

Kurzbericht Schnittstelle Mensch- Gebäudetechnik

31.05.2008



Projektleitung:

Dipl.-Math. Alois Schärfl, M.Sc.

Bearbeitung:

Dipl.-Math. Alois Schärfl, M.Sc.

Dr. Jürgen Pfitzmann

Dipl. Des. Wotan Wilden

Der Forschungsbericht wurde mit Mitteln des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung gefördert. (Aktzeichen: Z6- 10.08. 18. 7- 06. 20)

Die Verantwortung für den Inhalt des Berichts liegt beim Autor.

Kurzbericht:

1. Ziel der Forschungsaufgabe

Die Forschungsarbeit „Schnittstelle Mensch-Gebäudetechnik“ beschreibt Richtlinien zur verbesserten Gestaltung der Interaktion des Nutzers mit der Gebäudetechnik. Als Ergebnis werden Hinweise gegeben, wie intuitiv bedienbare Regel- und Steuereinheiten gestaltet werden sollen, um Fehlbedienungen und dadurch Energieverschwendung vermeiden zu können. Außerdem sollen alte und junge sowie wechselnde Bewohner und Nutzer in der Lage sein, durch leicht interpretierbare Einstellparameter ein gewünschtes Raumklima zu erhalten. Dabei werden die Parameter für Wärme, Lüftung, Licht und Verschattung berücksichtigt, welche man speziell für die Bereiche Wohnen, Wohnen auf Zeit (Hotel) und Arbeiten (Büro und Konferenz) untersucht und entsprechende Lösungsvorschläge erarbeitet hat.

In diesem Sinne sollen Hinweise und Verbesserungsvorschläge bezüglich der Gestaltung, Platzierung und Anwendung dieser Geräte gegeben werden. Darüber hinaus erscheint es sinnvoll, Informationen und Verhaltensvorschläge, wie zum Beispiel „Fenster schließen“, „Licht aus“ usw. an den Nutzer weiterzugeben um energiesparendes Verhalten anzuregen. In diesem Zusammenhang wird auch untersucht, durch welche Einstellparameter sich die gewünschten Behaglichkeitskriterien abbilden lassen. Somit kann der Nutzer schon während der Einstellung der Bedienelemente nach Möglichkeit einen Hinweis auf Energieverbrauch und Energiesparmöglichkeit erkennen.

Die Richtlinien wurden für eine möglichst große Nutzergruppe entwickelt. Behandelt werden nicht die Mensch – Maschine – Schnittstellen für den professionellen Bediener, wie zum Beispiel Hausmeister, Gebäudemanager, Energieversorgern etc., welche über abstrakte Parameter die Einstellung und Optimierung der gebäudetechnischen Anlagen erlauben. Im Mittelpunkt steht vielmehr die Schnittstelle zwischen „Laie“ und Maschine.

Es wird nach Standards für Grundfunktionen gesucht, die sich in der Praxis bewähren und ein hohes Maß an Wiedererkennungswert besitzen.

2. Durchführung der Forschungsaufgabe

Recherche

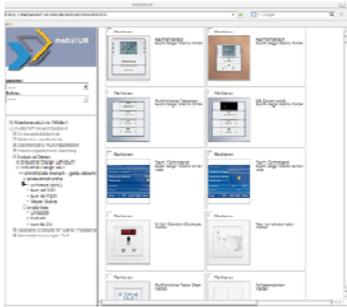
Die Vor-Ort-Begehung in ausgewählten Gebäuden und die Erfahrung aus der Praxis zeigen, dass die derzeit verfügbaren Steuerungen und Regler eine Vielzahl von Einstellmöglichkeiten anhand von oftmals sehr abstrakten Parametern bieten. Mit deren Interpretation ist der unbedarfte Nutzer überfordert. In der Praxis zeigt sich, dass selbst Fachpersonal bei der Abstimmung von unterschiedlichen Anlagen (Heizung, Lüftung) überfordert sind, weil sehr viele Zustände berücksichtigt werden müssen und die Anlagen die gegenseitige Beeinflussung oft nur eingeschränkt zulassen.

Strukturiert man die möglichen Schalter- und Bedienarten nach sinnvollen Einsatzgebieten, ergibt sich immer noch eine Vielzahl von Möglichkeiten, die durch neue technische Entwicklungen noch größer werden. Bedienelemente werden dadurch in ihrer Flexibilität und Einstellmöglichkeit immer mächtiger, aber auch komplexer und für den Nutzer deshalb schwer verständlich, wodurch die Akzeptanz bei einem Großteil der Nutzer abnimmt. Sinnvolle Einstellungen unterbleiben oder es werden gar versehentlich ungünstige Parameter gewählt.

Es ist festzustellen, dass trotz der zahlreichen Einstellmöglichkeiten der existierenden Bedienelemente oftmals nicht direkt der angestrebte Behaglichkeitswert einstellbar ist, sondern ein abstrakter physikalischer Wert wie zum Beispiel ein Volumenstrom oder nur eine dimensionslose Zahl zur Auswahl steht.

Im Rahmen der technischen Entwicklungen im Mikroelektronikbereich, insbesondere in den Bereichen Steuerung, Regelung und Datenkommunikation entstanden zahlreiche Möglichkeiten der Automatisierung und Steuerung unter Einsatz logischer Verknüpfungen. Diese mit der Anzahl der verknüpften Zustände exponentiell steigenden Möglichkeiten führen bei vielen Nutzern zur Überforderung während der energieoptimalen Einstellung der technischen Anlagen. Der scheinbare Komfortgewinn kann sich dadurch in ein erhöhtes Energieverschwendungspotential verkehren. Bei den Lösungsansätzen wurde darauf geachtet, dass Fehlbedienung möglichst ausgeschlossen ist und beim Nutzer ein Bewusstsein für Energieverbrauch erzeugt wird.

Um Anregungen zur Gestaltung zu bekommen wurden auch fachfremde Bedienelemente aus den Bereichen der Kommunikations- und Informationstechnologie analysiert. Bei den untersuchten „alltäglichen“ Geräten, wie zum Beispiel Mobiltelefon, Digitaler Assistent, Navigationssysteme usw. ist festzustellen, dass die Schnittstelle zum Nutzer, unter der



Screenshot aus der online-Produktdatenbank

Potential zur Energieverbrauchsreduktion

Verwendung neuester technischer Möglichkeiten, generell durch Software und ein programmierbares Display realisiert wird. Dies ermöglicht einerseits die Umsetzung unterschiedlicher Funktionalität auf gleicher Hardwareplattform, andererseits erlaubt diese Organisationsstruktur die Implementierung zahlreicher Funktionen und fast beliebig vieler Menüebenen.

Die analysierten Bedienelemente wurden in einer eigens angelegten Datenbank eingetragen und können nach zahlreichen Kriterien sortiert und klassifiziert werden.

In diesem Kapitel werden die Einspareffekte in zwei Kategorien aufgeteilt und jeweils deren Potentiale dargestellt.

- Einspareffekte, die sich aus Automation und zentraler Bedienung ergeben.
- Einspareffekte, die sich aus verändertem Nutzerverhalten ergeben.

Manche Effekte der Automatisierung und des Nutzerverhaltens haben zwar dieselbe Wirkung, unterscheiden sich aber in der Art der Investition und der Unabhängigkeit gegenüber wechselnder Nutzer. Deshalb werden die Einsparpotentiale nach diesen beiden Kategorien getrennt beschrieben.

Lösungsansätze

Aus den Erkenntnissen der analysierten Bedienelemente und einschlägigen Normen zur Gebrauchstauglichkeit und Ergonomie wurden zur Erfüllung der folgenden Anforderungen Gestaltungsrichtlinien formuliert.

- Vereinheitlichung

Die Recherche zeigt die notwendige Vereinheitlichung der minimalen Grundfunktionen, um die Standard-Behaglichkeitsparameter (Raumtemperatur, Helligkeit und Raumluftqualität) einstellen zu können. Die Vereinheitlichung soll möglichst die Bereiche Symbolik, Art der Steuerung, Art der Anzeige, Art der Rückmeldung sowie die räumliche Positionierung der Steuerelemente beinhalten.

- Bedarfsorientierter Energieeinsatz

Eine reine Zeitabhängigkeit in der Steuerung ist zu unflexibel, da sie nicht auf veränderte Nutzerbedingungen reagiert. Besser ist eine Steuerung in Abhängigkeit von zum Beispiel der Anwesenheit oder von gemessenen Zustandswerten.

- Bezug zwischen Nutzeraktion und Energieverbrauch

Für den Nutzer muss wieder, wie beim Holzofen, der zeitliche und örtliche Bezug zum Energieverbrauch hergestellt werden. Neben der Begrenzung des Verschwendungspotentials wird die Anzeige des Energieverbrauchs eine Hauptanforderung an neu zu gestaltende Bedienelemente darstellen.

Gestaltungsrichtlinien

Aus der Analyse existierender Bedienelemente für Gebäudetechnik sowie fachfremder Geräte werden unter Berücksichtigung allgemeiner, aber auch für die Gebäudenutzung spezifischer Anforderungen die untenstehenden Gestaltungsrichtlinien formuliert.

- Alle Energieverbraucher (Heizung, Kühlung, Licht, Ventilator zur Lüftung und Strom) des Gesamtsystems (Gebäude, Wohneinheit, Nutzereinheit) müssen mit einem Bedienelement zentral abschaltbar sein.
- Alle Verbraucher der Untereinheiten (einzelne Räume, Zonen gleicher Nutzung) müssen jeweils mit einem Bedienelement zentral abschaltbar sein.
- Wird das Gesamtsystem zentral abgeschaltet, müssen die Untereinheiten noch einige Minuten aktiv bleiben und ein Signal geben, dass sie demnächst abschalten.
- Ist das Gesamtsystem abgeschaltet, kann es durch jede Untereinheit wieder eingeschaltet werden.
- Das Bedienelement ist immer am Eingang neben der Tür anstelle des Lichtschalters angebracht. Es muss die Funktion des Lichtschalters beinhalten.
- Alle Bedienelemente haben das gleiche Erscheinungsbild.
- Das Bedienelement benötigt die Schaltzustände „Anwesend“, „Abwesend“ und „Aus“.
- Beim Zustand „Anwesend“ können alle Energieverbraucher aktiviert werden, um die Sollwerte zu erreichen.
- Beim Zustand „Abwesend“ kann von den Sollwerten in gewissen Grenzen abgewichen werden.
- Beim Zustand „Aus“ werden alle Energieverbraucher abgeschaltet.
- Die Zustände „Abwesend“ und „Aus“ müssen automatisch (Anwesenheitserkennung des Nutzers) nach bestimmten Zeiten aktiviert werden.
- Die wichtigsten Behaglichkeitsparameter: Temperatur, Licht und Luftqualität müssen am Bedienelement getrennt einstellbar sein.
- Die jeweiligen Soll- und Ist-Werte müssen im Bezug zueinander dargestellt werden.
- Die Zeitspanne bis zum Erreichen des Sollwertes muss angezeigt werden.
- Übermäßige Energieverbräuche müssen in 2 Stufen

angezeigt werden. (hoher / überhöhter Verbrauch)

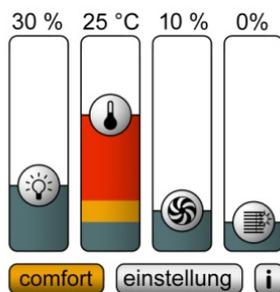
- Eine energiesparende Einstellung muss angezeigt werden.
- Energetisch sich widersprechende Einstellungen müssen angezeigt und evtl. verhindert werden.
- Piktogramme sind einer Beschriftung vorzuziehen.

Piktogrammgestaltung

Um eine statistische Absicherung zu bekommen, wurden 62 Personen unterschiedlichen Alters zu Piktogrammen für Licht, Temperatur, Lüftung, Jalousie usw. befragt. Hintergrund der Befragung war die Annahme, dass jüngere und ältere Personen unterschiedliche Piktogramme bevorzugen. Unterschiedlich gestaltete Piktogramme führen zu weniger Fehlbedienungen und demnach wird ein Energiespareffekt auftreten.

Bedienelement

Im Folgenden wird eine Beispielschnittstelle gezeigt, die den entwickelten Gestaltungsrichtlinien entspricht.



Das System besteht aus einem Zentralcomputer, Bedieneinheiten, die mehrfach im Gebäude, mindestens einmal pro Raum verwendet werden, vielen Sensoren und schaltbaren Steckdosen.

- Steckdosen

Die Steckdosen sind mit einer Zusatzfunktion erweitert. Sie können durch einen Schiebeschalter auf die Funktion „Dauer An“ (Rot) und „Schaltbar“ (Grün) eingestellt werden. So können wichtige Geräte wie der Kühlschrank und die Telefonanlage am Netz bleiben und unwichtige wie der Herd und Standby Geräte zentral abgeschaltet werden.

- Sensoren

Die Sensoren erfassen die Werte Außenlichtstärke, Außentemperatur, Raumlichtstärke, Raumtemperatur, Bewegung im Raum, Position der Verschattung und Fensterstellung, Frischluftmenge der Lüftung und Temperatur der Frischluft.

- Bedieneinheit

Durch die Bedieneinheiten werden Licht, Temperatur, Lüftung, Verschattung und das Stromnetz zentral gesteuert.



3. Zusammenfassung und Ausblick

Denkt man an die gebäudetechnischen Anlagen zu Beginn der Elektrifizierung, ergibt sich folgendes Bild: Zur Beheizung der Gebäude wurden dezentrale Wärmeerzeuger wie zum Beispiel Holz-, Kohle- und Ölöfen eingesetzt. Diese Anlagen mussten direkt am Gerät bedient werden und der Nutzer hatte den Energieträger manuell zum Ort des Energiebedarfs zu bringen. Dadurch war der Bezug zwischen Energieverbrauch und Nutzer in hohem Maße hergestellt. Auch wenn diese Anlagen höchst ineffizient arbeiteten, war das Energieverschwendungspotential durch die Anzahl der Nutzer, die Verfügbarkeit des Energieträgers und wegen des Bedienungsaufwandes stark beschränkt.

Aus diesen Gründen wurde Energie nur eingesetzt, wenn wirklich Bedarf bestand. Das Verhalten der Nutzer orientierte sich an den vorgegebenen Bedingungen der Tages- und Jahreszeiten.

Im Rahmen der fortschreitenden technischen Möglichkeiten erhöhte sich die Verfügbarkeit der Energieträger und der Betrieb der gebäudetechnischen Anlagen wurde automatisiert. Die Entwicklung der Anlagentechnik für Gebäude war vom Komfortgedanken getrieben, die Optimierung der Energieeffizienz stand lange nicht im Fokus der Entwicklungen. Dadurch erhöhte sich das Energieverschwendungspotential enorm. Man kann es überall und jederzeit warm und hell beleuchtet haben. Der einzige Bezug des Nutzers zum Energieverbrauch ist die Abrechnung der Energiekosten.

Gerade dieser Bezug wird durch steigende Energiepreise in Zukunft auch einen Beitrag zu mehr Bewusstsein zum Energieverbrauch leisten und Einsparwünsche im Nutzer wecken.

Die zukünftigen Bedienelemente müssten den Nutzer in diesem Bestreben unterstützen, indem sie Informationen über den Energieverbrauch anzeigen.

Außerdem sollten sowohl die Bedienelemente als auch die nachgeschaltete Technik so gestalten sein, dass für die optimale Abstimmung der unterschiedlichen Anlagen aufeinander kein Wissen über bauphysikalische und haustechnische Belange erwartet wird.

Der Nutzer hat somit durch die Visualisierung des Energieverbrauchs die Möglichkeit, intuitiv zu handhabende Bedienelemente entsprechend der gewünschten Behaglichkeit und zugleich energiesparend anzuwenden.

Die in diesem Forschungsbericht aufgestellten Gestaltungsrichtlinien sollten in einem nächsten Schritt in Prototypen umgesetzt werden.

Akzeptanz durch die Nutzer und ein damit verbundenes

Optimierungspotential ließe sich vom Praxiseinsatz ableiten. Installation in ausgewählten und durch verschiedene Nutzungen belegten Gebäuden, würde auch die Einspareffekte genauer beziffern lassen.

Da ein Teil der Energieeinsparung durch neue Bedienelemente auf zentraler und automatisierter Regelung beruht, müssen Komponenten eingesetzt werden, die ihrerseits Energie verbrauchen. Somit ist beim Entwurf von Prototypen ebenfalls auf Einsatz energieeffizienter Technik zu achten.

Die oben genannten Studien zeigen ein Einsparpotential durch Automationstechnik von 30% im Bereich Wärmeenergie und bis zu 60% bei der Beleuchtung und elektrischer Energie. In der Praxis wurde durch energieoptimiertes Nutzerverhalten ein Einspareffekt von bis zu 20% im Bereich Strom und 25% im Bereich Wärmeenergie realisiert. Diese Einsparpotentiale sind sicher nicht additiv zu erreichen, zeigen jedoch realisierbare Größenordnungen.

Es lässt sich folgern, dass die Entwicklungen der intuitiv zu handhabenden Bedieneinheiten, nicht nur den Komfort erhöhen, sondern vor Fehlbedienung schützen und den Nutzer zu energiesparendem Verhalten anregen bzw. ihn beim Sparen unterstützen.

Im Sinne der Nachhaltigkeit von gebäudetechnischer Ausrüstung ist bei der Produktentwicklung darauf zu achten, dass die Bedienelemente so gestaltet werden, dass sie der üblichen Lebensdauer von Gebäudeausrüstung gerecht werden. Die betrifft die mechanische Haltbarkeit ebenso wie die langfristige Nutzbarkeit der Software. Idealerweise lassen sich durch genormte Schnittstellen die Systeme der Anlagentechnik, Bedieneinheiten und Regelstrategien leichter an neue effiziente technische Entwicklungen anpassen.

Der Nutzer soll zukünftig mittels Symbolik seine gewünschten Behaglichkeitswerte und Effizienzmodi einstellen können. Die Anlagentechnik sorgt selbständig und intelligent für optimierten Energieeinsatz zur Erlangung der Behaglichkeitszustände.

Bindeglied zwischen Nutzer und Anlagentechnik sind die neu zu entwickelnden Bedienelemente!