

IGT-Studie 02: Trendstudie „Bürogebäude der Zukunft“

Ermittlung und Beschreibung möglicher Trends im Umfeld der Raumautomation in Bürogebäuden (Smart Building) sowie Klassifizierung der TOP20-Trends hinsichtlich Nutzerakzeptanz, Mehrwert sowie technischer Umsetzbarkeit.

Version 01, November 2020

Lizenziertes Exemplar für

Fa. xxx (Lizenznummer xxx/xx-xx)

IGT - Institut für Gebäudetechnologie GmbH

Dominik Hüttemann, Prof. Dr. Michael Krödel

Alte Landstraße 25, D-85521 Ottobrunn

www.igt-institut.de • info@igt-institut.de

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| Inhaltsverzeichnis | 2 |
| Abbildungsverzeichnis | 5 |
| Tabellenverzeichnis | 6 |
| 1 Einleitung | 7 |
| 1.1 Motivation..... | 7 |
| 1.2 Ziele dieser Trendstudie..... | 9 |
| 2 Von der klassischen Raumautomation zum Smart Building | 10 |
| 3 Datenschutz und Nutzeridentifikation durch Nutzeranalyse | 12 |
| 3.1 Einleitung..... | 12 |
| 3.2 Datenschutz und Datensicherheit..... | 12 |
| 3.3 Nutzeranalyse durch raumgenaue Nutzeridentifikation..... | 14 |
| 3.3.1 <i>Belegung von Büroräumen</i> | 14 |
| 3.3.2 <i>Technische Umsetzung</i> | 16 |
| 3.3.3 <i>Datenschutzrisiken</i> | 17 |
| 3.3.4 <i>Zu berücksichtigendes Recht</i> | 17 |
| 3.3.5 <i>Zulässigkeit der Datenverarbeitung</i> | 17 |
| 3.4 Kommentar..... | 18 |
| 4 Anforderungen an ein Smart Building | 19 |
| 4.1 Wann wird ein Gebäude „smart“?..... | 19 |
| 4.2 Verbesserung der Energieeffizienz..... | 19 |
| 4.3 Wohlbefinden und Produktivität der Mitarbeiter..... | 20 |
| 4.4 Blick in die Zukunft..... | 22 |
| 5 Mögliche Trends in Bürogebäuden („Thesen“) | 23 |
| 5.1 Themengebiete..... | 23 |
| 5.2 Tabellarische Darstellung der Thesen..... | 24 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 6 | Anwendungsfälle („use cases“) | 31 |
| 6.1 | Aufbau der Steckbriefe | 31 |
| 6.2 | Aufzug..... | 33 |
| 6.3 | Auswertung | 33 |
| 6.4 | Beleuchtung | 36 |
| 6.5 | Energieverbrauch | 38 |
| 6.6 | Grünflächen | 39 |
| 6.7 | Kantine..... | 40 |
| 6.8 | (Indoor) Navigation | 41 |
| 6.9 | Notfall..... | 43 |
| 6.10 | Parken | 44 |
| 6.11 | Raumbuchung/ Büroflächenauswertung | 45 |
| 6.12 | Raumluft..... | 47 |
| 6.13 | Sicherheit..... | 48 |
| 6.14 | Service & Wartung | 50 |
| 6.15 | Toiletten | 51 |
| 6.16 | Visualisierung & Bedienung | 52 |
| 6.17 | Virtual Reality..... | 54 |
| 7 | Nutzerbefragung | 55 |
| 7.1 | Vorgehensweise | 55 |
| 7.2 | Allgemeiner Teil der Umfrage | 56 |
| 7.2.1 | <i>Altersgruppen und Arbeitsumfeld</i> | 56 |
| 7.2.2 | <i>Einstellung zum Thema Datenschutz</i> | 58 |
| 7.3 | Akzeptanzanalyse der Umfrage..... | 60 |
| 7.4 | Ergebnis der Umfrage | 61 |
| 7.5 | Fazit der Umfrage | 63 |

| | | |
|----------|---|------------|
| 8 | Die Beziehungsmatrix | 64 |
| 8.1 | Vorgehensweise der Auswertung..... | 65 |
| 8.1.1 | <i>Bedeutung für den Kunden (Ergebnisse aus der Akzeptanzanalyse)</i> | 65 |
| 8.1.2 | <i>Individueller Mehrwert sowie „gewichteter Mehrwert“</i> | 65 |
| 8.1.3 | <i>Komplexität</i> | 66 |
| 8.2 | Zusammenfassung der Beziehungsmatrix..... | 67 |
| 8.3 | Auswertung der Beziehungsmatrix..... | 70 |
| 8.3.1 | <i>Hoher Mehrwert/ Niedrige Komplexität</i> | 70 |
| 8.3.2 | <i>Hoher Mehrwert/ Hohe Komplexität</i> | 70 |
| 8.3.3 | <i>Niedriger Mehrwert/ Niedrige Komplexität</i> | 70 |
| 8.3.4 | <i>Niedriger Mehrwert/ Hohe Komplexität</i> | 71 |
| 9 | Schlussbetrachtung / Fazit | 72 |
| | Glossar | 73 |
| | Quellenverzeichnis | 75 |
| | Anhang A: Detaillierte Auswertung der Akzeptanzanalyse | 78 |
| | Anhang B: Detaillierte Aufstellung der Beziehungsmatrix | 104 |

Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Ebenen der Gebäudeautomation und Trend zugunsten BMS-Systemen..... | 11 |
| Abbildung 2: Vergleich der tatsächlichen zu Standardprofilen aus Normen [10]..... | 14 |
| Abbildung 3: Gegenüberstellung des Energieaufwand für Heizen und Kühlen..... | 15 |
| Abbildung 4: Detaillierungsgrade von Raumbelungsdaten [12]..... | 16 |
| Abbildung 5: Vergleich von NWG und WG hinsichtlich Energieverbrauch [16]..... | 20 |
| Abbildung 6: Kostenanteile wissensbasierter Unternehmen [32]..... | 20 |
| Abbildung 7: Horizont von möglichen Szenarien [17] | 22 |
| Abbildung 8: Raumbuchung/ Schreibtischbuchung [21] | 45 |
| Abbildung 9: Sicherheitsroboter "Sam" der Firma Jonker Makis Robotics [24]..... | 48 |
| Abbildung 10: Gestensteuerung im BMW der 7er-Reihe [23]..... | 52 |
| Abbildung 11: Altersgruppen der Teilnehmer | 57 |
| Abbildung 12: Arbeitsumfeld der Teilnehmer..... | 57 |
| Abbildung 13: Schutz personenbezogener Daten | 58 |
| Abbildung 14: Nutzen personenbezogener Daten gegenüber dem Energieeinsparen..... | 58 |
| Abbildung 15: Nutzen personenbezogener Daten gegenüber der Betriebsoptimierung..... | 59 |
| Abbildung 16: Grundgedanke Korrelationsmatrix QFD..... | 64 |
| Abbildung 17: Bewertung der Anwendungsfälle hinsichtlich der Mehrwert-Kategorien | 65 |
| Abbildung 18: Mehrwert / Komplexität – Matrix (Gegenüberstellung) | 69 |
| Abbildung 19: Kategorisierung der Mehrwert/ Komplexität - Matrix..... | 69 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: DSGVO – Überblick [6] [7] | 12 |
| Tabelle 2: Beispielhafte Faktoren für unterschiedlich Raumbelagungen in Büros | 14 |
| Tabelle 3: Bausatz einer Betriebsvereinbarung [13] | 18 |
| Tabelle 4: Komplexität Einstufung | 32 |
| Tabelle 5: personalisierte Meldungen werden einem im Aufzugsspiegel angezeigt | 33 |
| Tabelle 6: Gebäude interner Messenger | 34 |
| Tabelle 7: Standortbezogene Hinweise | 35 |
| Tabelle 8: Fitness- Informationen aus dem Arbeitsalltag | 36 |
| Tabelle 9: Büroleuchten unterstützen den Biorhythmus der Mitarbeiter | 37 |
| Tabelle 10: Energieeinsparen in ungenutzten Räumen/ Etagen | 38 |
| Tabelle 11: Autonomes Rasenmähen zu geeigneten Uhrzeiten..... | 39 |
| Tabelle 12: Abschätzbarkeit benötigter Mahlzeiten durch Essensgewohnheiten | 40 |
| Tabelle 13: Personen können durch das Gebäude navigiert werden | 41 |
| Tabelle 14: Pünktlicher Start des Besprechungstermins..... | 42 |
| Tabelle 15: Personenortung im Falle einer Evakuierung | 43 |
| Tabelle 16: Parkplatzzuweisung auf Basis von Nutzerdaten | 44 |
| Tabelle 17: Schreibtische einzeln buchbar | 46 |
| Tabelle 18: Arbeitsplatz der Kollegen bekannt | 46 |
| Tabelle 19: Müdigkeitserkennung weist auf Pausen hin | 47 |
| Tabelle 20: Abwesenheitstaster | 49 |
| Tabelle 21: Mängelmelder über das Smartphone | 50 |
| Tabelle 22: Anpassen von Reinigungsintervallen durch Nutzungsintensität | 51 |
| Tabelle 23: Gestensteuerung für Raumkonditionierung | 53 |
| Tabelle 24: Besprechungen mit Hilfe von Virtual Reality/ Augmented Reality..... | 54 |
| Tabelle 25: Ergebnis der Umfrage - Balkendiagramm | 61 |
| Tabelle 26: Ergebnis der Umfrage - Erklärung zum Balkendiagramm | 62 |
| Tabelle 27: Beziehungsmatrix – Teil 1 | 67 |
| Tabelle 28: Beziehungsmatrix – Teil 2..... | 68 |

Hinweis

Diese Studie unterliegt dem Urheberschutz.
Eine Vervielfältigung (auch auszugsweise) ist nicht gestattet.

1 Einleitung

1.1 Motivation

Moderne Bürogebäude entwickeln sich zunehmend zu „Smart Buildings“. In Bezug auf die Systemarchitekturen werden dezentrale Installationen um weitere, teils neuartige, Sensoren ergänzt und zunehmend an IT-Systeme gekoppelt. Dies ermöglicht komplett neue Dienste (Mehrwertdienste) und ebenso komplett neue Anwendungsfälle der Gebäude- und insbesondere der Raumautomation.

Die sich weiter in Entwicklung befindliche Digitalisierung führt zu einem Paradigmenwechsel in der Nutzung, Bewertung und Bewirtschaftung von Gebäuden. Der Wert einer Immobilie wird immer stärker von der installierten Technik und des Vernetzungsgrades des Gebäudes bestimmt [5]. Schlüssel für diesen Mehrwertdienst sind „Building IoT Plattformen“, welche die Informationstechnik (IT) und die Gebäudeautomation (GA) näher zusammenbringen.

Aufgrund dieser Entwicklung untersucht die vorliegende Trendstudie:

- Welche Automationsfunktionen sind (zukünftig) in modernen Bürogebäuden zu erwarten bzw. denkbar?
- Welchen Mehrwert stellen diese Möglichkeiten dar?
- Welchen Komplexitätsgrad haben diese Möglichkeiten?

Kapitel 2 beschreibt den Wandel der klassischen Raum- und Anlagenautomation zum „Smart Building“ aufgrund der Zunahme von Sensorik in Gebäuden sowie dem Wandel der klassischen Gebäude-Leittechnik (GLT) zu Building Management Systemen (BMS) samt Kopplung an weitere IT-Systeme.

Da die Anzahl an Sensordaten aus dem Gebäude zunimmt und somit Rückschlüsse auf die Identität und das Verhalten von Nutzern möglich werden, gewinnt das Themenfeld des Datenschutzes an Bedeutung. Wesentliche beachtenswerte Eckpunkte sind in **Kapitel 3** beschrieben.

Der grundsätzliche Trend in Richtung Smart Building wird in **Kapitel 4** dargestellt. Dies umfasst die grundsätzliche Überlegung, ab wann ein Gebäude „smart“ ist und sowohl die positiven Auswirkungen in Bezug auf die Energieeffizienz einerseits und erhöhtes Wohlbefinden bzw. erhöhte Produktivität der Mitarbeiter andererseits.

Der Schwerpunkt der Trendstudie beginnt mit **Kapitel 5**. Hier wurden möglichst viele Trends erfasst bzw. entwickelt und letztlich in 85 Thesen aus 22 Themengebieten überführt. Da im weiteren Verlauf der Trendstudie aus dieser Liste nur ein Teil weiter betrachtet wurde, ist diese „Ur-Liste“ womöglich genau dann sehr interessant, wenn anderweitig anwendungsorientierte Ideen entwickelt werden sollen. D.h. diese Ur-Liste sollte für Design-Thinking-Prozesse, Brainstorming-Meetings, Smart Building Workshops etc. eine wertvolle Basis sein.

Kapitel 6 greift zwanzig Thesen aus dem vorgehenden Kapitel auf und erweitert diese zu Anwendungsfällen. Diese Erweiterung umfasst eine genauere Beschreibung der Anwendungsszenarien, der möglichen Mehrwerte sowie Abschätzungen der Umsetzungs-Komplexität. Die wesentlichen Aussagen zu jedem Anwendungsfall werden in einem einheitlichen Steckbrief zusammengefasst.

Diese Anwendungsfälle werden im Anschluss einer Nutzerbefragung unterzogen. **Kapitel 7** beschreibt die Vorgehensweise und fasst die Ergebnisse in Form einer Akzeptanzanalyse zusammen.

Die erarbeiteten Erkenntnisse zu Mehrwert und Nutzerakzeptanz einerseits und Komplexität andererseits münden in **Kapitel 8** in einer Beziehungsmatrix. Die behandelten zwanzig Anwendungsfälle werden in einem 4-Quadranten-Schema dargestellt und es zeigt sich, welche Anwendungsfälle einen hohen Nutzen bei gleichzeitig überschaubarer Komplexität haben („low hanging fruit“).

Kapitel 9 enthält ein Fazit und schließt mit einer Schlussbetrachtung.

Im **Anhang A** ist die detaillierte Auswertung der Akzeptanzanalyse von Kapitel 7 aufgeführt, **Anhang B** enthält die Details zur Beziehungsmatrix von Kapitel 8.

1.2 Ziele dieser Trendstudie

Ziel der Studie ist es herauszufinden, welche Trends in der Raumautomation in modernen Büros in Zukunft plausibel erscheinen und welchen Mehrwert diese bei einer gegebenen Umsetzbarkeit bieten.

In einer Umfrage wird die Bedeutung verschiedener Anforderungen und deren Akzeptanz für den Nutzer erfragt. Hierbei wird bewusst nicht auf die technische Umsetzung eingegangen. Der Nutzer soll unabhängig von möglichen technischen Problemstellungen entscheiden, wie groß er den Mehrwert für sich einschätzt.

Auf Basis dieser Umfrage erfolgt eine Bewertung der jeweiligen Trends hinsichtlich Mehrwert und Komplexität. Diese Bewertung wird in einer Beziehungsmatrix veranschaulicht.

Im Laufe der Studie wird erarbeitet:

- **Zusammenstellung möglicher Trends in Form von „Thesen“**
Die ausgearbeitete Zusammenstellung der Thesen beinhaltet alle recherchierten Trends und möglichen Anforderungen an ein Smart Building. Der Übersichtlichkeit halber sind die Thesen in Themengebiete (Beleuchtung, Energieverbrauch, Navigation, Visualisierung etc.) gruppiert.
- **Selektion und weitere Beschreibung einiger Thesen als „Anwendungsfälle“**
Auf Basis der aufgeführten Thesen erfolgte eine Selektion derer, die weiter als konkreter „Anwendungsfall“ in Form von Steckbriefen (inkl. Angaben zu Mehrwert und Komplexität) beschrieben werden. Zur Selektion wurden zwei Kriterien gleichzeitig betrachtet: Zum einen sollte eine Umsetzung in den nächsten wenigen Jahren technisch möglich sein. Ausgesprochen visionäre Thesen wurden somit nicht weiterbearbeitet. Zum anderen sollten die selektierten Thesen noch eine möglichst große Bandbreite an Themengebieten abdecken.
- **Akzeptanzanalyse**
In einer Umfrage wird die Akzeptanz durch den Nutzer erfragt.
- **Beziehungsmatrix**
In einer Matrix werden die Anwendungsfälle im Hinblick auf deren Mehrwert und Komplexität übersichtlich dargestellt und als Grafik visualisiert. So wird deutlich, welche Anwendungsfälle ein überdurchschnittlich positives Komplexität-Mehrwert-Verhältnis aufweisen. Darüber hinaus können bei einem potenziellen Bürobetreiber, Anwendungsfälle mit großem Mehrwert und gleichzeitig geringer Komplexität schnell Interesse für eine moderne Raumautomation wecken.

Ein wesentliches Ziel dieser Trendstudie ist die Ermittlung, welche Anforderungen eine hohe Umsetzbarkeit (geringer Komplexität) und gleichzeitig großen Nutzer-Mehrwert darstellen.