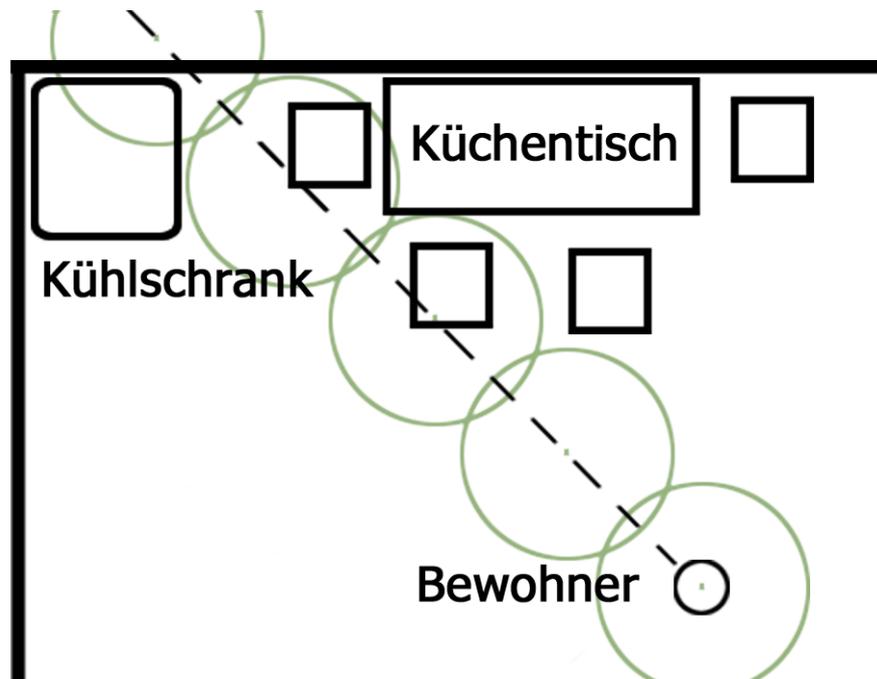


Abbildung 2: Ermitteln der Objekt-IDs mit Abfrageradien

nauigkeit produziert. Selbst mit einem Jitter von rund 0,5 Metern Abweichung dürften diese Positionsdaten die Objekterkennung nicht signifikant beeinflussen, dies liegt unter anderem an der bereits beschriebenen Abfragemethodik der Objekt-IDs welche eine hohe Toleranz gegenüber Sensorrauschen bietet. Das heißt es ist kein alternatives Real-time Location Systems notwendig, bis zu welcher Positionsunschärfe das gesamte Tracking funktioniert ist im Folgeprojekt zu ermitteln.

Ein kritischer Sachverhalt besteht in der physischen Trennung von UbiSense-Tag und Smartphone und der informellen Zuordnung dieser beiden Komponenten. Dies kann grundsätzlich auf zwei Arten realisiert werden, vollautomatisch über eine zusätzliche GPS-Abfrage der Position des Smartphone und Zuordnung zum nächsten UbiSens-Tag, sofern die GPS-Signale im Living Place Hamburg zu empfangen sind. Oder manuell, wofür der Nutzer die UbiSense-Tag-ID kennen müsste oder diese zuvor fest an den Client gebunden wird, über eine Art Setup, beispielsweise. Ein weiterer Knackpunkt ist das zugrundeliegende Modell des Living Place Hamburg, schafft der Nutzer neue Möbel an müssen diese auch im System modelliert werden was momentan mit dem

Architekten-Tool Revit geschieht und einige Einarbeitungszeit benötigt.

Das dreidimensionale anbringen von Notizen ist durch die aktuelle Idee des Tracking zunächst eingeschränkt, auf die lokale Position auf Bodenhöhe, erkannte Objekte und deren Mittelpunkt und Wände auf Höhe des UbiSense-Sensors. Dies könnte in Folge durch eine Möglichkeit manuellen nachjustieren seitens des Nutzers erweitert werden, dies würde Zusätzliche Positionsdaten erfordern welche die Abweichung von der eigentlichen Position, dem Objektmittelpunkt, beschreiben. Außerdem erhöht dies den Aufwand für den Nutzer und die Komplexität der Anwendung wodurch dessen Nutzen abzuwägen ist. Eine Option hierfür wäre auch, Notizen Koordinaten an der BoundingBox, eines ausgewählten Objektes, anzubringen.

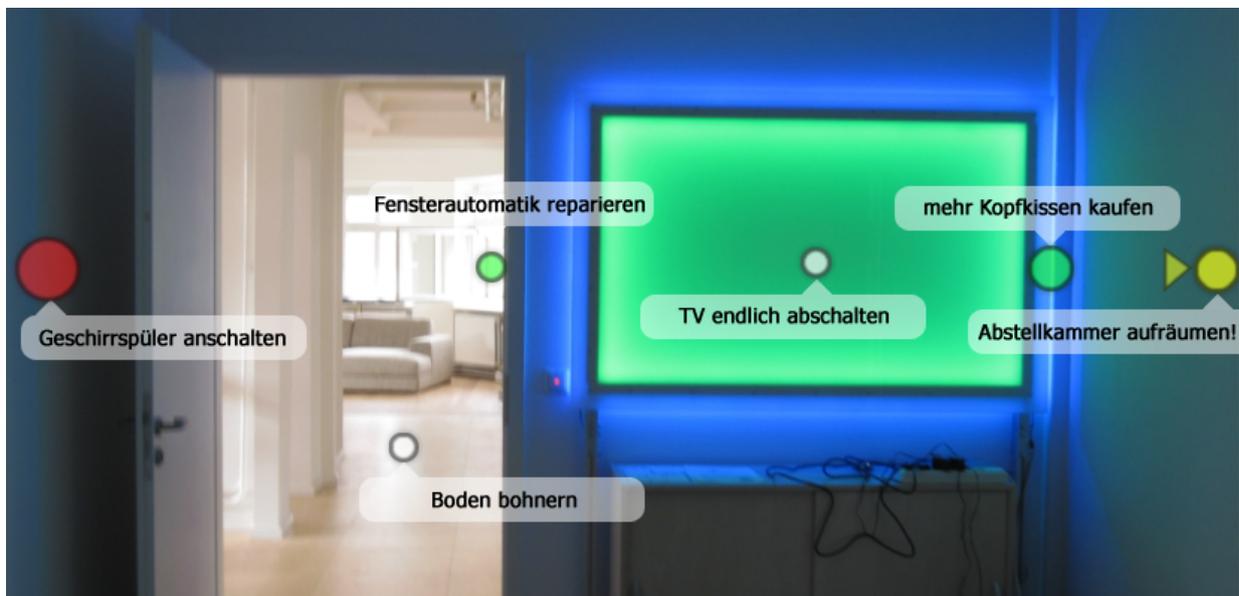


Abbildung 3: Mögliche Darstellung ohne Listenform

## 5 Fazit und ein Ausblick zu weiteren Arbeiten

Die bisher getestete Funktionalität in den Bereichen der Basiskommunikation und Tracking verläuft zufriedenstellend. Es wurden verschiedene kritische Stellen in Bezug auf die zum Einsatz kommenden Systeme dargestellt, welche aber in dieser frühen Phase nur leichte Auswirkungen auf die Realisierung der Idee hatten. Es hat sich gezeigt dass die starke Abhängigkeit von Sensorik, Modell und Kommunikationsstruktur die Komplexität der Entwicklung erhöht und gegebenenfalls weitere Hürden birgt. Zugleich ist aber zu sagen dass keine unüberwindbaren Hindernisse festzustellen waren und die Realisierung der Idee, mit wenigen Einschränkungen, weiter fortschreiten kann.

Im Folgeprojekt soll der Fokus zum einen auf der Komplettierung des Trackings und Tests in der Einsatzumgebung stattfinden, als auch auf der Art und Weise der Darstellung und Interaktion mit dem System liegen. So muss die Präzision der Koordinaten des Nutzers und der erkannten Objekte des Fokusbereichs, in realer Umgebung untersucht werden, um festzustellen bis zu welcher Unschärfe das Tracking sinnvoll funktionieren kann. Ebenfalls ist festzustellen welche Abfrageradien sich anbieten um Objekte im Fokusbereich zu erkennen. Das Verfahren muss also verfeinert werden. Weiterhin sind Experimente bezüglich der Geschwindigkeit zur Ermittlung und Sortierung der Notizen während der Bewegung angedacht. Ist die Anwendung im realen Einsatzumfeld testbar müssen Tests bezüglich der Datenkonsistenz, mit höherer Kommunikationsdichte durch mehr Clients, realisiert werden.

Auch funktionelle Arbeiten müssen fortgeführt werden, sowie die mögliche Interaktion mit dem System und die geplante Darstellung der Informationen erprobt werden. Die Client-Anwendung soll auf größeren, statischen Displays, für eine bessere Übersicht, jedoch mit Einschränkungen, aufrufbar sein und über eine Nutzeridentifizierung verfügen. Die Identifizierung soll sicherstellen dass ein Nutzer die Zugriffsbereiche der Notizen nicht verletzt und gleichzeitig das Sensing realisieren, es soll der Wille zur Interaktion, des Nutzers mit der Anwendung, erkannt werden können. Denkbar für diese Aufgabe ist das Nutzen von Microsoft Kinect, kapazitive Sensoren, Eyetracking Systeme oder der Analyse von Bewegungsmustern im functional space des Displays.

Noch weiterführende Evaluierungen betreffen anschließend verschiedene Leistungsprüfungen bezüglich des Stromverbrauchs, benötigter Rechenleistung und abschließend der Usability-Aspekte welche auf Entwurfsentscheidungen zurückzuführen sind. Die Liste der denkbaren Erweiterungen ist lang, Punkte wie Online-Verfügbarkeit von privaten Notizen, weitere Zugriffsbereiche, Statusmeldungen an den Nutzer, multimediale Anhänge an Notizen, Individualisierbarkeit von Farben, Prioritäten und Symbolgrößen, und viele mehr sind möglich, aber für keine konkrete Realisierung geplant.

## Literatur

- [1] ANN MORRISON, Saija Lemmelä Antti Oulasvirta Giulio Jacucci Peter Peltonen Dieter Schmalstieg Holger R. Alessandro Mulloni M. Alessandro Mulloni: Collaborative use of mobile augmented reality with paper maps. In: *Computers & Graphics - Elsevier* Volume 35, Issue 4 (2011), August, S. 789–799. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cag.2011.04.009>. – DOI 10.1016/j.cag.2011.04.009
- [2] CHRISTIAN-DOPPLER-LABORATORY: *Handheld Augmented Reality - Virtual Reality and Computer Graphics at Graz University of Technology (TUG)*. [http://studierstube.icg.tugraz.at/handheld\\_ar/navigation.php](http://studierstube.icg.tugraz.at/handheld_ar/navigation.php). Version: 2011
- [3] DANIEL WAGNER, Alessandro Mulloni Tom Drummond Dieter S. Gerhard Reitmayr R. Gerhard Reitmayr: Real-Time Detection and Tracking for Augmented Reality on Mobile Phones. In: *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* Volume 16, Issue 3 (2010), May. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.99>. – DOI <http://dx.doi.org/10.1109/TVCG.2009.99>
- [4] DANIEL WAGNER, Horst B. Dieter Schmalstieg S. Dieter Schmalstieg: Multiple target detection and tracking with guaranteed framerates on mobile phones. In: *ISMAR '09 Proceedings of the 2009 8th IEEE International Symposium on Mixed and Augmented Reality* (2009). <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1109/ISMAR.2009.5336497>. – DOI <http://dx.doi.org/10.1109/ISMAR.2009.5336497>
- [5] DAVID PROCHAZKA, Ondrej Popelka Jiri S. Michael Stencl S. Michael Stencl: MOBILE AUGMENTED REALITY APPLICATIONS. In: *17th International Conference on Soft Computing* (2011), 469-476. <http://arxiv.org/abs/1106.5571v1>
- [6] DAVID PROCHAZKA, Tomas K.: Augmented Reality Implementation Methods in Mainstream Applications. In: *Acta Universitatis agriculturae et silviculturae Mendelianae Brunensis* LIX, No. 4 (2011). <http://arxiv.org/abs/1106.5569v1>
- [7] HAMBURG, HAW: *Living Place Hamburg*. <http://livingplace.informatik.haw-hamburg.de/blog/>. Version: 2011

- [8] JULIE CARMIGNIANI, Marco Anisetti Paolo Ceravolo Ernesto Damiani Misa I. Borko Furht F. Borko Furht: *Augmented reality technologies, systems and applications*, Diplomarbeit, December 2010. <http://dx.doi.org/http://dx.doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>. – DOI <http://dx.doi.org/10.1007/s11042-010-0660-6>. – 341–377 S.
- [9] KARSTAEDT, Bastian: Entwicklung und Integration des Indoor Spatial Information Services in den Living Place Hamburg. In: *HAW Hamburg* (2011). <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master10-11-proj2/karstaedt.pdf>
- [10] KJELL OTTO, Sören V.: Entwicklung einer Architektur für den Living Place Hamburg. In: *HAW Hamburg* (2010). [http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2010-proj1/otto\\_voskuhl.pdf](http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2010-proj1/otto_voskuhl.pdf)
- [11] KJELL OTTO, Sören V.: Weiterentwicklung der Architektur des Living Place Hamburg. In: *HAW Hamburg* (2011). <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master10-11-proj2/otto-voskuhl.pdf>
- [12] KREVELEN, R. P. v.: A Survey of Augmented Reality Technologies, Applications and Limitations. In: *The International Journal of Virtual Reality* Volume 9, Issue 2 (2010), June, S. 3
- [13] MAHADEV SATYANARAYANAN, Ramon Caceres Nigel D. Paramvir Bahl B. Paramvir Bahl: The Case for VM-based Cloudlets in Mobile Computing. In: *Pervasive Computing, IEEE* (2009), October, S. 14–23. <http://dx.doi.org/10.1109/MPRV.2009.82>. – DOI 10.1109/MPRV.2009.82
- [14] NEWS, Nielsen: *In US, Smartphones Now Majority of New Cellphone Purchases*. [http://blog.nielsen.com/nielsenwire/online\\_mobile/in-us-smartphones-now-majority-of-new-cellphone-purchases/](http://blog.nielsen.com/nielsenwire/online_mobile/in-us-smartphones-now-majority-of-new-cellphone-purchases/).  
Version: 2011
- [15] WAGNER, Daniel ; WAGNER, Daniel (Hrsg.): *Handheld Augmented Reality*. Inffeldgasse 16a/2nd floor, A-8010 Graz, Austria : Graz University of Technology Institute for Computer Graphics and Vision, 2007 [studierstube.icg.tugraz.at/thesis/Wagner\\_PhDthesis\\_final.pdf](http://studierstube.icg.tugraz.at/thesis/Wagner_PhDthesis_final.pdf)