



Kuefsteingasse 22, 1140 Wien

www.erfinderei.at
idee@erfinderei.at

Erwin Erking
Thomas Happ

Einreichung: Tür zu, Licht aus! Technische Kommunikation im intelligenten Gebäude

Wie können haustechnische Systeme (Heizung/Kühlung, Lüftung, Beleuchtung) mit technischen Systemen des Nutzers (Beamer, Lautsprecher, Türschilder, Türschließsystem,...) kommunizieren und interagieren?

Aufgabenstellung

Start des Wintersemesters 2018. Herr Wohlfarter wandert durch die Gänge. Seit dem Umbau hat sich viel verändert. Beim Eingang jedes Lehrsaals zeigt nun ein gestochen scharfer und doch kaum Energie verbrauchender E-Paper-Bildschirm an, welche Lehrveranstaltung als Nächstes oder gerade stattfindet. Informationen über Vortragenden, Titel der Lehrveranstaltung und die Dauer werden direkt vom Buchungssystem zur Verfügung gestellt. Ändert sich kurzfristig etwas, werden die Anzeigen augenblicklich aktualisiert. Der benachbarte Lehrsaal ist derzeit unbenutzt, auch der Bildschirm zeigt in den kommenden Stunden keine Veranstaltung an. Daher sind sowohl Licht als auch die anderen Stromverbraucher wie Beamer und Mikrofon vom Netz getrennt.

Neugierig öffnet Herr Wohlfarter die Tür, denn die Säle stehen außerhalb der Lehrveranstaltungen den Studierenden jederzeit offen. Erst am voreingestellten Tagesende werden die Türen verriegelt, die Heizung zurückgeschaltet und die Fenster automatisch geschlossen. Nun registriert das System, dass der Saal betreten und genutzt wird. Das Licht geht an und die verschiedenen Multimedia-Systeme gehen ans Netz und können bei Bedarf verwendet werden. Nachdem die Außentemperaturen schon fast winterlich sind, läuft die Gebäudeheizung bereits. Der Regler am Eingang zeigt +/- 0, die Standardtemperatur wird vom System je nach Einstellung vorgegeben. Mit einem Knopfdruck stellt Herr Wohlfarter auf + 2 Grad. Die individuellen Wohlfühltemperaturen können bei Bedarf händisch eingestellt werden.

Er verlässt den Saal wieder. Nach einiger Zeit ohne Aktivität wird das Haussystem den Saal wieder verdunkeln, die Temperatur normalisieren und die Verbraucher vom Netz trennen. Je nach Größe des Saals geschieht dies durch Messung des Schallpegels, Bewegungsmelder und CO₂-Anteil in der Luft. Damit ist gewährleistet, dass intensiv lernende Studierendengruppen nicht plötzlich im Dunkeln sitzen, aber auch wenige angeregt Diskutierende einen größeren Raum nutzen können, sollten keine anderen Räume verfügbar sein.

Herr Wohlfarter beschließt, diesen Saal für heute bereits abzuschließen. Nur noch wenige Veranstaltungen sind im Gang und die Uhr zeigt bereits 20 Uhr. Er berührt den Anzeigebildschirm mit seinem RFID-Schlüssel und das System zeigt sofort eine Steuerungskonsole an. Hier aktiviert er mit einer Berührung der dargestellten Option den Nachtmodus und sofort ertönt ein Klicken, als das Schloss verriegelt und drinnen alles dunkel wird. Er könnte nun noch prüfen, ob alle Fenster geschlossen sind, dazu müsste er einfach die Tür mit seinem Schlüssel manuell entriegeln, aber Herr Wohlfarter verlässt sich darauf, dass beim Abmelden des Saals vom Betrieb die Fenster automatisch geschlossen werden.

Alles automatisch, zentral gesteuert und doch flexibel genug, von Berechtigten jederzeit, notfalls auch vor Ort gesteuert zu werden. Und gemäß der Freiheit der Lehre mit offenen Standards, Open-Source-Lösungen und unabhängig von proprietären Systemen oder gar großen Konzernen, deren Angebote eine Anhängigkeit einzementieren. So kann sich Herr Wohlfarter beruhigt in den Abend verabschieden. Die gewählte Haustechnik ist offen für die Zukunft und trotzdem einfach zu bedienen. Und wer weiß, vielleicht gibt es ja bald großartige neue Technologien, die nur darauf warten, in das System eingebunden zu werden und das Leben auf der Uni noch einfacher zu gestalten?

Einleitung

In der Gebäudeautomation werden drahtlose Sensornetzwerke (wireless sensor networks - WSN) und das Internet der Dinge (IoT) immer interessanter, denn sie ermöglichen es uns, ohne sich Gedanken über zusätzliche Verkabelung oder Installationen in schwer zu erreichenden Bereichen zu machen, "Smart" an bestehende Gebäudeinfrastruktur hinzuzufügen.

Moderne Gebäude benötigen 60% ihrer Energie für Beleuchtung und Klimatechnik. Rund ein 1/3 davon könnte durch eine integrierte Steuerung eingespart werden. Die Verwendung von Funksensoren reduziert die Kosten für die Installation wesentlich, da keine teuren Spezialkabel verlegt werden müssen.

Zusätzlich bringt ein gut beleuchteter und klimatisierter Arbeitsbereich eine Steigerung des Wohlbefindens der Benutzer mit sich – somit kann auch die Arbeits-Effizienz gesteigert werden.

Eine intelligente Steuerung muss aber nicht nur darauf beschränkt sein, Räume nur dann zu beleuchten, wenn sie benötigt werden – sondern kann auch viele weitere Faktoren in Betracht ziehen (wie z.B. die Außentemperatur, Sonnenstand oder eine Personen-Zählung) um die Steuerung der Klimatechnik und Beleuchtung zu beeinflussen.

Gesucht wird somit eine Lösung die einerseits moderne drahtlose Sensornetzwerke als auch vorhandene Haustechnik Lösungen verbinden kann, um so die Vorteile beider Konzepte optimal zu nutzen.

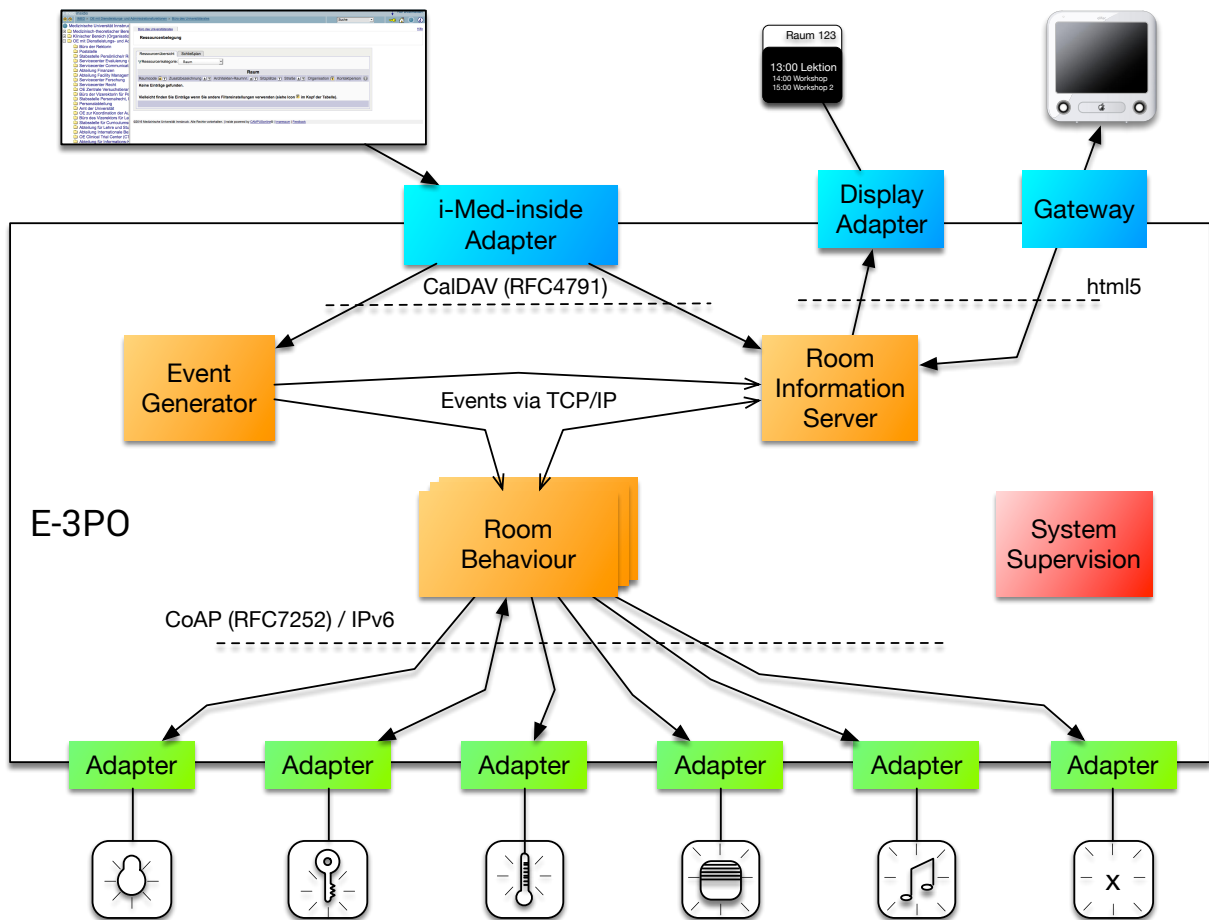
Auch ist davon auszugehen das sich eine „optimale Lösung“ erst nach und nach entwickeln lässt. Daher muss die vorgeschlagen Lösung modular, leicht wartbar und optimal zu erweitern sein.

Lösung – E-3PO

In Anlehnung an den futuristischen Droiden C-3PO haben wir das System E-3PO genannt, da es wie dieser verschiedene Schnittstellen übersetzt und einfache Aufgaben selbständig erledigt.

Überblick

Die vorgestellte Lösung ist ein modular aufgebautes System, welches durch die Verwendung von standardisierten Schnittstellen leicht gewartet und erweitert werden kann. Es folgt dem Gedanken des „Internet der Dinge“¹ indem es „konventionelle“ Elemente (wie zB. KNX) durch Adapter in „IoT“-fähige Elemente übersetzt.



Um die Kernelemente „Event Generator“, „Room Behaviour“ und „Room Information Server“ sind verschiedene Adapter angeordnet, welche die unterschiedlichen Systeme eines Gebäudes verbinden.

Das „System Supervision“-Element überwacht die Funktion der anderen Elemente und kann im Fehlerfall einen „Notbetrieb“ auslösen.

Die einzelnen Elemente des Gebäudes können somit unterschiedlich sein und jederzeit ausgetauscht werden. Der entsprechende Adapter sorgt dafür, dass die Komponenten sich mit dem E-3PO System verstehen.

¹ Internet der Dinge: https://de.wikipedia.org/wiki/Internet_der_Dinge

Details

Im folgendem werden die einzelnen Elemente des Systems und Ihre Schnittstellen genauer dargestellt.

- **Event Generator** - erhält Zeitpläne im CalDAV (RFC4791)² Format und generiert in Abhängigkeit von der Zeit die Events „Open Room“ und „Close Room“
- **Room Behaviour** – das „Gehirn“ des Systems – beinhaltet Anweisungen welche Aktionen notwendig sind um einen Raum zu aktivieren bzw. zu deaktivieren sowie wie die einzelnen Einrichtungen des Raumes gesteuert werden können. Die Ansteuerung der Raum-Einrichtungen erfolgt über das CoAP (RFC7252)³ Protokoll.
- **Room Information Server** – ein einfacher Webserver um die Informationen eines Raumes darzustellen (z.B. Belegung oder Licht-An/Aus-Status) sowie eine Steuerung der Raumelemente zu ermöglichen (zB. Temperatur oder Jalousien).
- **I-Med-Inside Adapter** – liest die Buchungsinformationen aus dem I-Med-Inside System und konvertiert diese in das CalDAV Format.
- **Display Adapter** – übersetzt die „html“ Informationen des „Room Information Servers“ in eine Form die den digitalen Türschildern entspricht. Kann je nach verwendeten Modell auch entfallen, da einige Türschilder bereits auf Webserver zugreifen können.
- **CoAP Adapter** – je nach verwendeten Haustechnik System übersetzt dieser Adapter das jeweilige „proprietäre“ Format (zB. KNX) in das CoAP Format. Es können auch mehrere Haustechnik System, durch Verwendung von mehreren CoAP Adaptern, kombiniert werden
- **System Supervision** – überwacht die Steuerungsmodule auf fehlerhaftes bzw. auffälliges Verhalten. Im „Fehlerfall“ deaktiviert die „System Supervision“ das fehlerhafte Element und bringt das System in Notbetrieb.
- **Verbindungen zwischen den Elementen** – wird durch das IPv6⁴ Protokoll realisiert, welches einen ausreichend großen Adressraum und eine Basis bewährter Sicherheitsfunktionen (u.a. TLS⁵ und DTLS⁶) bietet. Das physische Übertragungsmedium kann hierbei kabelgebunden (z.B. Ethernet) oder kabellos (z.B. 6LoWPAN) sein.

² CalDAV RFC4791: <https://tools.ietf.org/html/rfc4791>

³ CoAP RFC7252: <https://tools.ietf.org/html/rfc7252>

⁴ IPv6 – Internet Protocol Version 6: <https://tools.ietf.org/html/rfc2460>

⁵ TLS – Transport Layer Security: <https://tools.ietf.org/html/rfc5246>

⁶ DTLS - Datagram Transport Layer Security: <https://tools.ietf.org/html/rfc6347>

Umsetzung

Die Elemente des Systems sind aufgrund Ihrer „reduzierten“ Aufgabe einfach umzusetzen und zu testen. Die Verwendung von bereits vorhandenen Open-Source Lösungen (u.a. Django⁷ und Node-Red⁸) sowie stabilen und bewährten Elementen (zB. Debian-Linux und ssh-Verschlüsselung) ermöglicht einen raschen Aufbau des Systems und garantiert eine einfache Wartung und Erweiterbarkeit.

Ein wichtiges Element des Designs ist ferner das alle Komponenten idempotent sind – d.h. sie beinhalten keine Zustände. Dadurch wird der Test vereinfacht als auch die Langzeitstabilität des Systems erhöht.

Steuerung

Abseits der automatischen Steuerung durch das System kann über den „Room Information Server“ mittels „Webbrowser“ die Elemente des Raumes gesteuert werden.

Sicherheit und Schutz gegen Missbrauch

Das System verwendet aktuellen und bewährten Sicherheitsprotokolle (TLS und DTLS) um die Datenübertragungen zu schützen.

Eine Änderung von Daten ist durch eine Benutzerauthentifikation geschützt. Hierbei sind alle Daten des Systems jederzeit lesbar aber nur durch „berechtigte“ Benutzer oder andere Elemente des Systems veränderbar. Z.B. kann der I-Med-Inside Adapter die Raum-Buchungsinformationen verändern.

Zusammenfassung

- Das System abstrahiert die verschiedenen unterschiedlichen Haustechnik-Systeme und stellt deren Funktion in einer einheitlichen Form (als Webpage) dar. Erweiterungen und Änderungen können auf jeder Ebene (Haustechnik, „Room Behaviour“ und „Room Information“ gemacht werden, ohne dass die anderen Elemente davon betroffen sind.
- Die Verwendung von standardisierten Schnittstellen und Open-Source-Elementen erlaubt einerseits eine zügige Umsetzung des Systems und garantiert andererseits eine leichte Wartbarkeit und Erweiterbarkeit des Systems.
- Ein Gebäude wird als Gruppe von Räumen dargestellt, die Ihrerseits wiederum Steuerungselemente beinhalten – das Gebäude wird somit zum Intranet-of-Things.
- Alle Elemente des Systems sind offen und standardisiert – Adapter binden nicht (IoT) standardisierte Elemente in das System ein.

⁷ Django Web Framework: <https://www.djangoproject.com/>

⁸ Node-Red – Visual Tool for wiring the Internet of things: <http://nodered.org/>