

# **Industrie 4.0 – Prozessoptimierung durch den Einsatz von Datenbrillen bei der Constantia Teich GmbH**

## **Masterarbeit**

eingereicht von: **Ing. Wolfgang Pichler, BA**  
Matrikelnummer: 1610471031

im Fachhochschul-Masterstudiengang Wirtschaftsinformatik

der Ferdinand Porsche FernFH Gesellschaft zur Erhaltung und Durchführung von  
Fachhochschul-Studiengängen

zur Erlangung des akademischen Grades

## **Master of Arts in Business**

Betreuung und Beurteilung: Dr. Igor Miladinovic

Zweitgutachten: Ing. Peter Völkl, BA MA MSc

Wiener Neustadt, Mai 2018

# Ehrenwörtliche Erklärung

Ich versichere hiermit,

1. dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Alle Inhalte, die direkt oder indirekt aus fremden Quellen entnommen sind, sind durch entsprechende Quellenangaben gekennzeichnet.
2. dass ich diese Masterarbeit bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit zur Beurteilung vorgelegt oder veröffentlicht habe.
3. dass die vorliegende Fassung der Arbeit mit der eingereichten elektronischen Version in allen Teilen übereinstimmt.

Kirchberg, am 18.05.2018



---

Unterschrift

## **Kurzzusammenfassung:** Industrie 4.0 – Prozessoptimierung durch den Einsatz von Datenbrillen bei der Constantia Teich GmbH

Durch Industrie 4.0 sollen Produktionsprozesse entlang der gesamten Wertschöpfungskette optimiert werden. Um dies zu erreichen kommt es zu einer Kombination verschiedener technologischer Komponenten, welche miteinander kommunizieren müssen. Bei der Constantia Teich GmbH gab es die Anforderung, einen bestehenden Prozess durch den Einsatz einer für den Industriebereich vorgesehenen Datenbrille zu unterstützen. Um dies zu erreichen wurde von der Becos GmbH eine für die ausgewählte Vuzix M300 Datenbrille maßgeschneiderte Applikation entwickelt, welche u.a. den Prozess der Stichproben-Inventur abbildete.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde der ausgeführte Ist-Prozess der Stichproben-Inventur bei der Constantia Teich GmbH erhoben und dokumentiert. Nach der Definition des durch die Datenbrille unterstützten Soll-Prozesses wurden für beide Varianten Prozessdurchlaufzeiten gemessen und zueinander in Relation gesetzt. Dadurch konnte die Forschungsfrage, wie bestehende Prozesse in einem Produktionsbetrieb durch den Einsatz von Datenbrillen messbar verbessert werden können, beantwortet werden.

### **Schlagwörter:**

Industrie 4.0, Datenbrille, Augmented Reality, Inventur, Vuzix

### **Abstract:** Industry 4.0 – Process optimization through the use of smart glasses at the Constantia Teich GmbH

IoT for industry is a well known and often used catchphrase these days. The use of new technological products, like smart glasses, allows to optimize production processes along the value chain. The Constantia Teich GmbH had the requirement, to support existing processes through the use of smart glasses. For this scenario, the contractor Becos GmbH developed an individual application, which runs on Vuzix M300 data glasses.

As part of this work, the current executed process of the spot tests inventory was documented and evaluated. After that, a for the data glasses customized future process was defined and the processing times of these new option were documented. The results of the time recordings of the current and the future process was compared. So it was possible to answer the research question, how it is possible to gain a measurable process optimization through the use of smart glasses.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.</b>	<b>EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation	1
1.2	Forschungsfrage & Methodik	2
1.3	Aufbau der Arbeit	2
<b>2.</b>	<b>INDUSTRIE 4.0</b>	<b>3</b>
2.1	Geschichtliche Entwicklung	3
2.2	Begriffsbestimmung und Charakteristiken	4
2.3	Chancen durch Industrie 4.0	7
2.3.1	Produktion	8
2.3.2	Personal	9
2.3.3	Unternehmensstrategie	9
<b>3.</b>	<b>DATENBRILLEN</b>	<b>10</b>
3.1	Was ist eine Datenbrille?	10
3.2	Virtual Reality vs. Augmented Reality	12
3.2.1	Virtual Reality	12
3.2.2	Augmented Reality	13
3.3	Aktuelle Modelle	14
3.3.1	Google Glass	14
3.3.2	Microsoft Hololens	16
3.3.3	Weitere Modelle	17
3.4	Vuzix M300	17
3.5	Mögliche Einsatzbereiche in Produktionsbetrieben	20

<b>4.</b>	<b>CONSTANTIA TEICH GMBH</b>	<b>22</b>
<b>5.</b>	<b>IST-PROZESS „STICHPROBEN-INVENTUR“</b>	<b>24</b>
5.1	Was ist eine Stichproben-Inventur?	24
5.2	Beschreibung des Ist-Prozesses	26
5.2.1	Schritt 1: Start der Inventur	26
5.2.2	Schritt 2: Manuelles erfassen der Gebinde-Informationen	31
5.2.3	Schritt 3: Datenabgleich	33
5.2.4	Schritt 3.1: Alle Daten gleich?	34
5.2.5	Schritt 4: Prozessende	37
5.3	Prozess Evaluierung	37
5.3.1	Ausgangssituation	37
5.3.2	Prozessdurchlaufzeiten	40
<b>6.</b>	<b>SOLL-PROZESS</b>	<b>45</b>
6.1	Definition	45
6.1.1	Schritt 1: Start der Inventur	45
6.1.2	Schritt 2: Datenbrille aufsetzen	46
6.1.3	Schritt 3: Prüfen von Gebinden	46
6.1.4	Schritt 4: Zurück ins Büro / Daten korrigieren (optional)	47
6.1.5	Schritt 5: Prozessende	48
6.2	Implementierter Soll-Prozess	48
6.3	Implementierung	49
6.4	Aufgetretene Schwierigkeiten bei der Implementierung	52
6.4.1	Reichweite des Barcode-Scanners	52
6.4.2	Datenschutzbedenken	56
6.4.3	Sichtbehinderung	56
6.4.4	Fehlende Lagerplatz-Etiketten	57
6.5	Prozess Evaluierung	57
6.5.1	Ausgangssituation	57
6.5.2	Prozessdurchlaufzeiten	59

<b>7. SOLL-IST-VERGLEICH</b>	<b>60</b>
7.1 Vergleich der Prozessdurchlaufzeiten	60
7.2 Beantwortung der Forschungsfrage	62
<b>8. EXPERTENMEINUNGEN</b>	<b>63</b>
<b>9. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</b>	<b>65</b>
9.1 Zusammenfassung	65
9.2 Ausblick	66
<b>LITERATURVERZEICHNIS</b>	<b>67</b>
<b>ABBILDUNGSVERZEICHNIS</b>	<b>70</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS</b>	<b>72</b>
<b>ANHANG A - §192 DES UGB</b>	<b>73</b>
<b>ANHANG B – INTERVIEW MIT HRN. WOLFGANG KLOIBHOFER</b>	<b>75</b>
<b>ANHANG C – INTERVIEW MIT HRN. PROF. DR. GÜNTER BITSCH</b>	<b>79</b>

# **1. Einleitung**

Technologie ist mittlerweile schon zum ständigen Begleiter geworden. Smartphones unterstützen Personen bei den vielfältigsten Tätigkeiten und diese Entwicklung macht auch nicht vor der Industrie halt. Durch den Einsatz von neuen, untereinander kommunizierenden technologischen Produkten in einem Produktionsbetrieb, können zahlreiche neue Möglichkeiten kreiert und Prozesse entlang der Wertschöpfungskette unterstützt werden.

## **1.1 Motivation**

Bei der Constantia Teich GmbH aus Weinburg gab es die Anforderung, bestehende Prozesse durch den Einsatz von Datenbrillen zu erleichtern. In der Materialwirtschaft beschäftigte Personen sollten durch das Benützen von modernen Technologien bei bestehenden Aufgaben unterstützt werden. Um dem gerecht zu werden, wurde bei der ersten Anforderungsanalyse festgestellt, dass Daten vom bestehenden ERP-System über eine Datenbrille abgefragt und angezeigt werden müssen.

Auf diesem Wege gelangte dieses Thema zum Softwareentwicklungs-Team des betroffenen ERP-Systems, von welchem auch ich ein Teil bin. Aufgrund der neuen Technologie, welche im gesamten Konzern, der Constantia Flexibles, noch nicht verwendet wurde, wurde mein Interesse und Wille an der Mitwirkung an dem geplanten Pilotprojekt für die Umsetzung der bekannten Anwenderfälle geweckt. Bei der Anforderungserhebung für die Entwicklung der Datenbrillen-App, welche durch eine Gruppe von Studenten der Hochschule Reutlingen durchgeführt wurde, durfte ich unterstützend mitwirken. Dabei konnte ich mir notwendiges Wissen über die umzusetzenden Aufgaben aneignen. Die neue Technologie und die Neugier, ob bestehende Prozesse durch den Einsatz von Datenbrillen beschleunigt werden können, führten mich schlussendlich zur Verfassung dieser Arbeit im Rahmen meines berufsbegleitenden Masterstudiums der Wirtschaftsinformatik.

## **1.2 Forschungsfrage & Methodik**

Das Ziel dieser Masterarbeit ist, die folgende Forschungsfrage zu beantworten:

*Wie kann durch den Einsatz von Datenbrillen in einem Produktionsbetrieb eine messbare Prozessverbesserung erzielt werden?*

Für die Beantwortung dieser Frage wurde ein bestehender Ist-Prozess und ein durch die Datenbrille unterstützter, neu definierter Soll-Prozess beschrieben und mehrfach durchgeführt. Für beide Varianten wurden Prozesslaufzeiten erhoben und zueinander in Relation gesetzt.

## **1.3 Aufbau der Arbeit**

Zu Beginn der Arbeit wird das Stichwort Industrie 4.0 näher betrachtet und der Begriff wird bestimmt. Danach wird beschrieben, um was es sich bei Datenbrillen eigentlich handelt und zwischen welchen Arten und Modellen hierbei unterschieden wird.

Nach einer kurzen Beschreibung der Constantia Teich GmbH und der an der Entwicklung maßgeblich beteiligten Becos GmbH, wird der aktuell ausgeführte Ist-Prozess der Stichproben-Inventur beschrieben. Dabei werden auch die rechtlichen Grundlagen der Inventur aufgezeigt. Auf die von mir durchgeführte Prozessevaluierung folgt die Definition des Soll-Prozesses und dessen Implementierung. Nach der Erhebung der Prozesszeiten wird ein Soll-Ist-Vergleich vorgenommen, durch welchen eine Antwort auf die Forschungsfrage gefunden werden soll.

Zum Abschluss finden Sie noch Expertenmeinungen zum Thema Datenbrillen, deren möglichen Einsatzbereiche und zukünftigen Entwicklungen sowie eine kurze Zusammenfassung der Arbeit.



## **2. Industrie 4.0**

In diesem Kapitel wird der Begriff Industrie 4.0 bestimmt sowie dessen Herkunft und die technischen Grundlagen erläutert. Die sich durch den Einsatz von neuen Technologien ergebenden Chancen werden anhand der Bereiche Produktion, Personal und Unternehmensstrategie betrachtet.

### **2.1 Geschichtliche Entwicklung**

Die erste industrielle Revolution wurde ausgelöst durch die Einführung mechanischer Produktionsanlagen am Ende des 18. Jahrhunderts (Scheer, 2013, S. 23). Die Mechanisierung mit Wasser- und Dampfkraft stellte den Beginn des Maschinenzeitalters dar. Die zweite industrielle Revolution war geprägt von der arbeitsteiligen Massenproduktion mit der Hilfe von elektrischer Energie am Ende des 19. Jahrhunderts (Scheer, 2013, S. 23). Entscheidende Entwicklungen waren zu dieser Zeit die Erfindung der Verbrennungskraftmaschine (Patentanmeldung durch Rudolf Diesel am 27. Februar 1892) sowie des Dynamos und Elektromotors (Warnecke & Hüser, 1996, S. 15). Des Weiteren kam es auch zu einer vermehrten Automatisierung, welche zu Beginn darauf hinauslief, die entflochtenen Bearbeitungsprozesse zu einer übergreifenden Prozesskette zusammenzufügen (Warnecke & Hüser, 1996, S. 15). Die dritte industrielle Revolution wurde vor allem durch den Einsatz von Elektronik, Informationstechnologie und der daraus folgenden weiteren Automatisierung vorangetrieben (Ramsauer, 2013, S. 7). Dies wurde ermöglicht durch die stetig erzielten Leistungssteigerungen in den ersten beiden Bereichen. Das gemeinsame Merkmal aller drei industriellen Revolutionen ist eine stetig steigende Produktivität und Flexibilität in der Produktion. Besonders in der dritten industriellen Revolution kam es zur Steigerung der Produktivität durch die Vervielfachung und Beschleunigung der mentalen Leistungsfähigkeit des Menschen mit Hilfe von elektronischen Rechanlagen (Warnecke & Hüser, 1996, S. 18).

Durch die fortschreitende Entwicklung der Informations- und Kommunikationstechnik (IKT) sind wir nun bei der vierten industriellen Revolution angelangt. Welche Charakteristiken die aktuellen Entwicklungen in diesem Bereich beschreiben, wird im nächsten Abschnitt behandelt. Abbildung 1 fasst die vier Stufen der industriellen Revolution mit den ausschlaggebenden Entwicklungen zusammen. Sie greift auch schon vor und enthält die für die vierte Revolution verantwortliche Invention.

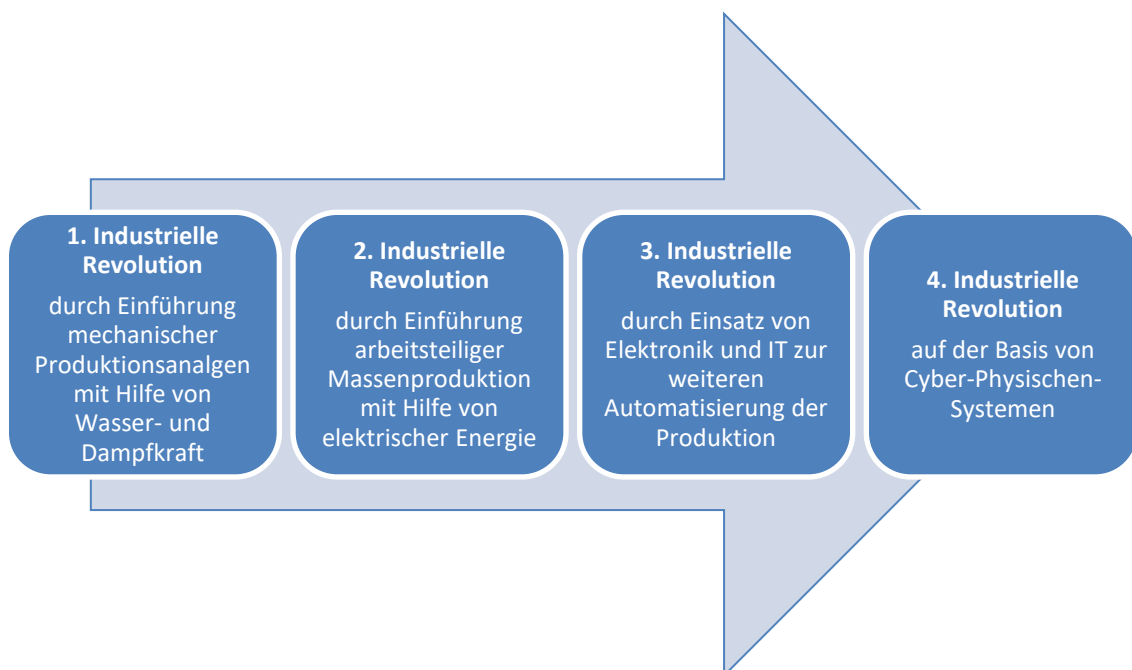


Abbildung 1 - Die vier Stufen der Revolution (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2012, S. 10), eigene Darstellung

## 2.2 Begriffsbestimmung und Charakteristiken

Industrie 4.0 steht für die vierte industrielle Revolution, welche durch das **Internet der Dinge und Dienste** (IoTS, Internet of Things and Services) in Gang gesetzt wurde. Der Begriff IoT wurde erstmals 2002 am Massachusetts Institute of Technology (MIT) benutzt und beschreibt die Vision eines informationstechnisch vernetzten Systems autonom interagierender Gegenstände und Prozesse, die sich durch eine zunehmende Selbstorganisation kennzeichnen und zu einer wachsenden

Verschmelzung physischer Dinge mit der digitalen Welt des Internets führen (Abicht & Spöttl, 2012, S. 29). Es zeichnet sich im Wesentlichen durch drei Charakteristiken aus (Abicht & Spöttl, 2012, S. 30):

- technologische Konvergenz,
- informationstechnische Vernetzung und
- Autonomie.

Unter technologischer Konvergenz versteht man, dass das Internet der Dinge keine geschlossene oder eigenständige Technologie bezeichnet, sondern es kommt zu einer Kombination mehrerer Technologien aus verschiedenen Bereichen zu einem Gesamtsystem. Dies wird auch als Grundvoraussetzung des IoT angesehen (Abicht & Spöttl, 2012, S. 30). Die zweite Charakteristik bezieht sich auf den Informationsaustausch zwischen Personen und Gegenständen bzw. zwischen Gegenständen untereinander ohne mechanische Betätigung von Systembausteinen (Abicht & Spöttl, 2012, S. 30). Der Begriff Autonomie beschreibt in diesem Zusammenhang, die Fähigkeit von Objekten bzw. Systemen, lokale und temporäre Umgebungsinformationen aufzunehmen, zu verarbeiten und selbstständig Entscheidungen zu treffen bzw. Handlungen vorzunehmen (Abicht & Spöttl, 2012, S. 30).

**Was ist nun Industrie 4.0?** Im Frühling 2014 hat der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau (VDMA), der Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien (bitkom) sowie der Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie (ZVEL) eine Definition für Industrie 4.0 veröffentlicht. Diese besagt, dass das Ziel von Industrie 4.0 die Optimierung der Wertschöpfungskette durch die Implementierung einer autonom kontrollierten und dynamischen Produktion ist (Kolberg & Zühlke, 2015). Die Basis bilden dabei so genannte **Cyber-Physical-Systems** (CPS). Dies ist die Bezeichnung für datentechnisch vernetzte Produktionsanlagen, Produkte und Materialien sowie Transporttechnologien, so genannte „Smart-Objects“, die ihre Nutzung, den Ablauf der Bearbeitungsprozesse und die entsprechenden logistischen Funktionen autonom

organisieren, steuern und an externe Anforderungen, wie wechselnde Nachfrage und unerwartete Prozessstörungen, anpassen können (Hirsch-Kreinsen, 2014, S. 9). Um diesen hohen Automatisierungsgrad zu erreichen sind eingebettete Mikrocontroller, Aktuatoren, Sensoren und Kommunikationsinterfaces notwendig. CPS sind dadurch meist sehr komplex aufgebaut. In solchen Systemen geht es um die Verbindung von Informations- und Softwaretechnologie mit mechanischen und elektronischen Teilen, welche miteinander kommunizieren (Ramsauer, 2013, S. 8).

Durch den Verbund von cyber-physischen Systemen kommt es zur Bildung eines cyber-physischen Produktionssystems (CPPS), welche in der Lage sind, die Produktion dezentral und kontextadaptiv über die Unternehmensgrenzen hinweg zu steuern (Roth, 2016, S. 23). Das Ergebnis ist eine so genannte **Smart Factory**, in welcher beispielsweise intelligente Produkte jederzeit identifizier- und lokalisierbar sind, aber auch ihren eigenen Zustand kennen. Smart Factory beschreibt ein Konzept in der Produktion mit einer wertschöpfungsorientierten Prozessgestaltung durch Integration von Informationsmanagement von der Planung bis zu Ergebnisdokumentation, mit dem Ziel, ein transparentes und optimiertes Produktionsressourcenmanagement zu realisieren (Ramsauer, 2013, S. 8). Das Ziel der vierten Revolution ist es somit, intelligente Maschinen, Logistiksysteme und Betriebsmittel zu schaffen, welche untereinander eigenständig Informationen austauschen, geeignete Aktionen auslösen und sich gegenseitig sogar selbstständig steuern können (Hirsch-Kreinsen, 2014, S. 2).

Neben der firmeninternen Produktionsplanung- und Steuerung ist auch die horizontale Wertschöpfungskette zu betrachten, d.h. die intelligente Steuerung dieser über die eigenen Firmengrenzen hinaus. Lieferanten oder Händler können beispielsweise in die Produktionsprozesse mit eingebunden werden, sodass ein benötigtes Material automatisiert bestellt wird. Dadurch kann der Waren- und Informationsfluss innerhalb der gesamten Wertschöpfungskette optimiert werden, da die für das Treffen von Entscheidungen notwendigen Informationen in Echtzeit bereitgestellt und verarbeitet werden können. Für die Implementierung einer

solchen Selbstorganisation ist eine firmenübergreifende Vernetzung der Prozesse entlang der Wertschöpfungskette notwendig.

Damit so ein hoher Automatisierungsgrad möglich wird, vereint Industrie 4.0 mehrere technische Bausteine (Kaufmann, 2015, S. 5):

- Intelligente Maschinen, Geräte, Werkstücke,
- Machine-to-Machine Kommunikation (M2M),
- Internet der Dinge,
- Big Data → Smart Data,
- Selbstlernende Systeme und
- Augmented Reality.

Neben den CPS (wie beispielsweise intelligente Maschinen) ist auch ein Datenaustausch zwischen den Maschinen notwendig (M2M). Über eine Netzwerkinfrastruktur sind die Maschinen und Geräte miteinander verbunden (IoT) und können so die durch die Sensoren erfassten Daten übertragen. Je nach Anwendungsfall ist es möglich, dass sehr große Datenmengen entstehen, welche zu entsprechend aufbereiteten, smarten Daten transformiert werden müssen. Unter selbstlernenden Systemen versteht man Systeme, die selbstständig Zusammenhänge erkennen und damit Prozesse unterstützen (Kaufmann, 2015, S. 6). Auf die Komponente Augmented Reality wird in Kapitel 3.2.2 näher eingegangen.

In Summe betrachtet stellt Industrie 4.0 keine neue Technologie an sich dar, sondern es handelt sich um eine stetige Weiterentwicklung der in der dritten Industrierevolution begonnenen Automatisierung.

## **2.3 Chancen durch Industrie 4.0**

Die Chance von Industrie 4.0 liegt in der Konsequenz mit der die Produktentwicklungs- und Produktionsprozesse mit modernsten Lösungen aus der Informations- und Kommunikationstechnologie verbunden werden, um die

Wertschöpfung über den gesamten Produktlebenszyklus zu optimieren und neue Geschäftspotentiale und -modelle zu ermöglichen (Roth, 2016, S. 13). Laut Armin Roth gibt es drei Bereiche, in welchen dadurch Verbesserungen in Unternehmen im gesamten Produktionsprozess erzielt werden können:

- Produktion,
- Personal und
- Unternehmensstrategie.

### 2.3.1 Produktion

Mittels Industrie 4.0 soll es möglich sein, abseits der Serienfertigung schnell auf individuelle und kurzfristige Kundenwünsche beim Design, der Planung und Produktion einzugehen. Dieser hohe Grad an **Individualisierung** schafft es, die Rentabilität der Produktion von Kleinstmengen zu erhöhen (Roth, 2016, S. 6).

Die mögliche **Flexibilisierung** ist eine weitere sich ergebende Chance. So kann eine Verkürzung der Reaktion auf Kundenanfragen und der Time-to-Market, z.B. durch 3D-Druck im Prototypenbau, erreicht werden (Roth, 2016, S. 7). Geschäftsprozesse können durch die Vernetzung von CPS dynamischer gestaltet werden, wodurch eine schnelle und flexible Reaktion auf Veränderungen innerhalb der Wertschöpfungskette möglich ist.

Das Ziel von Industrie 4.0 ist es schlussendlich, die **Produktivität** zu **steigern**. So können beispielsweise Geschäftsprozesse durch den Einsatz von Technologien wie Augmented Reality und Virtual Reality umfangreich simuliert werden. Des Weiteren soll dadurch der Ressourcen- und Energieverbrauch bei der Produktion optimiert werden.

### 2.3.2 Personal

Durch den Einsatz neuer Technologien soll im Bereich des Personals die Einsatzfähigkeit der Mitarbeiter gesteigert werden. Dies wird u.a. ermöglicht durch (Roth, 2016, S. 7)

- Demographie-orientierte Arbeitsgestaltung durch das Zusammenspiel zwischen Mensch und technischen Systemen,
- Sicherstellung der gleichbleibenden Qualität in der Produktion durch visuelle, qualitätssichernde Systeme,
- Umfangreiche Job-Enrichment und -Enlargement-Möglichkeiten durch permanent aktualisiertes Informations- und Trainingsmaterial,
- Bekämpfung des Fachkräftemangels durch neue Laufbahnmodelle und zunehmende Diversität der Beschäftigten und
- Verbesserte Work-Life-Balance aufgrund erhöhter Flexibilität in der Arbeitsorganisation.

### 2.3.3 Unternehmensstrategie

Durch die Schaffung von neuen Wertschöpfungspotentialen kann das bisherige Leistungsportfolio ergänzt und ausgeweitet werden (Roth, 2016, S. 8). Dies kann zu einer Erweiterung des bestehenden Geschäftsmodells führen.

### 3. Datenbrillen

Das folgende Kapitel umfasst die Definition des Begriffs der Datenbrille und die theoretischen Grundlagen der dadurch ermöglichten Darstellungsformen von Informationen und grafischen Objekten. Neben aktuell verfügbaren Modellen wird auch die für die Evaluierung der Prozesse verwendete Vuzix M300 Datenbrille genauer beschrieben.

#### 3.1 Was ist eine Datenbrille?

*Die Datenbrille ist ein mit Peripheriegeräten ergänzter Kleinstrechner, der am Kopf getragen und mit Augen und Händen gesteuert bzw. bedient wird. Dinge, Pflanzen, Tiere und Menschen respektive Situationen und Prozesse werden registriert, analysiert und mit virtuellen Informationen angereichert.*

*(Bendel, 2018)*

Datenbrillen gehören zu den so genannten **Wearable Computers** (kurz auch Wearables). Der Begriff Wearable Computer bezeichnet am Körper tragbare Elemente wie Uhren, Brillen und Handschuhe die IT Systeme beinhalten und Menschen bei ihren mobilen Tätigkeiten, ohne Beeinträchtigung der Aufmerksamkeit und Flexibilität, unterstützen sollen (Seyrkammer, 2015, S. 15). Wearables sind somit tragbare Computer, welche den tragenden Personen kontextabhängig bei ihren Tätigkeiten von Nutzen sein sollen, ohne dass diese abgelenkt werden. Es handelt sich somit um einen Computer, der immer in Betrieb sein muss, um auf den aktuellen Kontext reagieren und die tragende Person bei ihren Entscheidungen bestmöglich unterstützen zu können.

Wearable Computing wird oft im gleichen Atemzug wie Ubiquitous Computing (kurz UbiComp) genannt, mitunter auch als spezielle Ausprägung desselben (Bliem-Ritz, 2014, S. 23). Wearable Computer unterscheiden sich von Ubiquitous Computer dahingehend, dass bei UbiComp die Hardware nicht von Personen getragen wird,



sondern sich an unterschiedlichsten Stellen befindet. UbiComp erstellt somit eine „intelligente Umgebung“, während Wearables an unterschiedlichsten Stellen verschiedenste Dienste anbieten (Bliem-Ritz, 2014, S. 25). Laut Bliem-Ritz liegt der größte Vorteil von Wearables gegenüber UbiComp in der starken Verbindung von Mensch und Computer. Dadurch werden mögliche sensible und persönliche Daten nur auf einem Gerät gespeichert. Im Gegensatz dazu benötigen Ubiquitous Computer einen regen Datenaustausch zwischen den einzelnen Geräten, was zu verteilt gespeicherten und oft übertragenen Informationen führt. In diesem Fall verliert man schnell den Überblick, wo welche Daten gespeichert sind und wohin diese übertragen wurden. Darüber hinaus ist es auch denkbar, dass die Kommunikation zwischen Ubiquitous Computer trotz vorhandener Absicherung abgehört wird, wodurch Informationen möglicherweise an nichtberechtigte Personen gelangen. Datenschutzrechtliche Bedenken gibt es natürlich auch bei Wearables. Diese entstehen lt. Riem-Blitz vor allem für die Umgebung, da beispielsweise Gespräche aufgezeichnet oder unbemerkt Bilder aufgenommen werden könnten.

Der Begriff Mobile Computing ist heute ein sehr weit verbreiteter Begriff. Die Abgrenzung von Wearable Computing zu Mobile Computing ist, dass Wearables dazu gedacht sind, während einer anderen, mobilen Aktivität automatisch zu unterstützen (Bliem-Ritz, 2014, S. 30). Hingegen bezieht sich der Begriff Mobile Computing auf Geräte, welche eine direkte Interaktion durch den Benutzer erfordern und ihn nicht selbstständig kontextabhängig unterstützen. Wearable Computing kann man lt. Bliem-Ritz auch als Ergebnis der folgenden beobachtbaren Trends sehen (Bliem-Ritz, 2014, S. 49):

- verstärkte Individualität (infolge Personal Computing),
- Mobilität (infolge Mobile Computing),
- Allgegenwart (infolge Ubiquitous Computing) und
- Körpernähe/Unsichtbarkeit (infolge Miniaturisierung).

Diese vier Trends beeinflussen sich natürlich gegenseitig. Beispielsweise führt die immer kleiner werdende Hardware zu einer größeren Mobilität derselben. Das hat auch großen Einfluss auf die Verwendung und Verbreitung von Datenbrillen. Diese werden vom Benutzer am Kopf getragen, weswegen man diese Form der WearComps auch als **Head Mounted Display** bezeichnet. Head Mounted Displays dienen bei fast allen WearComps als visuelle Anzeige. Dabei handelt es sich um Mikrodisplays, die entweder mit einer Halterung am Kopf befestigt werden oder direkt in eine Brille eingebracht werden. Nur selten decken diese Displays den gesamten Sichtbereich des Benutzers ab, sondern meist nur einen Ausschnitt (beispielsweise nur ein Auge). Dadurch ist eine Kombination der Informationen der WearComp mit der realen Welt möglich. (Bliem-Ritz, 2014, S. 47)

## **3.2 Virtual Reality vs. Augmented Reality**

### 3.2.1 Virtual Reality

Der Begriff Virtual Reality (VR) wurde Ende der 1980er Jahre von dem amerikanischen Computerwissenschaftler und Musiker Jaron Lanier geprägt. Die technologische Entwicklung kann bis zu den ersten Flugsimulatoren der U.S. Air Force in die 1940er Jahre zurückverfolgt werden. Diese Technologie war zunächst hauptsächlich im militärischen Bereich verbreitet, jedoch mit den fortschreitenden technologischen Entwicklungen wurde sie auch immer mehr für die Industrie interessant. (Hofmann, 2002, S. 1)

#### Was versteht man nun unter VR?

*Virtual reality is the use of various computer graphics systems in combination with various display and interface devices to provide the effect of immersion in an interactive three-dimensional computer-generated environment in which the virtual objects have spatial presence.*

*(Bryson, 1995)*

Viele kennen die Bilder von Menschen mit Ein-/Ausgabegeräten auf dem Kopf (Head Mounted Displays) und Datenhandschuhen. Diese sind zumeist die ersten, welchen einen in den Sinn kommen, wenn man an VR denkt. Jedoch sollte man VR nicht, wie aus der Definition von Bryson ersichtlich, auf solche technologischen Komponenten beschränken.

Unter VR versteht man somit die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten, interaktiven virtuellen Umgebung, in welcher die reale Umwelt demzufolge ausgeschaltet wird. (Mehler-Bicher & Steiger, 2014, S. 1)

Es handelt sich um eine Simulation der Welt. Um einem Menschen die Virtuelle Realität wahrnehmen zu lassen, müssen für ihn wahrnehmbare Reize erzeugt werden. Um eine solche Umgebung zu erstellen wird ein VR-System verwendet. Ein VR-System nennen wir ein Computersystem, dass aus geeigneter Hardware und Software besteht, um die Vorstellung einer virtuellen Realität zu realisieren (Dörner, Broll , Grimm, & Jung, 2013, S. 7).

Wie überzeugend diese Illusion ist, hängt von verschiedenen Faktoren ab. Zwei wesentliche Aspekte der Wahrnehmung virtueller Umgebungen sind die *Präsenz des Nutzers der virtuellen Umgebung* und seine *visuelle Wahrnehmung der geometrischen Parameter der virtuellen Objekte bzw. Räume*. Unter Präsenz wird der Eindruck des Nutzers eines VR-Systems verstanden, sich physisch in der von diesem System erzeugten virtuellen Umgebung zu befinden. Unter visueller Raumwahrnehmung wird hier das Aufnehmen und Verstehen der räumlichen Parameter der Umgebung durch das visuelle System des Menschen verstanden. (Hofmann, 2002, S. 4)

### 3.2.2 Augmented Reality

Unter Augmented Reality (AR) versteht man eine Anreicherung der bestehenden realen Welt um computergenerierte Zusatzobjekte (Mehler-Bicher & Steiger, 2014, S. 1). Das bedeutet, dass es zu einer Verschmelzung der realen Umwelt mit digitalen

Informationen kommt. Den anwendenden Personen werden jene Informationen angezeigt, welche sie kontextabhängig, d.h. an dem jeweiligen Ort und zum betrachtenden Objekt passend, benötigt.

Die Abgrenzung zur VR ist somit der Einbezug der realen Welt. Bei AR wird keine gänzlich neue Welt erschaffen, sondern die reale Welt um computergenerierte Objekte ergänzt. Dazu passend verfügt Augmented Reality laut Ronald T. Azuma über folgende drei Charakteristiken (Azuma, 1997, S. 2):

- Kombination von realem und virtuellem,
- interaktiv in Echtzeit und
- Anzeige der Objekte in 3D

Diese Charakteristiken zeigen, dass eine Interaktion mit den digitalen Objekten in Echtzeit möglich sein soll. Wie diese Interaktion aussieht, ist abhängig von den verwendeten Technologien und dem Einsatzbereich der AR Geräte.

### **3.3 Aktuelle Modelle**

#### **3.3.1 Google Glass**

Die vom US-amerikanischen Unternehmen Google entwickelte Brille gilt auch als Vorreiter der Augmented Reality (AR) in Massenproduktion (Klinke, 2013, S. 57). Google Glass wurde erstmals von Google-Mitbegründer Sergej Brin am 28. Juni 2012 auf einer Pressekonferenz vorgestellt und erschien im Februar 2013 als streng limitierte Entwicklerversion (Klinke, 2013, S. 57). Schon im Jänner 2015 erfolgte jedoch wieder aus diversen Gründen der Verkaufsstopp von Google Glass.

Damit Google Glass verwendet werden kann, ist eine vorhandene Bluetooth Verbindung mit einem Smartphone notwendig. Die Datenbrille erweitert jedoch in diesem Fall den Funktionsumfang des Smartphones. Beispielsweise verfügt Google Glass über einen so genannten Bone Conductor (Knochenleitungslautsprecher). Der

Ton bei Anrufen oder beim Musikhören wird für anderen unhörbar direkt über die Schädelknochen ins Innenohr übertragen (Klinke, 2013, S. 58).

Die Datenbrille verfügte über einen 16 GB Flash Datenspeicher, einem Dual-Core Prozessor, 2 GB RAM und einer 5 Megapixel Kamera. Laut Google reichte die vorhandene Kapazität des eingebauten Akkus für einen Tag (ca. 8 Stunden), abhängig von den verwendeten Funktionen (z.B. Leistungsintensive Tätigkeiten wie Videoaufzeichnung verringern die Akkulaufzeit). Als Betriebssystem wurde Googles Android verwendet.



**Abbildung 2 - Google Glass Enterprise Edition**  
Quelle: (Google, 2018)

Mittlerweile hat Google die erste Version von Google Glass überarbeitet und mit Google Glass Enterprise Edition (siehe Abbildung 2) steht nun eine neue Version für Geschäftskunden parat.

Laut der Zeitschrift *Computerwoche* gibt es bereits ein paar Pilotkunden, u.a. das US-amerikanische Unternehmen AGCO, welche die neue und überarbeitete Version nutzen (Bremmer, 2018). Neben der überarbeiteten Hardware sticht besonders das Gewicht von 42 Gramm heraus, was sich positiv auf die Tragbarkeit der Brille auswirkt (Bremmer, 2018).

### 3.3.2 Microsoft HoloLens



**Abbildung 3 - Microsoft HoloLens**  
Quelle: (Microsoft, 2018)

Bei der HoloLens von Microsoft (siehe Abbildung 3) handelt es sich um eine am Kopf befestigte AR Brille. Laut Microsoft handelt es sich dabei um den ersten nicht kabelgebundenen holografischen Computer. Sie verwendet dabei ein spezielles Display und Sensoren, um virtuelle dreidimensionale Hologramme in die physische Umgebung zu projizieren.

Die Bedienung der HoloLens erfolgt mittels Kopfbewegungen, Sprache, Gesten, vorhandene Knöpfe und dem mitgelieferten „Clicker“. Die HoloLens verwendet für die Prozessoren die Intel 32-Bit Architektur sowie einen eigene holografische Prozessor-Einheit namens „Microsoft Holographic Processing Unit (HPU)“. Zu den wesentlichen Spezifikationen zählen (Microsoft, 2018):

- 64 GB Flash Hauptspeicher
- 2 GB RAM
- 2 Megapixel Kamera + mehrere Umgebungskameras
- 3,5mm Audioanschluss

- Micro-USB 2.0 Schnittstelle
- 4 Mikrofone
- Betriebssystem: Windows 10

Der Akku der Kamera ermöglicht laut Microsoft einen aktiven Betrieb von 2 – 3 Stunden. Als Gewicht gibt Microsoft 579g an. Im Zuge der Masterarbeit konnte ich auch die Hololens probetragen. Die Hololens ist sehr komfortabel an den jeweiligen Kopf anzupassen. Bei kürzeren Verwendungszeiten ist das Gewicht der Hololens kein Problem. Meiner Meinung nach könnte es jedoch bei der Verwendung über einen ganzen Arbeitstag (8 Stunden) durchaus zu Ermüdungserscheinungen bei der tragenden Person kommen.

### 3.3.3 Weitere Modelle

Mittlerweile gibt es zahlreiche namhafte Unternehmen, welche Datenbrillen herstellen. Dazu gehört beispielsweise Epson, welche mit der Moverio BT-300 eine Datenbrille mit HD Auflösung anbietet. Als Betriebssystem wird hier Android 5.1 verwendet. Die Schibrille Airwave von Oakley bietet beispielsweise eine Variante für sportliche Aktivitäten an. Durch das integrierte Display und dem integrierten GPS kann sie für die Navigation benutzt werden. Die folgende Auflistung umfasst einige aktuelle Modelle (Stand 15. März 2018):

- Epson Moverio BT-300
- Sony SmartEyeGlass
- ODG R-7 Smartglasses
- Oakley Airwave
- Jins Meme ES bzw. MT
- Recon Jet Pro

## 3.4 Vuzix M300

Für die vorgesehenen Einsatzbereiche bei der Constantia Teich GmbH wurde von unserem externen Partner Becos die Datenbrille der Firma **Vuzix Corporation** mit

Hauptsitz in West Henrietta in den Vereinigten Staaten von Amerika empfohlen. Beim zum Zeitpunkt der Tests verfügbare Topmodell handelte es sich um die **VUZIX M300**.

Die Vuzix M300 gehört zu den so genannten **Head-Mounted Displays**. Die Brille besteht aus einer Brillenfassung, auf welcher die Bildschirmeinheit und der ein optionales Akku-Pack befestigt werden kann. Die Bedieneinheit kann dabei auf beiden Seiten montiert werden, je nach dem subjektiven Empfinden tragenden Personen.

Die technischen Spezifikationen umfassen u.a. eine Intel Atom CPU (Dual Core), 2 GB Ram und einen 64 GB internen Flash-Speicher. Sie verfügt darüber hinaus über eine eingebaute 10 Megapixel Kamera. Für das Erfassen der Kopfbewegungen wurden mehrere Sensoren in der Brille verbaut.





**Abbildung 4 - technische Spezifikationen Vuzix M300**  
 Quelle: (Vuzix Corporation, 2018)

Die Brille selbst verfügt über einen internen Akku, welcher 160 mAh leistet. Mit diesem kann die M300 lt. Hersteller bis zu 2 Stunden betrieben werden. Mit dem optionalen Akku-Pack, welches auch auf Abbildung 4 zu sehen ist (External Battery), kann die Kapazität um 860 mAh erweitert werden. Dadurch kann die Betriebsdauer lt. Hersteller auf bis zu 12 Stunden ausgeweitet werden. Das externe Akku-Pack wird dabei mittels Kabel mit der Bildschirmeinheit verbunden.

Für die Bedienung des Betriebssystems Android 6.0 (Marshmallow) stehen den anwendenden Personen, wie in Abbildung 5 ersichtlich, mehrere Möglichkeiten zur Verfügung. Die Brille verfügt über vier verschiedene Knöpfe, welche einerseits über die Android-spezifischen Funktionen verfügen (Home, Back, Menü und Power) und aber auch je nach Applikation über spezifische Funktionen. Beispielsweise wird der Back-Button auch als Enter-Button verwendet. Als weiteres Bedienelement wurde ein Touchpad verbaut, welches für verschiedene Anwendungsfälle (z.B. scrollen) verwendet werden kann. Neben diesen beiden Optionen besteht dank des

eingebauten Mikrofons auch die Möglichkeit, die Brille mittels Sprachsteuerung zu bedienen. Das verbaute Display verfügt über eine Auflösung von 640 x 360 Pixel (nHD). In Abbildung 5 ist ein Screenshot des Hauptmenüs der Vuzix M300 zu sehen.



**Abbildung 5 - Vuzix M300 Display und Bedienung**  
Quelle: (Vuzix Cooperation, 2018)

### 3.5 Mögliche Einsatzbereiche in Produktionsbetrieben

Das Einblenden von Informationen und die Interaktion mit virtuellen Objekten ermöglicht es Datenbrillen, in fast allen Bereichen der Produktion eingesetzt werden zu können. So können diese beispielsweise für Instandhaltungstätigkeiten eingesetzt werden. Dabei können bei Reparaturen den tragenden Personen direkt Informationen oder Baupläne angezeigt werden, welche diese benötigen. Aber auch ein Telefonat mit Spezialisten und einer Liveübertragung des aktuell gesehenen ist möglich. Die Kommunikation zwischen diesen Personen wird dadurch wesentlich vereinfacht, da das Gesehene nicht erklärt werden muss. Darüber hinaus muss der Spezialist/die Spezialistin nicht am Ort der Instandhaltungstätigkeit sein, wodurch

die Kosten und Aufwände, welche für den Weg zum Ort der Instandhaltungstätigkeit anfallen würden, reduziert werden können.

Auch das Einarbeiten von neuen Mitarbeitern kann durch eine Datenbrille unterstützt werden. So können den „Trainees“ für deren Arbeit notwendige Informationen über die Datenbrille eingeblendet werden. Dies ermöglicht es, die Produktivität von neuen Mitarbeitern in der Einarbeitungsphase zu erhöhen.

Bei der Constantia Teich GmbH gab es einige Ideen für den Einsatz von Datenbrillen. Neben dem später näher betrachteten Prozess der Stichproben-Inventur gab es Ideen zur Unterstützung der Staplerfahrer bei der Verladung der Fertigerzeugnisse auf die Transportfahrzeuge der mit dem Transport beauftragten Spediteure. Dabei sollten den mit der Verladung beauftragten Personen alle Informationen angezeigt werden, welche für die Verladung der Fertigerzeugnisse notwendig sind.

Auch die Anzeige vom jeweilig benötigten Verpackungsmaterial von zu versendenden Waren ist denkbar. Den die Datenbrille nutzenden Personen könnten in diesem Fall die für die Verpackung eines bestimmten Fertigerzeugnisses notwendigen Materialien in richtiger Reihenfolge angezeigt werden. Fehlendes Verpackungsmaterial könnte mittels einer bereitgestellten Funktion bestellt werden. Auch für die Visualisierung der Produktionsplanung könnten die Datenbrillen angezeigt werden. So könnten direkt an einer Produktionsmaschine die verfügbaren bzw. verplanten Kapazitäten über die Brille angezeigt werden.

## 4. Constantia Teich GmbH

Die Constantia Teich GmbH ist ein international führender Anbieter flexibler Verpackungsmaterialien. Sie ist Teil der Constantia Flexibles Gruppe und hat ihren Sitz in Weinburg (Niederösterreich), ca. 60 km westlich von Wien. Zurzeit sind rund 900 Personen bei dem Unternehmen beschäftigt. Der Jahresumsatz im Jahr 2016 betrug mehr als 380 Millionen Euro.

Aus den Rohstoffen Aluminium, Papier und Kunststoff werden Produkte für die Milchwirtschaft, Süßwaren-, Lebensmittel-, Tiernahrungsindustrie und für internationale Pharmakonzerne produziert. Die Constantia Teich GmbH verfügt über 2 Aluminiumwalzwerke, wobei bei einem ein vollautomatischer Materialtransport erfolgt. Jährlich wird rund 1 Milliarde Quadratmeter Verpackungsmaterial (entspricht rund 64.000 Tonnen) produziert (Constantia Teich GmbH, 2017).

In den 90er Jahren entwickelte die Constantia Teich GmbH ein ERP-System namens OSIS (Order and Stock Information System). Die Software wurde auf Basis der Programmiersprache Natural und dem Datenbanksystem Adabas erstellt. Beide Produkte werden von der deutschen Software AG vertrieben und weiterentwickelt. OSIS deckt einen breiten Funktionsumfang ab und weist eine hohe Integrationstiefe auf, welche in manchen Bereichen durch eine Anbindung von Subsystemen erreicht wird. So wird für die Planung und Datenerfassung im Produktionsbereich des Aluminiumwalzwerkes eine Software der PSI Metals GmbH verwendet. Die hier durchgeführten Arbeitsschritte sind notwendig, um aus dem zugekauften Rohmaterial ein weiterverarbeitetes Aluminium zu erhalten.

In den weiteren Bereichen der Produktion kommt für die Betriebliche Datenerfassung und Planung Software der Becos GmbH zum Einsatz. Die Becos GmbH wurde 1987 gegründet und ist ein Anbieter von Softwarelösungen für Produktion, Controlling und Unternehmenssteuerung. Sie wurde auch mit der

Entwicklung der Datenbrillen-App sowie mit der Integration der Datenbrille in die bestehende Softwarelandschaft beauftragt.

## 5. Ist-Prozess „Stichproben-Inventur“

Beim ausgewählten Prozess, welcher durch den Einsatz der Vuzix M300 Datenbrille optimiert werden soll, handelt es sich um eine so genannte „Stichproben-Inventur“. In diesem Kapitel werden nun die grundlegenden Informationen der Stichproben-Inventur erläutert und der bei der Constantia Teich GmbH zugehörige Ist-Prozess erklärt.

### 5.1 Was ist eine Stichproben-Inventur?

Eine allgemeine Definition des Begriffes Inventur lautet lt. Jörg Ökonomou wie folgt:

*Die Inventur dient der jährlichen Erfassung aller Vermögensgegenstände und Schulden, um das handels- und steuerrechtlich vorgeschriebene Inventar zu erstellen. Insbesondere beim Vorratsvermögen, also den Lagerbeständen, wird der Wert durch eine körperliche Bestandsaufnahme ermittelt.*

*(Ökonomou, 2017, S. 1)*

In Österreich existiert eine rechtliche Verpflichtung zur Durchführung einer Inventur in einem Unternehmen. Die Grundlage bildet der §192 des Unternehmensgesetzbuches (UGB, siehe Anhang A), welcher am 01.01.2007 in Kraft getreten ist (Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem - RIS, 2018).

Inventuren sind somit in einem Unternehmen unumgänglich und die Durchführung ist mit zum Teil nicht unerheblichen Aufwänden verbunden. Der notwendige Aufwand für eine Inventur ist dabei abhängig vom angewendeten Inventurverfahren. So unterscheidet man hierbei in der Praxis zwischen

- **Stichtagsinventur** – Die körperliche Bestandsaufnahme findet am Bilanzstichtag oder bis zu zehn Tage davor statt. Etwaige Bestandsveränderungen müssen dann anhand von entsprechenden

Belegen berücksichtigt werden. Ein Nachteil dieses Verfahrens ist die mangelnde zeitliche Flexibilität bei der Durchführung.

- **Zeitverschobene Inventur** – Dieses Verfahren ergibt sich aus §192 UGB Abs. 3. Der Erfassungstag muss dabei im Zeitraum von 3 Monaten vor bis 2 Monate nach dem Bilanzstichtag liegen. Zusätzlich ist dabei sicherzustellen, dass zu den ermittelten Beständen eine Bestandsfortschreibung bzw. eine Bestandsrückrechnung auf den Bilanzstichtag erfolgt. Zu beachten ist hierbei, dass dieses Verfahren nicht bei Beständen angewendet werden darf, bei welchen es zu unkontrollierten Abgängen (z.B. durch Verdunstung, Verderb usw.) kommen kann. Darüber hinaus kommt es aufgrund der notwendigen Bestandsfortschreibung bzw. Bestandsrückrechnung zu einer zusätzlichen Fehlerquelle.
- **Permanente Inventur** – Die körperliche Bestandsaufnahme wird bei diesem Verfahren auf das gesamte Geschäftsjahr verteilt. Eine körperliche Bestandsaufnahme eines jeden Bestandes hat dabei mindestens einmal im Geschäftsjahr zu erfolgen. Darüber hinaus muss die Lagerbuchführung eine exakte Bestandsfortschreibung bzw. Bestandsrückrechnung ermöglichen. Als Nachteil sind hier die erhöhten Anforderungen zu nennen, welche an die Lagerbuchführung über das gesamte Geschäftsjahr gestellt werden.

Eine besondere Variante der Inventur stellt das Verfahren der **Stichproben-Inventur** dar. Sie unterscheidet sich von zuvor genannten Verfahren dadurch, dass keine vollständige körperliche Aufnahme der Lagerbestände durchgeführt werden muss. Anstatt dessen wird diese, wie im §192 UGB Abs. 4 festgehalten, durch mathematisch-statistische Methoden ersetzt, wodurch der Aufwand erheblich reduziert werden kann. Die Auswahl der zu prüfenden Lagerbestände erfolgt dabei durch eine zufällige Auswahl durch die mit der Inventur beauftragte(n) Person(en).

Einen wesentlichen Anteil an der Entwicklung der Stichproben-Inventur hatte die Einführung der EDV-gestützten Bestandsführung. Diese verfügt über zahlreiche Vorteile gegenüber der klassischen Verwaltung per Karteikarte (Ökonomou, 2017, S. 5). So konnte dadurch unter anderem die Exaktheit der Bestandsführung und Bestandfortschreibung wesentlich erhöht werden. Auf Basis dieser Tatsache entwickelte sich dann der Gedanke, dass bei einem geeigneten Nachweis der korrekten Bestandsführung eine Vollzählung (Gesamtinventur) entfallen könne (Ökonomou, 2017, S. 5).

## 5.2 Beschreibung des Ist-Prozesses

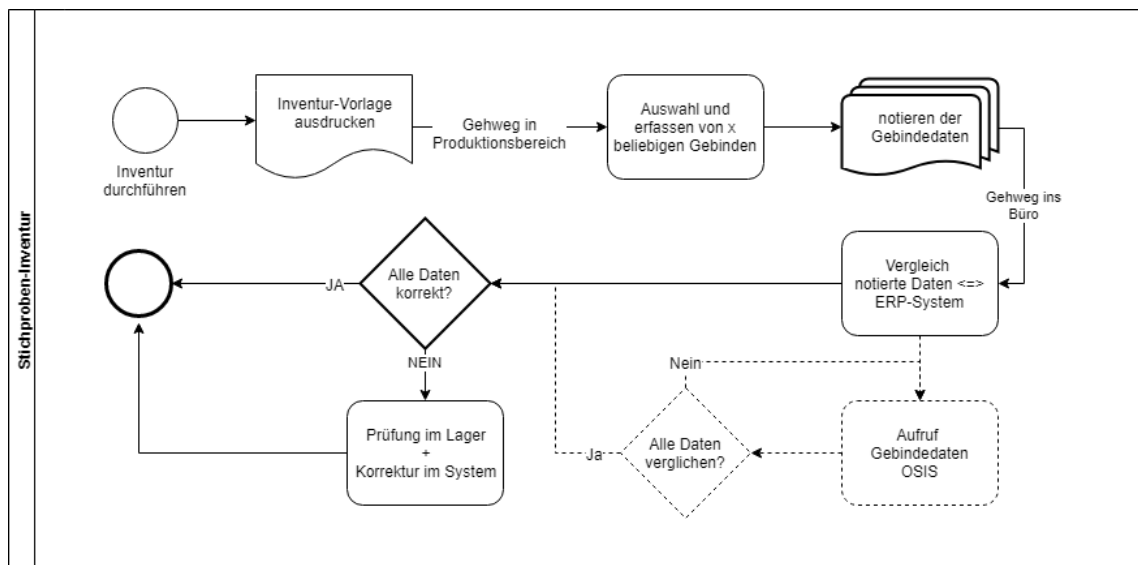


Abbildung 6 - Ist-Prozess Stichproben-Inventur Constantia Teich GmbH

### 5.2.1 Schritt 1: Start der Inventur

Der aktuell durchgeführte Stichproben-Inventur Prozess (siehe Abbildung 6) wird durch das damit beauftragte Personal der Materialwirtschaft gestartet.

Da eine körperliche Bestandsaufnahme immer mit den Daten, welche im ERP-System OSIS gespeichert sind, abgeglichen wird, müssen die Informationen der zufällig im Lager durch das Personal ausgewählten Materialien erfasst werden.



Hierfür existiert in der Materialwirtschaft bei der Constantia Teich GmbH eine eigene Excel-Vorlage (siehe Abbildung 7), welche zu Beginn des Stichproben-Inventur-Prozesses ausgedruckt werden muss.

1	Stichproben Lagerplatz						Datum:					
2												
3	LO	Lagerplatz	Gebinde	Materialnummer	MatArt	Werksauftrag	AG	Menge	ME	Kolti	E. Einl. Dat.	Bemerkung
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												

**Abbildung 7 - Excel-Vorlage Stichproben-Inventur Constantia Teich GmbH**

Im Folgenden werden die einzelnen Spalten dieser Liste kurz erklärt.

#### 5.2.1.1 LO (Lagerort)

In dieser Spalte wird der Lagerort des Werkes erfasst, in welchem die Stichproben-Inventur durchgeführt wird. Die Constantia Teich GmbH verfügt über 23 verschiedene Lagerorte am Standort in Weinburg.

#### 5.2.1.2 Lagerplatz

Ein Lagerplatz beschreibt die exakte Position in einem Lagerort. Diese wird in OSIS mittels Regal, Etage und Platz definiert. D.h. die exakte Position eines Materials bei der Constantia Teich GmbH wird durch den Lagerort, das Regal, die Etage und dem Platz ermittelt.

#### 5.2.1.3 Gebinde

Unter Gebinde versteht man, im Sprachgebrauch des Inhouse ERP-Systems OSIS, eine eindeutige Nummer eines physischen Materials, welches aktuell eingelagert ist oder eingelagert war. Ein Gebinde kann ein Rohstoff, ein

Zwischenerzeugnis, ein Halbprodukt, ein Fertigerzeugnis oder eine Handelsware sein.

Ein Gebinde verfügt über Zuordnungen zu verschiedenen Stammdaten des ERP-Systems. So kann ein Gebinde zu einem Materialstamm zugeordnet sein, wodurch sämtliche Eigenschaften (z.B. Materialart, Breite, Dicke, ...) von diesem übernommen werden. Darüber hinaus können Gebinde auch von einem so genannten Werksauftrag abstammen. Dabei handelt es sich um einen Fertigungsauftrag, welcher, vereinfacht gesagt, die notwendigen Arbeitsschritte und Materialien definiert, um von im Produktionsbetrieb eingesetzten Materialien zu den benötigten Erzeugnissen zu gelangen. Aufgrund der vielfältigen Anwendungsfälle und Produktionsmöglichkeiten bei der Constantia Teich GmbH, gibt es verschiedene Kombinationen von Gebinden und Stammdaten. Beispielsweise verfügen Zwischenerzeugnisse, welche den physischen Output der einzelnen Arbeitsschritte von Werksaufträgen darstellen, nicht über eine Zuordnung zu einem Materialstammsatz, sondern nur über eine bestimmte Materialart und einer Zuordnung zu einem Werksauftrag.

Zu jedem Gebinde sind in OSIS Bewegungsdaten vorhanden, wodurch sämtliche Änderungen an dem Gebinde nachvollziehbar sind. Dadurch wird eine lückenlose Bestandsfortschreibung bzw. Bestandsrückrechnung ermöglicht. Bei Änderungen am Gebinde unterscheidet man zwischen Umlagerung (von einem Lagerort zu einem anderen), Einlagerung, Auslagerung und Umbuchung (Änderungen von Gebinde-Daten, z.B. Änderung der Materialnummer auf einen anderen Materialstammdatensatz). Diese Bewegungsdaten sind für den Prozess der Stichproben-Inventur von Bedeutung, da bei auftretenden Abweichungen zwischen den notierten Daten und jenen des ERP-Systems überprüft werden muss, welche Ursache dieser zugrunde liegt (z.B. zwischenzeitliche Manipulation des Gebindes im Lager).

Die Gebinde-Nummer setzt sich im ERP-System OSIS aus einem 3-stelligen Gebinde-Kennzeichen und einer 8-stelligen Gebinde-Nummer zusammen. Das Gebinde-Kennzeichen dient zur groben Klassifikation der Gebinde und zeigt an, aus welchem Subsystem oder Verarbeitungszweig die Gebinde-Daten zurückgemeldet (siehe Abbildung 8). Die Gebinde-Nummer selbst ist eine innerhalb des entsprechenden Gebinde-Kennzeichens eindeutige, aufsteigende Nummer.

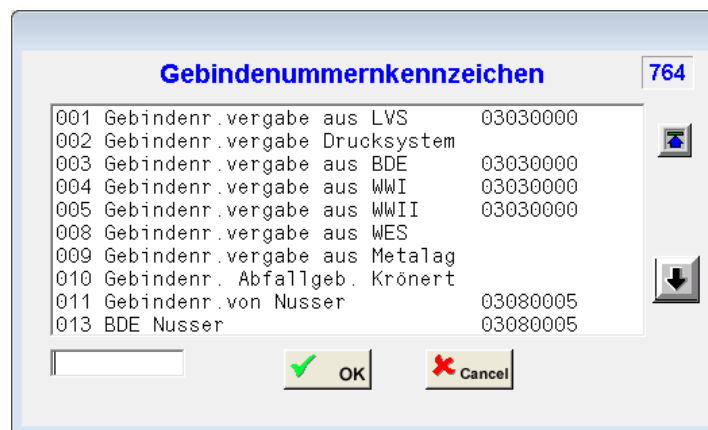


Abbildung 8 - OSIS Gebinde-Kennzeichen

#### 5.2.1.4 Materialnummer

Die Materialnummer ist eine im ERP-System eindeutige Nummer, mit welcher ein Materialstammdatensatz identifiziert werden kann. Bei dieser Nummer handelt es sich um eine nicht sprechende und automatisch vergebene Nummer.

#### 5.2.1.5 Materialart

Die Materialart weist einem Materialstammdatensatz grundlegende Eigenschaften zu, wodurch die einheitliche Verwaltung dieser ermöglicht wird. Beispiele für in OSIS vorhandene Materialarten sind F (Fertigfabrikat), HF (Halbfabrikat) und ROHB (Rohband).

#### 5.2.1.6 Werksauftrag

Bei einem Werksauftrag handelt es sich um eine Kombination von eingesetzten Materialien, Arbeitsschritten und Maschinen um ein benötigtes Erzeugnis zu produzieren. Die Werksaufträge stellen somit die zu produzierenden Bedarfe und dadurch eine grundlegende Datenbasis für die Produktionsplanung dar.

#### 5.2.1.7 AG (Arbeitsgang)

Das Kürzel AG steht für „Arbeitsgang“. Dabei handelt es sich um einen aufsteigenden numerischen Wert, mit welchem die einzelnen Arbeitsschritte in einem Werksauftrag identifiziert werden können. Die Werte steigen dabei in 10er Schritten und legen auch die Reihenfolge der einzelnen Arbeitsschritte fest.

In der Erfassung durch das beauftragte Personal wird hier der Arbeitsgang des Werksauftrages erfasst, durch welchen das erfasste Gebinde erzeugt wurde. Dieses Feld kann somit nicht immer ausgefüllt werden, da nicht jedes Gebinde einem Arbeitsgang zugeordnet ist (z.B. Rohstoff, der durch einen Lieferant bezogen wird).

#### 5.2.1.8 Menge & Mengeneinheit (ME)

Dabei handelt es sich die Menge und die zugehörige Mengeneinheit, in welcher das Gebinde im System als Bestand gespeichert ist. Die Mengeneinheit kann je nach Material, Arbeitsschritt und Kunde variieren. Die Erfassung der Menge erfolgt sowohl manuell als auch automatisiert über die angebundenen BDE-Systeme (Betriebsdatenerfassung).

#### 5.2.1.9 Kolli

Bei dem Kolli (auch Stückgut genannt) handelt es sich um eine innerhalb eines Werksauftrages eindeutige Nummer eines einzelnen Gebindes.

#### 5.2.1.10 E. Einl. Dat.

Dabei handelt es sich um das Ersteinlagerungsdatum des Gebindes. D.h. um jenen Zeitpunkt, zu welchem ein physisch vorhandenes Material erstmalig im ERP-System zu dieser Gebinde-Nummer gespeichert wurde.

#### 5.2.2 Schritt 2: Manuelles erfassen der Gebinde-Informationen

Nach dem Ausdruck der Vorlage, steht der Gehweg in den Produktionsbereich an. Die Dauer dieses Weges hängt natürlich von der Lage des Büros des beauftragten Personals am Werksgelände der Constantia Teich GmbH und von jener des Lagerortes ab, wo die Stichproben-Inventur durchgeführt werden soll. Für die Auswahl der Lagerorte maßgebend ist die Vorgabe, dass jeder Lagerplatz einmal im Jahr inventiert werden muss.

Nach dem Eintreffen beim ausgewählten Lagerort können die mit der Inventur beauftragten Personen mit der Zufallsauswahl von dort lagernden Gebinden beginnen. Jedes Gebinde ist mit einem Etikett versehen. Dabei kann es sich, je nach aktuellem Bearbeitungsstand des Materials, um interne Etiketten der Constantia Teich GmbH oder aber auch um kundenspezifische, sprich an die Kundenwünsche angepasste, Etiketten handeln. Jedes Etikett umfasst zumindest einen eindimensionalen Barcode, mit welchem es möglich ist, dass Gebinde zu identifizieren.

In Abbildung 9 ist ein im Sprachgebrauch der Constantia Teich GmbH als „Rollenkarte“ bezeichnetes Etikett zu sehen. Darauf ist sowohl das Gebinde-Kennzeichen als auch die Gebinde-Nummer als zusammenhängende Zeichenkette ersichtlich (00306152984, Gebinde-Kennzeichen = 003, Gebinde-Nummer = 06152984). Des Weiteren ist diese Information auch als Barcode links unten am Etikett enthalten.





**Abbildung 10 - Beispiel für die Kennzeichnung eines Regal-Lagerplatzes**

Das Beispiel von Abbildung 10 zeigt die Kennzeichnung eines Regal-Lagerplatzes. Im konkreten Fall wird der Lagerplatz 40 in Regal 29 auf Etage 01 angegeben.

Die mit der Inventur beauftragte Person weiß aufgrund deren aktuellen Standorts, in welchem Lager sie sich befindet. Mit Hilfe der Daten, welche auf den Etiketten am Regal bzw. auf den Etiketten, welche sich auf den Gebinden befinden, stehen, werden die Spalten der ausgedruckten Inventurlisten-Vorlage händisch ausgefüllt.

### 5.2.3 Schritt 3: Datenabgleich

Nach der erfolgten Erfassung der Daten auf der Inventurlisten-Vorlage erfolgt der Rückweg vom Lagerort auf den Büroarbeitsplatz der mit der Inventur beauftragten Person.

Nun folgt der Abgleich der handschriftlich notierten Daten mit jenen im ERP-System OSIS abgespeicherten Daten. Um die Gebinde-Informationen einzusehen existiert in OSIS die Transaktion „GEBINDE“ (siehe Abbildung 11), welche nun für jede notierte Gebinde-Nummer aufgerufen werden muss.





#### 5.2.4.1 Gebinde wurde in der Zwischenzeit manipuliert

Zwischen der händischen Erfassung der Gebinde-Informationen Vor-Ort im Lager und dem Vergleich der im ERP-System gespeicherten Daten liegt eine von mehreren Faktoren (z.B. Weg vom Lagerort zum Büro-Arbeitsplatz oder weitere Wege zwischen verschiedenen Lagerorten bei Lagerort-übergreifender Inventur) beeinflusste Zeitspanne. Innerhalb dieser ist es bei einem laufenden Produktionsbetrieb möglich, dass die notierten Daten bis zum Eintreffen am Büro-Arbeitsplatz nicht mehr aktuell sind, da das Gebinde in der Zwischenzeit manipuliert wurde. So kann das Gebinde beispielsweise bereits in einem Produktionsschritt als Einsatzmaterial verwendet werden. Aber auch eine aus organisatorischen Gründen durchgeführte Umlagerung ist denkbar, wodurch die händisch notierten Daten nicht mehr aktuell wären.

Aufgrund dieser Möglichkeiten müssen zunächst die Bewegungsdaten der Gebinde überprüft werden. Wie bereits in Kapitel 5.2.1.3 beschrieben, werden sämtliche Bewegungsdaten, wie im Beispiel von Abbildung 12 ersichtlich, für jedes im ERP-System OSIS verwaltete Gebinde gespeichert.

Bew-Dat.	Benutzer	At Gd	Menge ME	Bruttogew.	BArt Mat.	alt Mat.	neu V
15.03.18	0219	EA	354,9 KG	354,9 UB			

Abbildung 12 - OSIS Gebinde Bewegungsdaten

Durch diese Daten und die auf der händisch erfassten Inventur-Liste notierte Uhrzeit ist es in weiterer Folge möglich, sämtliche nachfolgende Manipulationen zu identifizieren. Des Weiteren wird durch die

Bewegungsdaten ein Abgleich der notierten Daten mit den zum Zeitpunkt der händischen Erfassung gespeicherten Daten ermöglicht.

#### 5.2.4.2 Daten fehlerhaft im System

Es ist auch möglich, dass die im System gespeicherten Daten inkorrekt sind. Beispielsweise kann es passieren, dass eine im Lager arbeitende Person bei einer Umlagerung versehentlich den falschen Stellplatz in der dafür gefertigten Applikation eingibt bzw. den falschen Barcode am Regal scannt.

Die fehlerhaften Daten im ERP-System müssen auf jeden Fall korrigiert werden. Dies wird durch die mit der Inventur beauftragte Person durchgeführt. Jede im ERP-System an den Gebinde-Daten durchgeführte Änderung ist in den Bewegungsdaten ersichtlich, um die notwendige Historisierung gewährleisten zu können. Somit sind auch solche manuellen Änderungen an den Daten rückverfolgbar und können genau einer Person zugeordnet werden.

Zu beachten ist, dass fehlerhafte Daten im ERP-System auch einen weiteren Weg in den Produktionsbereich zur Folge haben können. Wenn beispielsweise das Gebinde lt. ERP-System auf einem anderen Lagerplatz liegt und der auf der händisch ausgefüllten Inventurliste notierte Lagerplatz auch schon belegt ist, dann ist eine Kontrolle der beiden Lagerplätze unabdingbar. Nur so kann man sicherstellen, dass die Lagerplätze der beiden Gebinde vertauscht sind, was zur Folge hätte, dass die Daten beider Gebinde im ERP-System korrigiert werden müssten. Ein zusätzlicher Weg in den Produktionsbereich führt zu einem höheren Zeitaufwand bei der Durchführung der Stichproben-Inventur.

#### 5.2.4.3 Falsche Daten notiert

Hierbei handelt es sich um einen Fehler, welcher durch den Menschen beim händischen Übertragen der Informationen von den Etiketten der Gebinde

und Lagerplätze auf das Blatt Papier (Inventurliste) verursacht wird. So kann es sich beispielsweise um einen einfachen Zahlendreher handeln, wodurch die notierten Informationen inkorrekt und im schlechtesten Fall auch unverwendbar sind.

Falsch notierte Daten können zu einem erneuten Weg in den Produktionsbereich führen. Der zusätzliche Weg in den Produktionsbereich führt zu einem höheren Zeitaufwand bei der Durchführung der Stichproben-Inventur.

#### 5.2.5 Schritt 4: Prozessende

Nachdem alle fehlerhaften Daten korrigiert wurden bzw. falls keine Dateninkonsistenz vorgelegen ist, kann der Prozess der Stichproben-Inventur beendet werden. Dies hat zur Folge, dass die händisch ausgefüllte Inventurliste in einem Ordner abgelegt wird. Dies ist aus Gründen der Nachvollziehbarkeit und als Beleg der Durchführung erforderlich.

### **5.3 Prozess Evaluierung**

#### 5.3.1 Ausgangssituation

Die Evaluierung des Ist-Prozesses wurde von mir persönlich durchgeführt. Hierfür habe ich die Inventurliste um folgende 2 Zeilen erweitert:

- Start/Ende Büro und
- Start/Ende Prüfung im ERP-System.

Die erste Zeile wird verwendet, um den Start- und Endzeitpunkt der Inventur ohne Prüfung der Daten im ERP-System festzuhalten. Dies entspricht den Schritten 1 (siehe Kapitel 5.2.1) und 2 (siehe Kapitel 5.2.2) des zuvor beschriebenen Ist-Prozesses.

Die zweite eingefügte Zeile wird verwendet, um die Dauer des Datenvergleichs zwischen den auf der Inventurliste händisch notierten Daten und den im ERP-System gespeicherten Daten zu erfassen. Dabei handelt es sich somit um jene Zeit, welche für den 3. Schritt des Ist-Prozesses aufgewendet werden muss (siehe Kapitel 5.2.3 und 5.2.4). Die Summe der Zeiten zwischen den jeweiligen Start- und Endzeitpunkten ergibt die gesamte benötigte Prozessdurchlaufzeit.

Zusätzlich habe ich zur Verbesserung der Übersichtlichkeit die Inventurliste um eine Spalte „Uhrzeit“ erweitert, in welcher ich bei der Durchführung der Erhebung bestimmte Zeitpunkte der Inventur festgehalten habe (z.B. Eintreffen am Lagerort oder Lagerortwechsel). Sämtliche von mir durchgeführten Erweiterungen an der vorhandenen Inventurliste sind in Abbildung 13 ersichtlich (rot markierte Bereiche).

Stichproben Lagerplatz							Datum:					
							Start/Ende Büro:					
							Start/Ende Prüfung im ERP-System:					
LO	Lagerplatz	Gebinde	Materialnummer	MatArt	Werksauftrag	AG	Menge	ME	Kolli	E. Einl. Dat.	Uhrzeit	Bemerkung

**Abbildung 13 - Individuell erweiterte Version der Inventurliste**

Alle Zeitpunkte wurden auf Sekundenbasis erfasst. Die Zeitspanne „Start/Ende Büro“ ist von mehreren Faktoren abhängig. Großen Einfluss haben die Wegzeiten, welche zwischen dem Start am Büroarbeitsplatz und dem Eintreffen bei den Lagerorten anfallen. Des Weiteren ist es auch von Relevanz für die Prozessdurchlaufzeit, ob eine Bestandsaufnahme von Gebinde eines Lagerortes erfolgt oder ob die Stichproben-Inventur Lagerort übergreifend (d.h. Gebinde von mehreren, verschiedenen Lagerorten) durchgeführt wird. In diesen Fällen können zusätzliche Wegzeiten für die Distanzüberwindung zwischen den Lagerorten anfallen. Auch die Auswahl der Gebinde und das händische Übertragen der Informationen von den Etiketten auf die Inventurliste ist mit einem relevanten Aufwand verbunden.

Da die Constantia Teich GmbH ein hohes Hygieneniveau erfüllen muss, müssen alle Personen welche in den Produktionsbereich eintreten

- Hände waschen,
- Hände desinfizieren,
- Schmuck ablegen und
- ein Haarnetz aufsetzen.

Auch dieser Aufwand ist in der Erfassung der Zeitpunkte „Start/Ende Büro“ enthalten und wird den Wegzeiten zugerechnet.

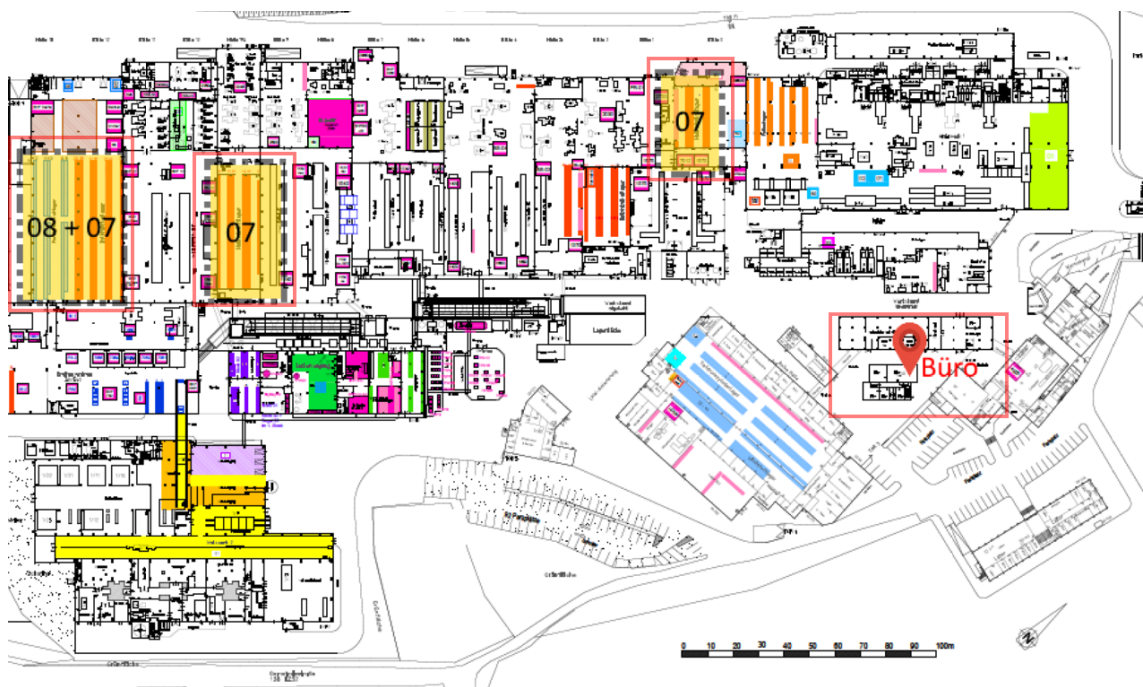


Abbildung 14 - Lageplan

Für die Evaluierung des Ist-Prozesses wurden 5 verschiedenen Stichproben-Inventuren mit je 10 eingelagerten Gebinden durchgeführt. Den Startpunkt stellte dabei immer der mir zur Verfügung stehende Büroarbeitsplatz dar, welcher in Abbildung 14 mittels 📍 gekennzeichnet ist. Geprüft wurden dabei Lagerplätze der Lagerorte 07 und 08. Beim Lagerort 07 handelt es sich um einen Lagerort, welchem verschiedene Regale in verschiedenen Produktionshallen zugeordnet sind. Die für

die empirische Erhebung geprüften Lagerorte sind in Abbildung 14 gelb markiert und mit der Lagerortbezeichnung beschriftet.

Nicht mit eingerechnet in die Evaluierung wurden die Zeiten, welche für das Ausdrucken der Inventurlisten-Vorlagen aufgewendet wurden. Und auch jene Dauer, welche für das Anlegen des für den Zutritt in den Produktionsbereich notwendigen Mantels und der obligatorischen Sicherheitsschuhe benötigt wird, wurde nicht berücksichtigt. Darüber hinaus wurden auch keine Korrekturen an im ERP-System OSIS fehlerhaften Daten durchgeführt, da solche Änderungen nur durch Personen der Materialwirtschaft durchgeführt werden dürfen.

Zu beachten ist auch noch, dass in der Praxis ist es durchaus denkbar ist, dass die mit der Inventur beauftragte Person den Prozess nicht von ihrem Büroarbeitsplatz aus startet, sondern die Inventur mit einem anderen beruflichen Termin im Produktionsbereich kombiniert. Dadurch kann die Wegzeit vom Büroarbeitsplatz zu den zu prüfenden Lagerorten und somit die gesamte Prozessdurchlaufzeit verringert werden.

### 5.3.2 Prozessdurchlaufzeiten

**Tabelle 1 - Prozessdurchlaufzeiten der durchgeführten Ist-Prozesse**

Inv. #	Büro			ERP-System			Prozess
	Start (hh:mm:ss)	Ende (hh:mm:ss)	Dauer (mm:ss)	Start (hh:mm:ss)	Ende (hh:mm:ss)	Dauer (mm:ss)	Gesamt (mm:ss)
1	08:39,20	08:57,12	<u>17:52</u>	08:58,24	09:02,32	<u>04:08</u>	<b>22:00</b>
2	10:05,00	10:30,49	<u>25:49</u>	10:30,49	10:35,55	<u>05:06</u>	<b>30:55</b>
3	10:55,02	11:19,08	<u>24:06</u>	11:19,08	11:23,34	<u>04:26</u>	<b>28:32</b>
4	12:11,00	12:30,58	<u>19:58</u>	12:30,58	12:34,52	<u>03:54</u>	<b>23:52</b>
5	12:40,00	13:02,52	<u>22:52</u>	13:02,52	13:07,59	<u>05:07</u>	<b>27:59</b>

Die vorliegende Tabelle zeigt die erfassten Zeiten der 5 durchgeführten Stichproben-Inventuren. Nicht enthalten sind jene Zeiten, welche für eine mögliche erneute Kontrolle im Lager aufgewendet werden mussten. Diese werden erst in Kapitel 5.3.2.1 näher behandelt. Die Inventuren unterscheiden sich sehr voneinander, was

an den einzelnen Zeiten in der Spalte „Gesamt“ ersichtlich ist. Welche Faktoren die Dauer hier beeinflussen wurden bereits in Kapitel 5.3.1 beschrieben.

Bei Inventur 1 wurden nur Gebinde aus den am zum Büroarbeitsplatz naheliegendsten Regallagerplätzen ausgewählt, wodurch die Prozessdurchlaufzeit am kürzesten war. Bei Inventur 2 und 3 wurden Gebinde sowohl von Lagerort 07 als auch von Lagerort 08 ausgewählt, wodurch für diese die meiste Zeit aufgewendet werden musste.

Bei Inventur 5 wurden nur Gebinde aus dem Lagerort 08 ausgewählt. Dabei handelt es sich um jenen Lagerort, welcher am weitesten von meinem Startpunkt entfernt ist, wodurch es auch hier zu einer entsprechend hoher Durchlaufzeit kam. Die Variation in der Dauer des Abgleichs der notierten mit den im ERP-System gespeicherten Daten, lässt sich durch die Überprüfung etwaiger aufgetretener Abweichungen erklären, welche im folgenden Abschnitt näher betrachtet werden.

#### 5.3.2.1 Aufgetretene Abweichungen

Bei der zweiten durchgeführten Inventur kam es bereits zu einer Abweichung zwischen den händisch notierten Daten und jenen, welche im ERP-System gespeichert sind. Bei einem notierten Gebinde wich der tatsächliche physische Lagerplatz vom jenen im ERP-System hinterlegten ab. Das ERP-System OSIS ermöglicht es mittels der Transaktion „MATLIST“ festzustellen, mit welchem Gebinde ein Lagerort belegt ist. Dadurch konnte festgestellt werden, dass die Lagerorte von 2 Gebinden vertauscht wurden (vermutlich bei der Einlagerung des Gebindes).

Bei der dritten durchgeführten Inventur kam es ebenfalls zu einer Vertauschung des Lagerortes zweier Gebinde, wie es auch bei der zweiten durchgeführten Inventur der Fall war.

Bei der fünften und letzten Inventur traten zwei Abweichungen auf. So wurde bei zwei geprüften Gebinden der Lagerort vertauscht. Positiv wirkte sich

hierbei aus, dass bei der Zufallsauswahl die Informationen beider Gebinde aufgezeichnet wurden. Dadurch war eine zusätzliche Kontrolle im Lager nicht mehr notwendig.

Die Ursache der zweiten Abweichung war ein Fehler in der händischen Übertragung der Informationen des auf dem Gebinde angebrachten Etiketts auf die Inventurliste. Dabei wurde anstatt der Gebinde-Nummer 06087981 die Nummer 06887981 aufgeschrieben. Über den notierten Lagerplatz konnte ermittelt werden, welches Gebinde lt. ERP-System dort eingelagert war. Die Daten stimmten mit Ausnahme der händisch notierten Gebinde-Nummer überein. Da die entsprechende Gebinde-Nummer noch nicht im System vergeben war und die anderen notierten Informationen übereinstimmten, wurde ein Übertragungsfehler beim händischen Datentransfer angenommen. Dadurch war kein zusätzlicher Weg zum Lagerplatz notwendig

#### 5.3.2.2 Folgen der Abweichungen

Eine jede Abweichung hat zur Folge, dass die Daten einerseits im ERP-System angepasst und die erkannten Abweichungen gegebenenfalls im Produktionsbereich überprüft werden müssen. So muss eine Vertauschung des Lagerortes von zwei Gebinden im Lager überprüft werden, falls die Gebinde-Informationen nicht auf der aktuellen Inventurliste enthalten sind. Durch die Durchführung von Korrekturbuchungen ohne einer Kontrolle der tatsächlichen Belegung der Lagerplätze bei aufgetretenen Abweichungen könnten weiterhin fehlerhafte Daten im ERP-System gespeichert sein. Dadurch ist ein weiterer Weg zu den entsprechenden Lagerplätzen



notwendig, was zu zusätzlichem Aufwand führt. Dies war bei Inventur 2 und 3 der Fall, was zu einem erneuten Weg in den Produktionsbereich führte<sup>1</sup>.

Bei Inventur 5 war es der Fall, dass sämtliche Informationen der Gebinde erfasst wurden, bei welchen die Lagerorte vertauscht waren. Dadurch wurde eine weitere Kontrolle der Daten vor Ort für diese Abweichung obsolet. Der aufgetretene Fehler bei der händischen Übertragung der Informationen vom Etikett auf die Inventurliste konnte aufgrund der sonst übereinstimmenden Daten als Zahlendreher identifiziert werden. Dadurch war ein weiterer Weg zu dem entsprechenden Lagerplatz in diesem Fall nicht notwendig.

Die folgende Tabelle enthält zusätzlich zu den Prozesszeiten jene Zeiten, welche für die zusätzliche Kontrolle der Abweichungen direkt an den Lagerplätzen benötigt wurden. Dabei handelt es sich fast überwiegend um zusätzlich anfallende Wegzeiten. Diese Zeiten wurden in Rot in separate Zeilen unter der jeweiligen Inventur eingefügt. Bei Inventur 2 und 3 kam es dadurch jeweils zu rund 15 zusätzlichen Minuten.

Da bei Inventur 5 keine zusätzliche Kontrolle im Lager stattfand, war hier kein zusätzlicher Weg erforderlich (daher die transparente Farbwahl). Die benötigte Dauer wurde jedoch trotzdem erhoben und eine zusätzliche Kontrolle im Lager hätte in diesem Fall die Prozessdurchlaufzeit um weitere 14m 29s erhöht.

---

<sup>1</sup> Bei Inventur 2 und 3 wurde zufällig das gleiche Gebinde geprüft, bei welchem eine Abweichung bestand. In der Praxis wird dies nicht möglich sein, da eine auftretende Abweichung bei einer Inventur korrigiert wird, wodurch die Daten der selben Gebinde bei einer kurz darauffolgenden Inventur korrekt sein würden.

**Tabelle 2 - Prozessdurchlaufzeiten der durchgeführten Ist-Prozesse inkl. zusätzlicher Kontrollen**

Inv. #	Büro			ERP-System			Prozess
	Start (hh:mm:ss)	Ende (hh:mm:ss)	Dauer (mm:ss)	Start (hh:mm:ss)	Ende (hh:mm:ss)	Dauer (mm:ss)	Gesamt (mm:ss)
1	08:39,20	08:57,12	<u>17:52</u>	08:58,24	09:02,32	<u>04:08</u>	<b>22:00</b>
2	10:05,00 10:35,55	10:30,49 10:50,56	<u>25:49</u> <u>15:01</u> (+58%)	10:30,49	10:35,55	<u>05:06</u>	<b>30:55</b> <b>45:56</b> (+49%)
3	10:55,02 11:23,34	11:19,08 11:38,47	<u>24:06</u> <u>15:13</u> (+63%)	11:19,08	11:23,34	<u>04:26</u>	<b>28:32</b> <b>43:45</b> (+53%)
4	12:11,00	12:30,58	<u>19:58</u>	12:30,58	12:34,52	<u>03:54</u>	<b>23:52</b>
5	12:40,00 13:08,40	13:02,52 13:23,09	<u>22:52</u> <u>14:29</u> (+63%)	13:02,52	13:07,59	<u>05:07</u>	<b>27:59</b> <b>42:28</b> (+52%)

Die zusätzlich für die Kontrolle im Lager anfallenden Zeiten zeigen, dass der Zeitaufwand für die Stichproben-Inventur wesentlich erhöht wird. So steigert sich die gesamte Prozessdurchlaufzeit prozentuell gesehen für die Inventuren um 49 bis 53- Prozent. Wenn man die Kontrolle im ERP-System außer Acht lässt, so erhöht sich die Dauer der Überprüfung im Lager um 58 bis 63 Prozent.

## 6. Soll-Prozess

Der im vorherigen Kapitel dokumentierte Ist-Prozess wurde im Zuge der Entwicklung der Datenbrillen-App analysiert und es wurde mit Hilfe der bei der Constantia Teich GmbH in der Materialwirtschaft beschäftigten Personen ein für die Verwendung der Datenbrille maßgeschneiderter Prozess erstellt. Dieser wird im folgenden Kapitel nun beschrieben. Des Weiteren werden aufgetretene Hürden bei der Implementierung genannt. Zuletzt wird der Soll-Prozess entsprechend evaluiert, um einen Vergleich mit dem Ist-Prozess (siehe Kapitel 7) zu ermöglichen.

### 6.1 Definition

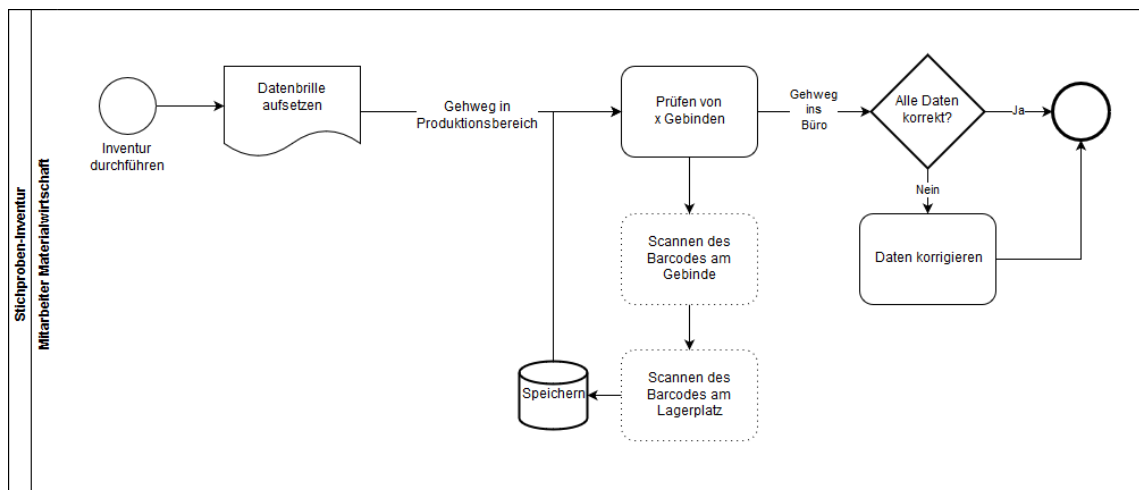


Abbildung 15 - Soll-Prozess

#### 6.1.1 Schritt 1: Start der Inventur

Der Soll-Prozess (siehe Abbildung 15) wird, gleich wie der Ist-Prozess, durch das mit der Stichproben-Inventur beauftragte Personal gestartet. Im Gegensatz zum ursprünglichen Prozess ist es nicht notwendig, die Daten der einzelnen Gebinde zu erfassen, da diese auf der dafür designten App auf der Datenbrille angezeigt werden sollen.

### 6.1.2 Schritt 2: Datenbrille aufsetzen

Im nächsten Schritt muss die Datenbrille, konkret die Vuzix M300, für ihren Einsatz vorbereitet werden. Für den Fall, dass dies noch nicht geschehen ist, muss sie aus ihrer Schutzhülle genommen werden und die einzelnen Komponenten auf der Brillenfassung montiert werden. Zu diesen Komponenten zählen bei der Vuzix M300 die Bedieneinheit, das optionale Akku-Pack und das benötigte Kabel für die Verbindung zwischen Bedieneinheit und Akku-Pack. Anschließend kann die Brille aufgesetzt, eingeschaltet und verwendet werden.

### 6.1.3 Schritt 3: Prüfen von Gebinden

Nach der fertigen Konfiguration der Datenbrille steht der Gehweg in den Produktionsbereich an. Wie schon bei der Beschreibung des Ist-Prozesses erklärt, ist die Dauer für die Distanzüberwindung dieses Weges maßgeblich von der Lage des Büroarbeitsplatzes des beauftragten Personals am Werksgelände der Constantia Teich GmbH und der Lage jenes Lagerorts, wo die Stichproben-Inventur durchgeführt werden soll, abhängig.

Nach dem Eintreffen beim ausgewählten Lagerort kann mit der Inventur begonnen werden. Hierfür muss auf der Datenbrille die entsprechende App gestartet werden. Im Anschluss erfolgt durch die mit der Inventur beauftragten Personen eine Zufallsauswahl an eingelagerten Gebinden. Zunächst wird mit der Datenbrille der Barcode am ausgewählten Gebinde gescannt. Im Anschluss muss der Barcode des zum Lagerplatz zugehörigen Lagerplatzetiketts gescannt werden. Die Datenbrille gleicht die Informationen dann sofort mit dem ERP-System ab und zeigt an, ob der physische Lagerort mit dem im ERP-System gespeicherten übereinstimmt.

In der Folge werden nun sämtliche im ERP-System gespeicherten Daten auf der Datenbrille angezeigt. Der Mitarbeiter/die Mitarbeiterin kann nun überprüfen, ob die angezeigten Informationen mit jenen Daten übereinstimmen, welche auf dem Gebinde angebrachten Etikett stehen. Je nach Ergebnis soll die Brillen tragende Person angeben, ob die Daten korrekt oder inkorrekt sind. Falls die Daten korrekt

sind, so ist keine weitere Tätigkeit mehr zu erledigen und die Daten werden gespeichert. Für den Fall, dass die Daten inkorrekt sind, kann das Etikett mittels der Datenbrille fotografiert werden, um die spätere Korrektur zu unterstützen. Bei einem inkorrekten Lagerplatz kann gleich überprüft werden, welches Gebinde sich am eigentlichen Lagerplatz befindet. In diesem Fall können auch zu diesem Gebinde die Daten auf der Datenbrille angezeigt werden, wodurch man sofort vor Ort feststellen kann, ob nur die Lagerplätze der beiden Gebinde vertauscht wurden.

#### 6.1.4 Schritt 4: Zurück ins Büro / Daten korrigieren (optional)

Nach der erfolgten Kontrolle durch die mit der Stichproben-Inventur beauftragte Person steht der Rückweg vom Lagerort zum jeweiligen Büroarbeitsplatz an. Da die Daten schon vor Ort im Lager verglichen wurden, ist kein weiterer Abgleich mit den Daten im ERP-System mehr notwendig.

Bei einer notwendigen Korrektur von Gebinde-Daten aufgrund einer gefundenen Abweichung ist es jedoch weiterhin erforderlich, die entsprechenden Daten im ERP-System zu korrigieren. Die Ergebnisse der mit der Datenbrille durchgeführten Stichproben werden in einer Datenbank gespeichert. Nun sollte es möglich sein, diese Daten abzufragen und somit direkt zu wissen, welche Daten korrigiert werden müssen.

Von den in Kapitel 5.2.4 angegebenen möglichen Abweichungen kann während der Überprüfung der Daten mit der Datenbrille nur jene in Kapitel 5.2.4.2 Daten fehlerhaft im System auftreten, da die Daten direkt aus dem ERP-System abgefragt werden. Dadurch ist es nicht möglich, dass Daten fehlerhaft notiert wurden oder dass das Gebinde in der Zwischenzeit manipuliert wurde, da jede Manipulation der Gebinde direkt an das ERP-System rückgemeldet wird. Dies ist nur bei der Korrektur der Daten im Büro zu beachten, da es bei einem laufenden Produktionsbetrieb möglich ist, dass die Gebinde während des Gehweges vom Lagerort zum Büroarbeitsplatz manipuliert wurden. Abhilfe könnte hier eine Korrektur-Möglichkeit der Daten über die Datenbrille schaffen.

### 6.1.5 Schritt 5: Prozessende

Nachdem eventuell aufgetretene Abweichungen im ERP-System korrigiert wurden kann der Prozess der Stichproben-Inventur beendet werden. Die Daten zu den durchgeführten Inventuren werden persistent in einer Datenbank abgespeichert und sollen jederzeit für berechtigte Personen einsehbar sein.

## 6.2 Implementierter Soll-Prozess

Aus Kostengründen wurde für die Teststellung der Vuzix M300 bei der Constantia Teich GmbH ein abgeänderter Prozess implementiert, welcher einen geringeren Entwicklungsaufwand verursachte.

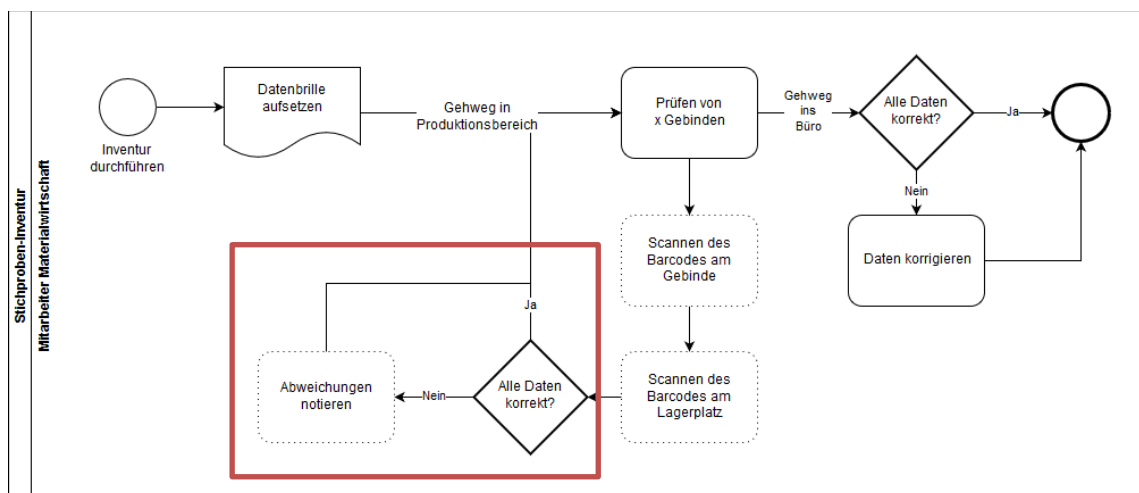


Abbildung 16 - implementierter Soll-Prozess

Im Vergleich zum zuvor beschriebenen Soll-Prozess wurde beim tatsächlich realisierten Soll-Prozess keine Speicherung der durchgeführten Inventuren implementiert (siehe Abbildung 16). Aufgetretene Abweichungen müssen daher bei der Kontrolle der Daten eigens notiert werden. Darüber hinaus erfüllt der für die Testzwecke vereinfachte Prozess nicht die gesetzlichen Rahmenbedingungen, da nicht die komplette Stichproben-Inventur persistent in einer Datenbank gespeichert wird. Dadurch ist kein Nachweis auf eine tatsächliche Durchführung der Stichproben-Inventur vorhanden. Auf die durchgeführte Überprüfung, ob durch die

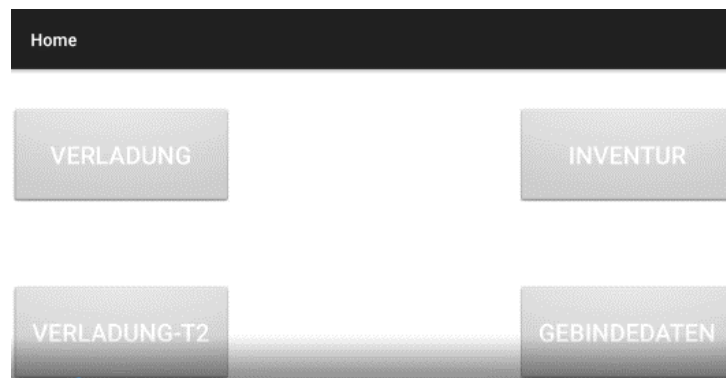
Verwendung von Datenbrillen bestehende Prozesse optimiert werden können, hat diese Änderung jedoch keine Auswirkung, da die Korrektur der Daten bei der Evaluierung nicht berücksichtigt wird.

### **6.3 Implementierung**

Die Entwicklung der App für die Vuzix M300 Datenbrille wurde durch die Becos GmbH durchgeführt. Als Entwicklungsumgebung wurde dabei Visual Studio 2017 Enterprise verwendet. Zusätzlich wurde das Framework Xamarin verwendet, mit welchem native Apps für die Betriebssysteme iOS, Android und Windows mit Microsoft Visual Studio entwickelt werden können. Für den Datenaustausch zwischen dem ERP-System OSIS und der Datenbrillen-App wurden einerseits bereits vorhandene, vom ERP-System bereitgestellte, Web-Services verwendet, welche schon für die bei der Constantia Teich GmbH im Einsatz befindlichen Softwareprodukte der Becos GmbH im Einsatz waren. Auf der anderen Seite mussten auch ein paar neue Methoden in die bestehenden Web-Services implementiert werden, um neue und noch nicht benötigte Funktionen zu ermöglichen.

Die Becos GmbH taufte die entwickelte App „B-Smart“. Sie umfasst die folgenden für Funktionen (siehe auch Abbildung 17):

- Verladung,
- Verladung-T2,
- Inventur und
- Gebindedaten.



**Abbildung 17 - Screenshot B-Smart Menü**

Die ersten beiden Funktionen (Verladung, Verladung-T2) waren für die Unterstützung beim Verladen von fertigen Produkten auf die für den Transport zum Kunden vorgesehenen Fahrzeuge. Dabei sollte dem/der Staplerfahrer/in über die Brille angezeigt werden, welches Gebinde als nächstes zu verladen ist. Mittels der Kamera hätte dann der Barcode gescannt werden sollen und die Datenbrillen-App hätte dann eine entsprechende Rückmeldung an das ERP-System übermittelt. Die Funktion „Verladung“ war für das Vorbereiten der zu verladenden Gebinde, sprich dem innerbetrieblichen Transport der Gebinde vom Fertigwarenlager zu den Verladerampen, gedacht. „Verladung-T2“ war für den Transport der zu verladenden Gebinde auf das dafür vorgesehene Fahrzeug vorgesehen. Diese beiden Funktionen wurden aber aufgrund der in Kapitel 6.4.1 aufgetretenen Hürde nicht eingesetzt, weswegen dieser Prozess auch nicht evaluiert werden konnte.

Die beiden Funktionen „Inventur“ und „Gebindedaten“ wurden für die Stichproben-Inventur entwickelt. Mittels „Inventur“ wird überprüft, ob der physische Lagerplatz mit jenem im ERP-System gespeicherten übereinstimmt. Dabei wird zunächst der Barcode gescannt (Abbildung 18 zeigt einen Screenshot vom Barcode-Scannen über die Datenbrille), welcher sich auf dem am Gebinde befestigten Etikett (Beispiel siehe Abbildung 9, Seite 32) befindet.



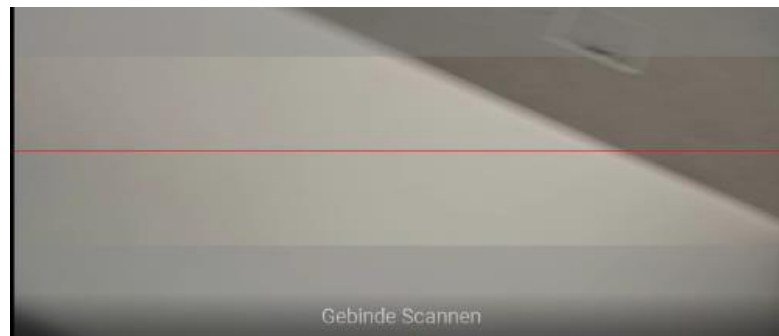


Abbildung 18 - Screenshot B-Smart Gebinde scannen

Im Anschluss muss der Barcode des zugehörigen Lagerplatzes gescannt werden (Beispiel siehe Abbildung 10, Seite 33). Die App B-Smart vergleicht die gescannten Daten in der Folge mit dem im ERP-System gespeicherten Daten. Stimmen die Daten überein, so wird die Meldung „Inventur korrekt!“ auf dem Display der Datenbrille angezeigt. Stimmen die Daten nicht überein, so wird dementsprechend die Meldung „Inventur inkorrekt!“ angezeigt.

 A screenshot of the B-Smart application showing a list of package details. The interface has a dark theme with white text. On the left, there is a sidebar menu with items: Gebinde, GebStat, BstdArt, LgOrt, Regal, Etage, Platz. The main content area is titled 'Gebindedaten' and has tabs for 'Gebindedaten', 'OVERVIEW', and 'DETAILS'. The 'DETAILS' tab is active, showing a table of package information.
 

Package Details			
Gebidenummer	00305873320	Stat	EG
Materialnr	00581797	Menge	343.2
Breite	230	Lag-Mngeh	LM
Kundenauftr		Letzt.AG	
Werkzeugnr	3100180103	Kolli	0

Abbildung 19 - Screenshot B-Smart Gebindedaten

Mittels der Funktion „Gebindedaten“ können einige Gebinde-Informationen am Display der Datenbrille angezeigt werden (siehe Abbildung 19). Dazu muss der Barcode gescannt werden, welcher sich auf dem am Gebinde befestigten Etikett befindet. Die Datenbrillen-App ruft dann über ein bereitgestelltes Web-Service die Daten direkt vom ERP-System ab und stellt sie aufbereitet am Display dar. In der

Übersicht (Overview) wird die Gebinde-Nummer sowie der aktuelle Lagerplatz angezeigt. Unter Details werden weitere Daten der Gebinde angezeigt.

## 6.4 Aufgetretene Schwierigkeiten bei der Implementierung

### 6.4.1 Reichweite des Barcode-Scanners

Für das Scannen des Barcodes wird die in der Vuzix M300 eingebaute Kamera verwendet. Bei den Tests wurde ersichtlich, dass die Reichweite beim Scannen mit der Datenbrille nicht für alle dafür vorhergesehenen Einsatzbereiche ausreichend ist. Bei der Verladung der Waren beispielsweise ist es zurzeit der Fall, dass die Stapler bedienenden Personen direkt von ihrem Sitz am Stapler aus die Barcodes mit einem Hand-Scanner scannen können, welche sich auf den am Gebinde befestigten Etiketten befinden (siehe Abbildung 20).



Abbildung 20 - Barcode scannen vom Stapler aus

Auf jedem Gebinde der Constantia Teich GmbH ist ein Etikett angebracht, welches das Gebinde eindeutig identifiziert. Da es sich dabei auch um kundenspezifische Etiketten handeln kann, ist das Aussehen der Etiketten unterschiedlich. Nichtsdestotrotz ist auf jeden Fall ein eindimensionaler Barcode auf dem Gebinde befestigt, mit welchem es möglich ist, das Gebinde eindeutig im ERP-System zu identifizieren. Die Größe dieses Barcodes kann jedoch je zur Anwendung kommender Etikettenart unterschiedlich sein. So kann ein Kunde unterschiedliche Anforderungen an ein Etikett haben wie ein anderer. Auf dem Standard-Etikett, welches für einige Kunden der Constantia Teich GmbH zur Anwendung kommt, misst dieser Barcode 11,9 cm x 2,8 cm. Auf der Rollenkarte, welche auf Gebinde zwischen den Produktionsprozessen befestigt werden, weist der Barcode eine Größe von 12 cm x 3,7 cm auf.

Die für das Scannen der vorhandenen Barcodes vom Stapler aus benötigte Reichweite kann laut meinen Tests nicht erfüllt werden kann. Des Weiteren ist die Reichweite auch abhängig von der jeweilig verwendeten Datenbrillen-App. Mit der freien App „Barcode Scan“<sup>2</sup>, welche direkt vom Vuzix App Store<sup>3</sup> bezogen werden kann, wird eine Reichweite von rund 1m erreicht (siehe Abbildung 21). Damit die Barcodes der Etiketten, welche auf den Gebinden befestigt sind, vom Stapler aus gelesen werden können, ist dies jedoch nicht ausreichend.

---

<sup>2</sup> <https://www.vuzix.com/appstore/app/barcode-scan>, abgerufen am 23. März 2018

<sup>3</sup> <https://www.vuzix.com/appstore>, bietet für die Vuzix-Datenbrillen optimierte Apps an (sowohl freie, als auch kostenpflichtige Apps). Es ist aber auch möglich, beliebige Android Packages (APKs) manuell zu installieren.



**Abbildung 21 - Scan-Reichweite mit der App "Barcode-Scan"**

Bei der Verwendung der von der Becos GmbH entwickelten App „B-Smart“ verringert sich die Scan-Reichweite jedoch noch einmal um ein Wesentliches. Für die Entwicklung wurde (lt. Angaben der Becos GmbH) die von Vuzix empfohlene Kamera-Bibliothek ZXing.Net.Mobile in der Version 2.2.9 verwendet. Bei den Tests mit der App „B-Smart“ konnte die von der App „Barcode Scan“ erreichte Distanz nicht erzielt werden. Die Reichweite betrug hierbei nur rund 30 cm (siehe Abbildung 22). Abhängig ist die erzielbare Reichweite unter anderem von der Größe des eindimensionalen Barcodes. Die Lesbarkeit wird hierbei stark von der Breite des Barcodes und den darin kodierten Zeichen beeinflusst.



**Abbildung 22 - Scan-Reichweite mit der App "B-Smart"**

Eine Idee war es auch, zweidimensionale Barcodes (z.B. QR-Code, Datamatrix) anstatt der in der Produktion im Einsatz befindlichen eindimensionalen Barcodes zu verwenden. Es wurde jedoch keine empirische Erhebung durchgeführt, ob dadurch die Scan-Reichweite erhöht werden kann, da der für die Ausstattung der Produktion mit entsprechenden 2D-Codes notwendige Aufwand bei der Constantia Teich GmbH durch die Entscheidungsträger als zu hoch angesehen wurde.

Für eine weitere Testphase wird die Becos GmbH eine kommerzielle Bibliothek für das Barcode-Scannen in die B-Smart App integriert. Dadurch sollen die erzielbaren Reichweiten beim Scan-Vorgang vergrößert werden. Zur Auswahl standen die Software Development Kits (SDKs) der Firma Scandit und Cognex. Zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Arbeit lag noch nicht fest, welche dieser beiden Varianten verwendet werden wird. Die erneute Testphase war für Mitte 2018 geplant.

#### 6.4.2 Datenschutzbedenken

Die Datenbrille wurde bei der Constantia Teich GmbH bisher nur von sehr wenigen dort angestellten Personen getestet und dies auch immer nur über sehr kurze Zeiträume (stundenweise). Bei ein paar beschäftigten Personen kamen datenschutzrechtliche Bedenken auf. So wurde die mangelnde Transparenz der Datenerfassung angesprochen. Die Datenbrille könnte während des Tragens jederzeit unbemerkt Daten erfassen, welche in einem weiteren Schritt an anderen Stellen ausgewertet werden könnten. Theoretisch ist dadurch die Erhebung von Leistungsdaten möglich, oder aber auch die Erfassung, wie oft und wie lange ein Pausenraum aufgesucht wurde.

Solche Bedenken sind nicht neu und solch ähnliche Kritik wurde auch schon bei den ersten Versuchen mit Google Glass laut. Des Weiteren könnte das ständige Tragen der Brille während der Arbeit auch Auswirkungen auf zwischenmenschliche Beziehungen haben. Normalerweise dienen das Aufeinandertreffen von Personen und der Blickkontakt als Versicherung und Vertrauensbildung, doch durch das Tragen der Datenbrille könnte dies eher als ein Angriff auf die Intimsphäre empfunden werden (Hohmann, 2016, S. 17).

#### 6.4.3 Sichtbehinderung

Wie bereits erwähnt, hätte die Datenbrille auch bei den Stapler bedienenden Personen zum Einsatz kommen sollen. Subjektiv betrachtet wird das Sichtfeld der tragenden Person etwas eingeschränkt. Die Bedieneinheit mit dem integrierten Display der Vuzix M300 kann nach oben gedreht werden, wodurch das gesamte Sichtfeld wieder zur Verfügung steht. Jedoch muss diese bei einem jeden Einsatz wieder vor das jeweilige Auge der tragenden Person platziert werden. Dies ist mit einem einmaligen Ergreifen eines Hand-Scanners vergleichbar.



#### 6.4.4 Fehlende Lagerplatz-Etiketten

Bei der Besichtigung der Lagerorte wurde ersichtlich, dass nicht für jeden einzelnen Lagerplatz auch ein eigenes Lagerplatz-Etikett vorhanden war. So sind nicht für alle Etagen eines Regals entsprechende Lagerplatz-Etiketten vorhanden, wodurch die Verwendung der Funktion „Inventur“ der B-Smart App nicht durchgängig möglich ist. Deswegen wurde diese Funktion auch nicht für die Prozess Evaluierung verwendet.

### **6.5 Prozess Evaluierung**

#### 6.5.1 Ausgangssituation

Die Evaluierung des in Kapitel 6.2 beschriebenen Soll-Prozesses wurde einen Tag nach der Datenerhebung (29.12.2017) für den Ist-Prozess durchgeführt. Da der Produktionsbetrieb bei der Constantia Teich GmbH zwischen den Weihnachtsfeiertagen eingestellt war und in dieser Zeit nur Wartungsarbeiten durchgeführt wurden, kam es zu keiner Manipulation der eingelagerten Gebinde.

Die Evaluierung des Ist-Prozesses hat gezeigt, dass der zurückgelegte Gehweg einen hohen Einfluss auf die gesamte Prozessdurchlaufzeit hat. Deswegen habe ich die Stichproben-Inventuren der Ist-Prozess-Evaluierung als Vorlage verwendet. Das bedeutet, dass hierbei fünf Stichproben-Inventuren mit denselben Gebinden der Ist-Prozess-Inventuren in der jeweiligen Erfassungsreihenfolge durchgeführt wurden. Aufgrund des stillgelegten Produktionsbetriebes lagerten die Gebinde auch noch auf den gleichen Lagerplätzen. Damit konnte sichergestellt werden, dass es zu keiner oder nur einer geringen Abweichung des Gehweges kommt, wodurch der Effekt auf die gesamte Prozessdurchlaufzeit minimiert und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse erhöht wurde. Der mögliche Zeitunterschied zwischen der Zufallsauswahl der Gebinde bei den Stichproben-Inventuren bei der Ist-Prozess-Evaluierung und dem Suchen der Lagerplätze bei den Stichproben-Inventuren der Soll-Prozess-Evaluierung wurde subjektiv als unerheblich wahrgenommen.

Kein Einfluss konnte auf Behinderungen oder kurze Wartezeiten durch das mit der Wartung beschäftigte Personal sowie auf etwaige Abweichungen bei der Gehgeschwindigkeit genommen werden. Es wurde jedoch versucht, die übliche Gehgeschwindigkeit zu halten. Darüber hinaus wurde als Ausgangspunkt für jede Inventur mit der Datenbrille der Eingang in den Produktionsbereich bei der Halle 0 der Constantia Teich GmbH verwendet. Dabei handelt es sich um den gleichen Eingang, welcher auch bei der Ist-Prozess-Evaluierung benutzt wurde. Da keine Überprüfung der Daten im ERP-System mehr notwendig ist, da die Daten direkt vom ERP-System abgerufen werden, wurde die benötigte Wegzeit vom Büro zur Halle 0 bzw. der Rückweg von Halle 0 zum Büro nur einmalig erhoben (siehe Tabelle 3). Diese Wegzeiten wurden in der Folge verwendet, um die gesamte Prozessdurchlaufzeit zu berechnen. Die gesamte Prozessdurchlaufzeit der durchgeführten Inventuren bei der Soll-Prozess-Evaluierung ergibt sich somit aus der Summe der benötigten Zeit für die Kontrolle der Gebinde ausgehend vom Eingang der Halle 0 und der ermittelten Wegzeiten für den Hin- und Rückweg zum Eingang der Halle 0.

**Tabelle 3 - Wegzeiten Büro - Halle 0**

Von	Nach	Start	Ende	Dauer
Büro	Halle 0	08:52,01	08:56,16	<b>04:15</b>
Halle 0	Büro	10:04,53	10:08,06	<b>03:13</b>

Für die Inventur wurde die Funktion „Gebindedaten“ der B-Smart App verwendet. Dabei gibt es zwei Ansichten zu den Daten. So wird in der Übersicht (Overview) der aktuelle Lagerplatz laut ERP-System angezeigt. Unter „Details“ sind dann die weiteren relevanten Daten zu dem ausgewählten Gebinde ersichtlich. Zwischen den beiden Ansichten kann mittels der Bedientasten der Vuzix M300 Datenbrille gewechselt werden. Der Abgleich der Daten erfolgt direkt durch die Datenbrillen tragende Person, in dem der physische Lagerplatz mit dem im ERP-System gespeicherten Lagerplatz bzw. die übrigen Daten mit den Daten der am Gebinde befestigten Etiketten verglichen werden.



## 6.5.2 Prozessdurchlaufzeiten

Tabelle 4 - Prozessdurchlaufzeiten mit Datenbrille

Inv. #	Inventur mit Datenbrille			
	Start (hh:mm:ss)	Ende (hh:mm:ss)	Dauer (mm:ss)	Gesamt (mm:ss)
1	08:57,00	09:02,58	<u>05:58</u>	<b>13:26</b>
2	09:03,00	09:16,01	<u>13:01</u>	<b>20:29</b>
3	09:21,00	09:34,42	<u>13:42</u>	<b>21:10</b>
4	09:36,00	09:47,44	<u>11:44</u>	<b>19:12</b>
5	09:50,00	10:04,53	<u>14:53</u>	<b>22:21</b>

Tabelle 4 zeigt nun die erfassten Zeiten der mit der Datenbrille durchgeführten Stichproben-Inventuren. Die Spalte „Dauer“ enthält die für die jeweilige Inventur benötigte Zeit vom Ausgangspunkt der Halle 0. Der Wert in der Spalte „Gesamt“ stellt die vollständige Prozessdurchlaufzeit der Inventuren dar, welche sich durch die Summe der Wegzeiten aus Tabelle 3 (Spalte „Dauer“) und der für die Inventur benötigten Zeit aus Tabelle 4 (ebenfalls Spalte „Dauer“) bildet.

Bei den durchgeführten Inventuren traten, wie erwartet, die gleichen Abweichungen wie bei der Ist-Prozess-Evaluierung auf.

## 7. Soll-Ist-Vergleich

Um die Forschungsfrage beantworten zu können, wurden die erhobenen Prozessdurchlaufzeiten des Soll- und Ist-Prozesses zueinander in Relation gesetzt. Dieses Kapitel umfasst die Ergebnisse der Gegenüberstellung und zeigt, wie sich der Einsatz der Datenbrille auf den Prozess der Inventur bei der Constantia Teich GmbH auswirkt.

### 7.1 Vergleich der Prozessdurchlaufzeiten

Für den Soll/Ist Vergleich wurden die Gesamt-Prozessdurchlaufzeiten von Tabelle 2 und Tabelle 4 (jeweils Spalte „Gesamt“) gegenübergestellt. Diese beinhalten sowohl die benötigten Wegzeiten, als auch die im Rahmen der Ist-Prozess-Evaluierung erforderlichen Zeiten für den durchzuführenden Abgleich der notierten Daten mit den im ERP-System gespeicherten Daten.

Tabelle 5 - Soll/Ist Vergleich

Inv.	Soll/Ist Vergleich			
#	Ist (mm:hh)	Soll (mm:ss)	Differenz (mm:ss)	Diff. in % (mm:ss)
1	21:26	13:26	<b>-08:00</b>	-37%
2	30:55 45:56	20:29	<b>-10:26</b> <b>-25:27</b>	-34% -55%
3	28:32 43:45	21:10	<b>-07:22</b> <b>-22:35</b>	-26% -52%
4	23:52	19:12	<b>-04:40</b>	-20%
5	27:59 42:28	22:21	<b>-05:38</b> <b>-20:07</b>	-20% -47%

Wie in Tabelle 5 ersichtlich, musste für jede mit der Datenbrille durchgeführte Inventur weniger Zeit aufgewendet werden, als im bisher eingesetzten Ist-Prozess. Die Werte in der Spalte „Differenz“ zeigen die Abweichungen zwischen den jeweiligen Prozessdurchlaufzeiten. Die errechneten Prozentwerte in der Spalte „Diff.“

in %“ verwenden als Basis die Ist-Prozessdurchlaufzeit und errechnen sich für jede Zeile aus folgender Formel (Bezeichnungen entsprechen den Spalten von Tabelle 5):

$$\text{Diff. in \%} = \frac{\text{Differenz}}{\text{Ist}}$$

Ohne Berücksichtigung der für die Kontrolle von Abweichungen aufgetretenen Zeiten (in Rot dargestellten Werte in Tabelle 5), konnte durch den Einsatz von Datenbrillen eine Zeitersparnis von mindestens 20% (Inventur 4 und 5) erzielt werden. Inventur 1 konnte um 8 Minuten schneller durchgeführt werden, wodurch im Vergleich zur Ist-Prozessdurchlaufzeit, 37% an Zeit gewonnen werden konnte. Im Schnitt über alle 5 Inventuren gerechnet, können durch den Einsatz von Datenbrillen rund 27% der aufgewendeten Arbeitszeit eingespart werden:

$$\emptyset \text{ Einsparung} = \frac{37\% + 34\% + 26\% + 20\% + 20\%}{5} = 27,4 \%$$

Bei aufgetretenen Abweichungen erhöht sich die erzielbare Beschleunigung, gerechnet im Schnitt über die 3 betroffenen Inventuren, auf rund 51% der Ist-Prozessdurchlaufzeiten:

$$\emptyset \text{ Einsparung bei Abweichungen} = \frac{55\% + 52\% + 47\%}{3} = 51,3 \%$$

Bei der Ermittlung der durchschnittlichen Einsparung der Abweichungen wurde auch die zusätzliche Prozesszeit zu Inventur 5 berücksichtigt. Dadurch konnten 3 Abweichungen berücksichtigt werden, wodurch die Aussagekraft im Vergleich zu 2 Abweichungen verbessert wird. Positiv auf die Zeiteinsparung wirkt sich der nicht notwendige Datenabgleich am Büroarbeitsplatz aus, da dieser bereits direkt bei der Zufallsauswahl der Gebinde erfolgt.

Die Summe der eingesparten Zeit über alle fünf Inventuren beträgt 36 min 06 s ohne Berücksichtigung von Abweichungen bzw. 1 h 20 min 49 s inklusive der für die Kontrolle der Abweichungen benötigten Dauer. Umgerechnet in Sekunden, basierend auf den vorliegenden Ergebnissen der einzelnen Inventuren, ergibt sich

eine durchschnittliche Einsparung ohne Berücksichtigung von Abweichungen von 433,2 s (entspricht 7 min 13,2 s) pro Inventur. Bei aufgetretenen Abweichungen erhöht sich die durchschnittliche Zeitreduktion auf 969,8 s (entspricht 16 min 9,8 s) pro Inventur.

$$\sum_{i=1}^5 \text{Differenz ohne Abweichung (in Sek.)} = 480 + 626 + 442 + 280 + 338 = 2.166 \text{ s}$$

$$\emptyset \text{ Einsparung in Sek.} = \frac{2.166 \text{ s}}{5} = \mathbf{433,2 \text{ s}}$$

$$\sum_{i=1}^5 \text{Differenz mit Abweichung (in Sek.)} = 480 + 1.527 + 1.355 + 280 + 1.207 = 4.840 \text{ s}$$

$$\emptyset \text{ Einsparung inkl. Abweichungen in Sek.} = \frac{4.840 \text{ s}}{5} = \mathbf{969,8 \text{ s}}$$

## 7.2 Beantwortung der Forschungsfrage

Die Ergebnisse des Soll/Ist-Vergleichs zeigen, dass die Forschungsfrage

*„Wie kann durch den Einsatz von Datenbrillen in einem Produktionsbetrieb eine messbare Prozessverbesserung erzielt werden?“*

beantwortet werden kann. Bei allen mit der Datenbrille durchgeführten Inventuren konnte eine Zeitersparnis festgestellt werden. Bestehende Aufgaben können durch die Implementierung eines auf die Datenbrille maßgeschneiderten Prozesses mit weniger Zeitaufwand durchgeführt werden. Des Weiteren kann man durch den Menschen verursachte Fehler, wie beispielsweise Zahlendreher, ausschließen. Durch die bestehende Verbindung zum ERP-System sind die angezeigten Daten zum Zeitpunkt ihres Abrufes aktuell, wodurch die benötigten Informationen zur richtigen Zeit und am richtigen Ort verfügbar gemacht werden können.

## 8. Expertenmeinungen

Im Rahmen der Masterarbeit wurden auch zwei beteiligte Experten zu den Ergebnissen der Teststellung bei der Constantia Teich GmbH und zu Datenbrillen im Allgemeinen befragt. Als Experten dienten Herr Wolfgang Kloibhofer, aktuell Leiter der Materialwirtschaft bei der Constantia Teich GmbH und Herr Prof. Dr. Günter Bitsch, Gründer und Geschäftsführer der Becos GmbH.

Herr Wolfgang Kloibhofer verfügt über eine 40 jährige Erfahrung im Bereich der Materialwirtschaft bei der Constantia Teich GmbH. Er erlebte laut seiner Auskunft den kompletten Einzug der Informationstechnologie bei der Constantia Teich GmbH von Grund auf. Als Anforderer der Datenbrille findet er den Einsatz dieser grundsätzlich als sinnvoll, da manuelle Tätigkeiten eingespart werden können. Jedoch ist er mit den in den Tests erzielten Reichweiten beim Barcodescannen nicht zufrieden. Sein Ausgangsziel war es, dass Staplerfahrer durch die Benützung von Datenbrillen nicht die Hände von den Bedienelementen der Fahrzeuge nehmen müssen bzw. nur in geringem Ausmaße. Die dafür benötigte Scan-Distanz kann aber zurzeit nicht erreicht werden, was seiner Meinung nach, den Einsatz der Datenbrille für diese Anwendungsfälle unbrauchbar macht. Als mögliche Gefahr beim Einsatz von Brillen nannte Hr. Kloibhofer den gesundheitlichen Aspekt. Nicht geklärt ist seiner Meinung nach, wie sich das ganztägige Tragen einer Datenbrille auf Menschen auswirkt. Auf diesen Punkt bezieht sich auch eine der von ihm genannten Eigenschaften, über welche Datenbrillen verfügen sollten. So ist vor allem ein geringes Gewicht von Bedeutung. Aber auch die Akkukapazität für eine lange Nutzungsdauer ist relevant. Zusätzlich findet Hr. Kloibhofer, das eine hohe Reichweite für das Scannen von Barcodes erforderlich ist.

Herr Professor Dr. Günter Bitsch ist seit 31 Jahren als Gründer und Geschäftsführer der Becos GmbH im produktionsnahen Softwarebereich tätig. Die Becos GmbH beschäftigt sich seinen Angaben zu folge seit ca. 3 ½ Jahren mit Datenbrillen. Ausschlaggebend war unter anderem die verstärkte industrielle Nutzung, da sich seiner Meinung nach, die Technologie gerade an der Schwelle zur Produktionsreife

befindet. Die Vuzix M300 empfahl er der Constantia Teich GmbH, weil seiner Erfahrung nach Vuzix einer der führenden Hersteller der sich zurzeit am Markt befindlichen Brillen ist, gerade wenn man die Verbreitung der Brille bei den anwendenden Unternehmen betrachtet. Die Becos GmbH verfügt auch über andere Kunden welche die Vuzix M300 im Logistik- und Produktionsbereich im Einsatz haben. Der Schwerpunkt liegt hierbei in der Herstellung einer Beziehung mit Softwareprodukten der Becos GmbH, um Benutzer interaktiv zu unterstützen. Das Feedback zur Teststellung bei der Constantia Teich GmbH sieht er kritisch, da der explorative Ansatz durch die umgesetzten Use-Cases eingeschränkt wird. Er ist sich jedoch sicher, dass die Datenbrillen, welche sich jetzt noch in einer frühen Phase befinden, ihren Weg finden werden. Durch einen möglichen Hype zu Smart Glasses, beispielsweise wenn Apple eine Datenbrille veröffentlicht, könnte die Verbreitung einen ordentlichen Push erhalten, ähnlich wie es beim iPad der Fall war.

Als Vorteil gegenüber anderen Technologien empfindet er vor allem das nicht eingeschränkte Sichtfeld. Darüber hinaus kann man die reale Struktur mit AR Elementen anreichern, wodurch man einzelne Prozesse unterstützen kann. So ist die Positionierung von flexiblen Elementen im Sichtfeld einfacher durch eine Datenbrille zu lösen wie beispielsweise mit einem Tablet. Des Weiteren wird es seiner Meinung nach, durch die zusätzlichen Elemente, zu einer fundamentalen Änderung in der Bedienung kommen. Wünschenswert für Hrn. Prof. Dr. Bitsch ist dabei noch, dass die Datenbrillen kleiner und flexibler werden. Eine einfache Integration in eine handelsübliche Brille wäre gerade für Brillenträger von Vorteil.

## **9. Zusammenfassung und Ausblick**

In diesem Kapitel erfolgt eine kurze Zusammenfassung der vorliegenden Arbeit und der Forschungsergebnisse. Nicht beantwortete Fragen, welche sich während der Untersuchungen und Ausarbeitung ergeben haben, werden im abschließenden Teil des Kapitels beschrieben.

### **9.1 Zusammenfassung**

In dieser Arbeit wurde der Einsatz von Datenbrillen beim Durchführen von Stichproben-Inventuren bei der Constantia Teich GmbH untersucht. Die Constantia Teich GmbH ist ein international führender Anbieter flexibler Verpackungsmaterialien mit Sitz in Weinburg (Niederösterreich), welcher jährlich rund 64.000 Tonnen an Verpackungsmaterial produziert (Constantia Teich GmbH, 2017). In der Materialwirtschaft bestand dort die Anforderung, bestehende Prozesse durch den Einsatz einer für den Industriebereich vorgesehenen Datenbrille zu unterstützen. Im Zuge dessen, wurde der bei der Constantia Teich GmbH ausgeführte Prozess der Stichproben-Inventur erhoben und dokumentiert. Darauf aufbauend wurde ein mit einer Datenbrille unterstützter Soll-Prozess definiert. Anschließend entwickelte die Becos GmbH, ein Anbieter von Softwarelösungen für Produktion, Controlling und Unternehmenssteuerung, eine, für die von der Becos GmbH empfohlenen Vuzix M300 Datenbrille zugeschnittene, App. Sowohl für den Ist-Prozess als auch für den Soll-Prozess wurden Prozessdurchlaufzeiten zu jeweils 5 vergleichbaren Inventuren erfasst. Durch die Gegenüberstellung der erhobenen Gesamt-Prozessdurchlaufzeiten beider Varianten konnte festgestellt werden, dass die für die Inventur aufgewendete Arbeitszeit mit Hilfe der Datenbrille um durchschnittlich 27,4 % verringert werden kann. Bei aufgetretenen Abweichungen zwischen dem tatsächlichen Lagerort des physischen Materials und den im ERP-System abgespeicherten Daten, erhöht sich die Zeiteinsparung auf durchschnittlich 51,3 %. Weitere positive Effekte sind, dass von Menschen verursachte Fehler, wie beispielsweise Zahlendreher, ausgeschlossen werden können und das die benötigten

Informationen zur richtigen Zeit am richtigen Ort verfügbar sind. Die Ergebnisse zeigen, dass bestehende Aufgaben durch die Implementierung eines auf die Datenbrille maßgeschneiderten Prozesses mit weniger Zeitaufwand durchgeführt werden können, wodurch die in Kapitel 1.2 gestellte Forschungsfrage beantwortet werden konnte.

## **9.2 Ausblick**

Anhand der vorliegenden Untersuchung, haben sich weitere unbeantwortete Fragen ergeben. So war die verfügbare Scan-Reichweite, welche mit der von Vuzix empfohlenen Kamera-Bibliothek erzielt werden konnte, für die in der Materialwirtschaft tätigen Personen unzureichend. Zu erheben ist, wie sich die Implementierung von kommerziellen Kamera-Bibliotheken in die von der Becos GmbH entwickelten App auf die erzielbare Reichweite auswirkt. Darüber hinaus wurde auch keine empirische Erhebung durchgeführt, welchen Einfluss der Wechsel von eindimensionalen auf zweidimensionale Barcodes auf die Scan-Reichweite hat. Von einem der interviewten Experten (siehe Kapitel 8) wurde der gesundheitliche Aspekt beim Tragen der Brille über einen längeren Zeitraum eingebracht. Welche Auswirkungen dies auf einen Menschen hat ist nur durch weitere Untersuchungen möglich. Meiner Meinung nach handelt es sich dabei um einen wichtigen Punkt, welcher noch genauer erforscht werden sollte.

Die Ergebnisse der Arbeit zeigen, dass Prozessdurchlaufzeiten durch den Einsatz von Datenbrillen verringert werden können, wodurch diese neuen technologischen Produkte aus meiner Sicht in Zukunft vermehrt eingesetzt werden.



## Literaturverzeichnis

- Abicht, L., & Spöttl, G. (2012). *Qualifikationsentwicklungen durch das Internet der Dinge*. Bielefeld: W. Bertelsmann Verlag.
- Azuma, R. T. (1997). *A Survey of Augmented Reality*. Malibu: Hughes Research Laboratories.
- Bendel, O. (28. Februar 2018). *Gabler Wirtschaftslexikon*. Von Datenbrille: <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/1097117103/datenbrille-v6.html> abgerufen
- Bliem-Ritz, D. (2014). *Wearable Computing - Benutzerschnittstellen zum Anziehen*. Hamburg: disserta Verlag.
- Bremmer, M. (14. März 2018). *Computerwoche*. Von <https://www.computerwoche.de/a/google-glass-kehrt-mit-einer-klareren-vision-zurueck,3331207> abgerufen
- Bryson, S. (1995). *Approaches to the Successful Design and Implementation of VR Applications*. Moffett Field: Computer Science Corporation/NASA Ames Research Center.
- Bundeskanzleramt Rechtsinformationssystem - RIS*. (07. 02 2018). Von <https://www.ris.bka.gv.at/Dokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Dokumentnummer=NOR40069929> abgerufen
- Constantia Teich GmbH. (2017). Wofür steht Constantia Teich? Weinburg, Niederösterreich, Österreich.
- Dörner, R., Broll, W., Grimm, P., & Jung, B. (2013). *Virtual und Augmented Reality*. Berlin: Springer Verlag.

- Google. (9. April 2018). *x.company Glass*. Von <https://lh3.googleusercontent.com/o2lyFMORuL-Ipw81x5uTFvN7Lr6y-K2HKDP87r3LnRndI2P0SACWtwBbZ8Tmd0p1Jw83FhWO7QjFFlyhrz2AK3hGCfH6HvhATxwVcQ=s1440> abgerufen
- Hirsch-Kreinsen, H. (2014). *Wandel von Produktionsarbeit - Industrie 4.0*. Dortmund: Technische Universität Dortmund.
- Hofmann, J. (2002). *Raumwahrnehmung in virtuellen Umgebungen*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag.
- Hohmann, C. (2016). *Datenschutz bei Wearable Computing: Datenschutz bei Wearable Computing*. Kassel: Kassel University Press.
- Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2012). *Umsetzungsempfehlungen für das Zukunftsprojekt Industrie 4.0*. Berlin: Promotorengruppe Kommunikation der Forschungsunion Wirtschaft - Wissenschaft.
- Kaufmann, T. (2015). *Geschäftsmodelle in Industrie 4.0 und dem Internet der Dinge*. Wiesbaden: Springer Vieweg.
- Klinke, H. (2013). *Bilder der Gegenwart: Aspekte und Perspektiven des digitalen Wandels*. Göttingen: Graphentis Verlag.
- Kolberg, D., & Zühlke, D. (2015). *Lean Automation enabled by Industry 4.0 Technologies*. Kaiserslautern: German Research Center for Artificial Intelligence.
- Mehler-Bicher, A., & Steiger, L. (2014). *Augmented Reality*. München: Oldenbourg Wissenschaftsverlag.
- Microsoft. (1. März 2018). *HoloLens hardware details*. Von [https://developer.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/hololens\\_hardware\\_details](https://developer.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/hololens_hardware_details) abgerufen

- Microsoft. (9. April 2018). *The World's First Holographic Head-Mounted-Display*. Von [https://compass-ssl.surface.com/assets/41/ce/41ceebdb-bc85-4f17-81c8-990e87b0926b.jpg?n=Hololens\\_Hardware\\_HumanFactor-Xray\\_1920\\_OCT12\\_New.jpg](https://compass-ssl.surface.com/assets/41/ce/41ceebdb-bc85-4f17-81c8-990e87b0926b.jpg?n=Hololens_Hardware_HumanFactor-Xray_1920_OCT12_New.jpg) abgerufen
- Ökonomou, J. (2017). *Rationalisierung von Inventur und Bestandskontrolle*. Berlin: Springer.
- Ramsauer, C. (2013). Industrie 4.0 - Die Produktion der Zukunft. *WINGbusiness*, 6-12.
- Roth, A. (2016). *Einführung und Umsetzung von Industrie 4.0*. Berlin: Springer Verlag.
- Scheer, A.-W. (2013). *Industrie 4.0 - Wie sehen Produktionsprozesse im Jahr 2020 aus?* (P. D.-W. Scheer, Hrsg.) Saarbrücken: Satzweiss Print Web Software GmbH.
- Seyrkammer, S. (2015). *Wearable Computing Technology*. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Vuzix Cooperation. (9. April 2018). *Vuzix M300 SDK*. Von [https://d2iankuf53zudv.cloudfront.net/Content/Upload/Product\\_Image\\_emulator\\_v2\\_20160630205856369.png](https://d2iankuf53zudv.cloudfront.net/Content/Upload/Product_Image_emulator_v2_20160630205856369.png) abgerufen
- Vuzix Corporation. (22. Februar 2018). *Vuzix M300 Product Sheet*. Von <http://files.vuzix.com/Content/docs/north-american/web/Vuzix-M300-Product-Sheet-01-18.pdf> abgerufen
- Warnecke, H.-J., & Hüser, M. (1996). *Die Fraktale Fabrik - Revolution der Unternehmenskultur*. Berlin: Springer Verlag.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Die vier Stufen der Revolution (Kagermann, Wahlster, & Helbig, 2012, S. 10), eigene Darstellung.....	4
Abbildung 2 - Google Glass Enterprise Edition .....	15
Abbildung 3 - Microsoft Hololens .....	16
Abbildung 4 - technische Spezifikationen Vuzix M300 Quelle: (Vuzix Corporation, 2018).....	19
Abbildung 5 - Vuzix M300 Display und Bedienung Quelle: (Vuzix Cooperation, 2018) .....	20
Abbildung 6 - Ist-Prozess Stichproben-Inventur Constantia Teich GmbH.....	26
Abbildung 7 - Excel-Vorlage Stichproben-Inventur Constantia Teich GmbH .....	27
Abbildung 8 - OSIS Gebinde-Kennzeichen .....	29
Abbildung 9 - Beispiel einer OSIS Rollenkarte.....	32
Abbildung 10 - Beispiel für die Kennzeichnung eines Regal-Lagerplatzes.....	33
Abbildung 11 - OSIS Gebinde Grunddaten.....	34
Abbildung 12 - OSIS Gebinde Bewegungsdaten.....	35
Abbildung 13 - Individuell erweiterte Version der Inventurliste.....	38
Abbildung 14 - Lageplan.....	39
Abbildung 15 - Soll-Prozess .....	45
Abbildung 16 - implementierter Soll-Prozess .....	48

Abbildung 17 - Screenshot B-Smart Menü .....	50
Abbildung 18 - Screenshot B-Smart Gebinde scannen .....	51
Abbildung 19 - Screenshot B-Smart Gebindedaten .....	51
Abbildung 20 - Barcode scannen vom Stapler aus .....	52
Abbildung 21 - Scan-Reichweite mit der App "Barcode-Scan" .....	54
Abbildung 22 - Scan-Reichweite mit der App "B-Smart" .....	55

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1 - Prozessdurchlaufzeiten der durchgeführten Ist-Prozesse .....	40
Tabelle 2 - Prozessdurchlaufzeiten der durchgeführten Ist-Prozesse inkl. zusätzlicher Kontrollen .....	44
Tabelle 3 - Wegzeiten Büro - Halle 0.....	58
Tabelle 4 - Prozessdurchlaufzeiten mit Datenbrille .....	59
Tabelle 5 - Soll/Ist Vergleich.....	60

## **Anhang A - §192 des UGB**

*§ 192. (1) Die Vermögensgegenstände sind im Regelfall im Weg einer körperlichen Bestandsaufnahme zu erfassen.*

*(2) Bei der Inventur für den Schluß eines Geschäftsjahrs bedarf es einer körperlichen Bestandsaufnahme der Vermögensgegenstände für diesen Zeitpunkt nicht, soweit durch Anwendung eines den Grundsätzen ordnungsmäßiger Buchführung entsprechenden anderen Verfahrens gesichert ist, daß der Bestand der Vermögensgegenstände nach Art, Menge und Wert auch ohne die körperliche Bestandsaufnahme für diesen Zeitpunkt festgestellt werden kann.*

*(3) In dem Inventar für den Schluß eines Geschäftsjahrs müssen Vermögensgegenstände nicht verzeichnet werden, wenn*

*1. der Unternehmer ihren Bestand auf Grund einer körperlichen Bestandsaufnahme oder auf Grund eines gemäß Abs. 2 zulässigen anderen Verfahrens nach Art, Menge und Wert in einem besonderen Inventar verzeichnet hat, das für einen Tag innerhalb der letzten drei Monate vor oder der ersten beiden Monate nach dem Schluß des Geschäftsjahrs aufgestellt ist, und*

*2. auf Grund des besonderen Inventars durch Anwendung eines den Grundsätzen ordnungsmäßiger Buchführung entsprechenden Fortschreibungs- oder Rückrechnungsverfahrens gesichert ist, daß der am Schluß des Geschäftsjahrs vorhandene Bestand der Vermögensgegenstände für diesen Zeitpunkt ordnungsgemäß bewertet werden kann.*

*(4) Bei der Inventur darf der Bestand von Vermögensgegenständen nach Art, Menge und Wert auch mit Hilfe anerkannter mathematisch-statistischer Methoden auf Grund von Stichproben ermittelt werden. Das Verfahren muß den Grundsätzen*

*ordnungsmäßiger Buchführung entsprechen. Der Aussagewert des auf diese Weise aufgestellten Inventars muß dem Aussagewert eines auf Grund einer körperlichen Bestandsaufnahme aufgestellten Inventars gleichkommen.*



## **Anhang B – Interview mit Hrn. Wolfgang Kloibhofer**

<b>Name</b>	Wolfgang Kloibhofer
<b>Firma</b>	Constantia Teich GmbH
<b>Bereich</b>	Materialwirtschaft
<b>Position</b>	Leiter
<b>Erfahrung</b>	40 Jahre in diesem Bereich bei der Constantia Teich GmbH

Ich hatte das Vergnügen, die komplette industrielle Revolution 3, so nenn ich dies immer, die ganze Informationstechnologie von Grund auf mit zu lernen. Wie ich angefangen habe, war die einzige Möglichkeit neben Telefon und Brief, mit Fernschreiber mit der Außenwelt zu kommunizieren. Der erste riesen Fortschritt war hierbei das Faxgerät. Das waren die Anfänge und nun sind wir bei der Datenbrille angelangt.

### **Was ist Ihre Meinung zu den Ergebnissen der Vuzix M300 Teststellung?**

Die Meinung ist die, dass wir mit den erreichbaren Reichweiten absolut nicht leben können. Wir gehen davon aus, von den Staplerfahrzeugen aus zumindest 1,5m schaffen müssen. Alles unter 1,5m ist absolut uninteressant. Diese Erfahrung haben wir bis jetzt noch nicht gemacht, dass wir mit vernünftigen Reichweiten arbeiten können.

Der Ansatz war der, dass Staplerfahrer während der Arbeit, wo sie mit der Hand ein Terminal bedienen müssen, eben nicht die Hände von den Bedienelementen nehmen müssen oder nur sehr kurzfristig oder in nur sehr geringem Ausmaße.

**Finden Sie die Datenbrille für den Anwendungsfall der Inventur sinnvoll?**

Ja, da man sich manuelle aufschreibe Tätigkeiten erspart. Wobei wir uns von der Meinung, und da habe ich mich auch mittlerweile mit anderen Firmen unterhalten, die in diesem Bereich Erfahrung sammeln, 8 Stunden dieses Gerät tragen zu können etwas verabschiedet haben, weil es einerseits ein Gewichtsproblem und ein Akkuprobem gibt. Ich kenne es von einer anderen Firma, wenn dort die Brille 8 Stunden für Pick-Ups verwenden werden soll, was ja auch sinnvoll ist, da diese immer irgendwelche Schachteln heben muss, dann benötigt man zumindest externe Akkus, um mit der Akkukapazität auszukommen. Außerdem gibt es noch die Meinung, dass es doch zu einer gewissen Temperaturentwicklung kommt bei den verbauten Prozessoren, was man nicht außer Acht lassen sollte. Ich habe hierbei jedoch schon beide Meinungen gehört, sowohl das dies auftritt als auch, dass dies nicht auftritt.

**Hast du die für die Datenbrille entwickelte App der Firma Becos selbst im Produktionsbereich getestet?**

Nein, das wurde von meinen Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern durchgeführt. Nur ausprobiert im Rahmen der ersten Analysegespräche.

**Wie haben deiner Meinung nach deine Mitarbeiter, welche mit der Datenbrille in Berührung gekommen sind, auf diese reagiert?**

Grundsätzlich waren sie sehr neugierig. Ich glaube behaupten zu können, dass ich eine sehr innovative Abteilung habe, die durchaus auf Neuigkeiten jeder Art und Weise anspringen. Aber von den Reichweiten waren sie jedoch fürchterlich enttäuscht. Bei gewissen Barcodes mussten Sie bis auf 30cm an das Etikett heran gehen, was zu einer sehr großen Ernüchterung führte.

**Welche Einsatzmöglichkeiten sind deiner Meinung nach derzeit denkbar für den Einsatz von Datenbrillen bei der Constantia Teich bzw. allgemein in Produktionsbetrieben (bezogen auf die Materialwirtschaft)?**

Mit den aktuell erzielbaren Reichweiten nicht. Unter 1,5m ist der Einsatz der Brille bei uns sinnlos.

**Über welche Eigenschaften müssen deiner Meinung nach solche Brillen verfügen, um Vorteile aus deren Einsatz zu ziehen?**

Leicht, viel Akkukapazität und hohe Reichweite.

**Wo siehst du eventuelle Gefahren beim Einsatz von Datenbrillen?**

Man muss sich, wenn man sie in umfangreichen Maße einsetzt, den gesundheitlichen Aspekt ansehen. Ich weiß nicht was ein Arbeitsmediziner sagen würde, wenn man diese den ganzen Tag am Kopf trägt. Das kann ich nicht beantworten. Das müsste hieb und stichfest mit der Arbeitsmedizin abgeklärt werden, nicht das die Personen nach einem halben Jahr der Verwendung beispielsweise über Kopfschmerzen klagen.

Von meinen Mitarbeitern wurden keine Bedenken über den Einsatz geäußert, wobei wir die Datenbrille auch noch nicht flächendeckend eingesetzt haben.

**Stichwort Industrie 4.0 – Wie sehen Sie die zukünftigen Einsatzmöglichkeiten von neuen Technologien in Produktionsbetrieben?**

Ich glaube, dass Industrie 4.0 an sich keine Revolution ist, sondern dass es sich dabei um eine Evolution handelt. Eine Revolution war die Dampfmaschine, der Verbrennungsmotor und der erste PC. Alles was jetzt passiert ist Evolution.

Was mich mehr interessieren würde, aber das werde aktiv in meiner Karriere nicht mehr miterleben, ist, was passiert, wenn wirklich mal ein LKW ohne Fahrer kommt. Ein Elektro-LKW beispielsweise braucht eine Tankstelle, der muss sich andocken, anmelden, jemand muss dieses Auto übernehmen, das Auto muss an die richtige Laderampe und und und. Das finde ich ist ein spannendes Thema.

## Anhang C – Interview mit Hrn. Prof. Dr. Günter Bitsch

<b>Name</b>	Prof. Dr. Günter Bitsch
<b>Firma</b>	Becos GmbH
<b>Position</b>	Gründer und Geschäftsführer
<b>Erfahrung</b>	31 Jahre selbstständig im produktionsnahen IT-Umfeld

Ich habe, als Jugendsünde, Mathematik studiert und hab vor 31 Jahren die Firma Becos gegründet, als Technologie Spin-Off des Fraunhofer Institutes und zwar für Software im produktionsnahen Umfeld. Damals eben für Hochregallager-Systeme und Fertigungsleitsysteme auf PC-Basis.

Von der Ausbildung her habe ich wie gesagt Mathematik studiert, habe dann ein wirtschaftswissenschaftliches MBA-Studium, hab in Entrepreneurship promoviert und habe noch einen Master in Coaching und Supervision.

**Seit wann beschäftigt sich die Becos GmbH mit Datenbrillen und was hat den Anstoß dazu gegeben?**

Wir beschäftigen uns mit Datenbrillen seit ca. 3 ½ Jahren. Seitdem die Datenbrillen auch verstärkt in die industrielle Nutzung gekommen sind. Der Anstoß kam von verschiedenen Seiten. Erstens von der Forschungsrichtung, durch die Lernfabrik in

Reutlingen, zweitens aus betreuten Masterarbeiten für Einsätze in Logistikunternehmen oder Automobilzulieferunternehmen, wo ein Masterstudent von mir eine Einsatzuntersuchung gemacht hat für Logistikprozesse. Und aufgrund der Weiterentwicklung der neuen Technologie, welche meiner Meinung nach gerade an der Schwelle zur Produktionsreife ist.

**Was spricht Ihrer Meinung nach für Vuzix bzw. warum haben Sie der Constantia Teich GmbH die Vuzix M300 empfohlen?**

Es gibt ein paar Brillen am Markt und Vuzix ist eine davon. Und Vuzix spielt im industriellen Einsatz, aus meiner Sicht, eine zentrale Rolle. Und die M300 war zum Zeitpunkt der Teststellung das aktuelle Modell. Google Glass war damals noch nicht soweit und wenn man auf andere Unternehmen sieht, dann ist Vuzix einer der führenden Hersteller.

**Haben Sie die Datenbrille auch bei anderen Kunden schon im Einsatz?**

Ja, haben wir. Hier besteht natürlich eine einzuhaltende Vertraulichkeit, aber alle Fälle sind sowohl im Logistik- wie auch im Produktionsbereich. Der Schwerpunkt liegt hierbei mehr auf der Herstellung einer Beziehung mit anderen Produkten von uns, wie beispielsweise dem Smart Scheduling Board. D.h. eine interaktive Unterstützung des Benutzers vor Ort. Auch dort haben wir im Moment die Vuzix im Einsatz.

**Was ist Ihre Meinung zu den Ergebnissen der Vuzix M300 Teststellung bei der Constantia Teich GmbH?**

Am Anfang lief es ganz gut aber es verschleppt sich zurzeit etwas. Ein Kritikpunkt an der Teststellung ist, dass es kein sauberes Testkriterium gab. Mit der Teststellung wurde versucht, 2 Dinge gleichzeitig zu unterstützen. Einerseits das Bekanntmachen mit der Technologie und einen explorativen Ansatz. Und auf der anderen Seite einen zu erfüllenden Use-Case. Der explorative Ansatz wird durch die Eingrenzung der Use-Cases eingeschränkt. Die Teststellung verfolgt mehrere Ziele von mehreren Stakeholdern, was das ganze schwieriger macht.

**Welche Einsatzmöglichkeiten sind Ihrer Meinung nach derzeit denkbar für den Einsatz von Datenbrillen bei der Constantia Teich, abgesehen von den aktuellen implementierten Anwendungsfällen?**

Ja, es gibt eine ganze Menge von Möglichkeiten in der Produktion, in der Qualitätssicherung und vieles mehr.

**Wie ist Ihre Einschätzung über die zukünftige Verbreitung von Datenbrillen? Glauben Sie, dass Datenbrillen vermehrt im industriellen Sektor eingesetzt werden bzw. in welchen Branchen sehen Sie die größten Potentiale?**

Das ist eine schwierige Frage. Datenbrillen sind ein bisschen vergleichbar mit der frühen Phase von Tablets. Aus meiner Sicht werden sie sich jetzt noch etwas schwertun, aber sie werden ihren Weg sicher finden. Genauso wie es Bewegung in der Benutzerführung gibt und Sprachsteuerung einen wesentlich größeren Punkt bekommt, genauso bekommen wir bei der Darstellung mit den Datenbrillen einen verstärkten Eingang in reale Anwendungen. Das User Interface wird sich einfach mit der Zeit ändern. Wir werden hoffentlich nicht alle die kommenden Jahrzehnte Smartphones bedienen. Meiner Meinung ist das nicht das User-Frontend der Zukunft.

Auf jeden Fall haben Datenbrillen eine Zukunft vor sich, wann und wie das dann durchbricht weiß man nicht. Ein Tablet hätte ohne iPad vermutlich auch nicht so einen Durchbruch gehabt, was bei Datenbrillen auch so ist. Wenn ein Hype zu Smart Glasses entsteht, beispielsweise wenn Apple eine Datenbrille veröffentlicht, dann bekommen sie sicherlich noch einen ordentlichen Push.

**Welche Vor-/Nachteile glauben Sie, hat eine Datenbrille gegenüber anderer technologischer Produkte, wie beispielsweise einem Tablet?**

Ich bin im Sichtfeld nicht eingeschränkt, ich kann Daten einblenden. AR bringt viel aus meiner Sicht, weil man eine ganz andere Wahrnehmungssituation hat. Ich sehe die reale Struktur und je mehr AR da liefern kann, desto besser ist es. Ein kleines Beispiel, wenn wir z.B. in der Montage eine Montagekonfiguration aufbauen dann kann ich bei der Positionierung dieser flexiblen Elemente schon in der Brille anzeigen ob ich richtig stehe oder nicht. Und so etwas ist mit anderen Technologien schwerer zu lösen. D.h. je flexibler es wird desto besser kann man Dinge gestalten und das Sichtfeld ist nicht auf das UI Element fokussiert, sondern es ist ein Add-On. Und bei der Datenbrille hat man nun eine Ergänzung der UI, wodurch es meiner Meinung nach zu einem fundamentalen Shift in der Bedienung kommen wird.

**Wenn Sie sich etwas wünschen könnten, welche Eigenschaft sollte eine Datenbrille haben bzw. was könnte an den aktuellen Modellen verbessert werden?**

Ich würde mir wünschen, dass es noch weniger „Add-On“ als bisher ist. Das man es beispielsweise für Brillenträger wie für mich, in eine handelsübliche Brille integrieren kann. Dann habe ich kein zusätzliches Tool.



Und hinsichtlich der Connectivity wünsche ich mir auch deutliche Verbesserungen, gerade in Bezug auf 5G und bei den sich dadurch eröffnenden Möglichkeiten sehe ich ein riesiges Potential.