

Raumverwaltung mit eingebetteten Systemen

Leif Geiger¹, Michael Müller¹, Thomas Maier¹, Albert Zündorf¹

¹Universität Kassel, Wilhelmshöher Allee 73, 34121 Kassel
(leif.geiger | thomas.maier | albert.zuendorf)@uni-kassel.de |
mmueller@se.eecs.uni-kassel.de <http://www.se.eecs.uni-kassel.de/se/>

Abstract: Die Verwaltung von Raumreservierungen für Vorlesungen und Seminare an einer Universität kämpft immer mit dem Problem, dass die Verlegung von Veranstaltungen nicht ausreichend an die Verwaltung gemeldet wird. Dieses Papier schlägt eine einfache Raumsensorik zur Erfassung der tatsächlichen Raumbelegung vor. Dies kann mit dem Raummanagementsystem gekoppelt werden, um nicht wahr genommene Reservierungen und nicht angemeldete Raumnutzungen zu erkennen und um auf Unter- und Überbelegungen zu reagieren.

1 Einleitung

An vielen Universitäten gibt es Engpässe bei der Belegung von Hörsälen, Seminarräumen und studentischen Arbeitsräumen. Ein besonderes Problem hierbei ist, dass zu Beginn eines Semesters häufig Veranstaltungen von den Teilnehmern einvernehmlich verlegt werden, ohne dass dies in jedem Fall bei einer zentralen Raumverwaltung bekannt gegeben wird. Eine Reihe von Veranstaltungen wie z.B. Projektbesprechungen oder studentische Arbeitstreffen werden auch vereinbart, ohne dass dies der zentralen Raumvergabe überhaupt mitgeteilt wird. Durch diese Dynamik bei der Nutzung der Räume entsteht häufig die Situation, dass Raumreservierungen gar nicht wahrgenommen werden und umgekehrt, dass später vergebene Reservierungen mit nicht angemeldeten Raumnutzungen kollidieren. Des Weiteren spiegeln offizielle Veranstaltungs- und Raumbelegungslisten die tatsächliche Raumnutzung nicht mehr akkurat wieder, wodurch zahlreiche Nutzer fehlgeleitet werden und für viele Studierende unnötiger Aufwand für das Finden von Räumen und Veranstaltungen entsteht. Insgesamt verursacht das unzureichende Management der Räume unnötigen Leerstand, eine ineffiziente Raumnutzung und Informationsdefizite, die angesichts der gleichzeitig herrschenden Raumknappheit nicht akzeptabel sind.

Um diese Missstände zu beheben, schlägt dieses Papier vor, die tatsächliche Raumnutzung über eine geeignete Sensorik zu erfassen und diese Raumnutzung mit den Raumreservierungen abzugleichen. Wenn erfasst wird, wie viele Personen sich zu welchen Zeiten in welchen Räumen aufhalten, dann kann zumindest festgestellt werden, ob eine Reservierung besteht, der Raum aber nicht genutzt wird bzw. umgekehrt ein nicht reservierter Raum genutzt wird. Des Weiteren kann bei ordnungsgemäßer Nutzung eines Raums der Raum-

belegungsgrad ermittelt werden. Auf dieser Basis können auch Vorschläge für die Verlegung von Veranstaltungen bei Über- oder Unterbelegung gemacht werden. Tatsächliche Raumbelegungsdaten eines Semesters können darüber hinaus auch für Prognosen in Folgesemestern und Folgejahren genutzt werden, um die Raumplanung weiter zu verbessern. Das Papier schlägt im Folgenden ein webbasiertes System zur Erfassung von tatsächlichen Raumbelegungen, zur Reservierung von Räumen und für Veranstaltungsauskünfte vor (s. Abbildung 1).

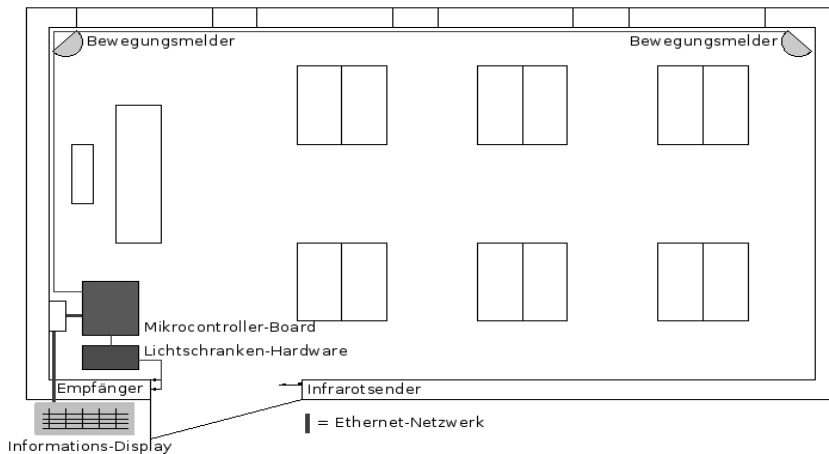


Abbildung 1: Prototypisch umgesetztes Rauminformationssystem

2 Konzept

Abbildung 2 enthält eine Übersicht aller am System beteiligten Komponenten. Die Erfassung der aktuellen Raumbelegung erfolgt über kostengünstige und stromsparende Mikrocontroller-Systeme, die direkt in Verbindung mit der Sensorik stehen. Über ein Netzwerk werden die gesammelten Informationen anderen Komponenten zur Verfügung gestellt.

Die Serverkomponente verarbeitet die Daten für die Anzeigeelemente, und enthält die Benutzerverwaltung, Raumplanung und -reservierung. Weiterhin werden die ermittelten Raumbelegungswerte gespeichert. Die Ausgabe erfolgt über Flachbildschirme, die von Mikrocontroller-Systemen angesteuert werden (s. Abbildung 3). Die Daten werden von der Serverkomponente als HTML-Seite angeboten und von einem Webbrowser im Kiosk Modus von den Displays wiedergegeben. Zusätzlich können die HTML-Seiten über das Internet abgerufen werden. Die von den Sensoren detektierten physikalischen Größen werden von einer Mikrocontroller-Komponente entgegengenommen, ausgewertet und als Anzahl der Personen im Raum der Serverkomponente zur Verfügung gestellt.

Als für Seminarräume sinnvoller Kompromiss zwischen technischem Aufwand, Kosten und Genauigkeit haben wir eine Kombination aus Doppellichtschranken an den Eingängen und aus Bewegungsmeldern im Raum gewählt. Datenschutzrechtlich ist von Vorteil, dass

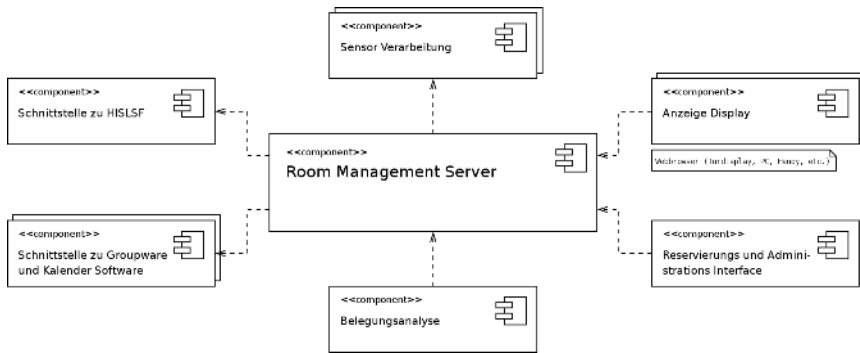


Abbildung 2: Diagramm der Systemkomponenten

mit dieser Sensor-Technologie, im Gegensatz zur Verwendung von Videokameras, RFID-Marken o.ä., keine personenbezogenen Bewegungsprofile erstellbar sind. Aus der Reihenfolge der Sensor-Auslösung der Doppellichtschranken lässt sich auf die Bewegungsrichtung der passierenden Person schließen. So können die eintretenden und austretenden Personen mit hoher Genauigkeit gezählt werden. Sich einschleichende Messfehler werden beim nächsten Leerstand des Raumes, der durch die Bewegungsmelder detektiert wird, zurückgesetzt. Zur Verarbeitung und Zwischenspeicherung der erfassten Raumbelegungsinformationen setzen wir das Mikrocontroller-Board *Ethernut* [2] der Firma Egnite in der kleinsten Version 1.3 ein. Im Durchschnitt liegt der Kostenaufwand für ein solches System bei ca. 100 € für das Mikrocontroller-Board, 40 € für zwei Bewegungsmelder und ca. 30 € für eine einfache Lichtschranke plus Installations- und Leitungskosten.

Die Sensordatenverarbeitung der Lichtschrankenimpulse wird auf dem Sensor-Board vorgenommen, da hierfür eine hohe zeitliche Präzision erforderlich ist. Es verfügt über keinen Bildschirm oder andere Anzeigeelemente. Zur Darstellung von Statusinformationen und zur Konfiguration der Netzwerkparameter dient ein Web-Interface. Darüber kann das Raummanagementsystem auch die protokollierten Raumbelegungszahlen in einem einfachen XML-Format abrufen:

```

<RoomSupervision room="1344" timebase="15" currentOcc="4">
  <occ timeStamp="2006-04-02T15:30:00" people="4"/>
  <occ timeStamp="2006-04-02T15:15:00" people="4"/>
  <occ timeStamp="2006-04-02T15:00:00" people="4"/>
  ...
</RoomSupervision>
  
```

Für vielgenutzte Räume sind Rauminformationsdisplays im Türbereich vorgesehen. Aktuelle Änderungen am Stundenplan, Verlegungen von Veranstaltungen und weitere Informationen können darüber oder über zusätzliche Wegweiserdisplays vermittelt werden, ohne dass es erforderlich ist, die Türen von Hand mit Hinweiszetteln zu plakatieren. Die Informationsseiten werden webbasiert als HTML-Seiten generiert, wodurch alle Informationen auch direkt über das Internet abrufbar sind. Allen Vorgängen und Informationsdiensten steht dadurch das gleiche Benutzerinterface zur Verfügung.

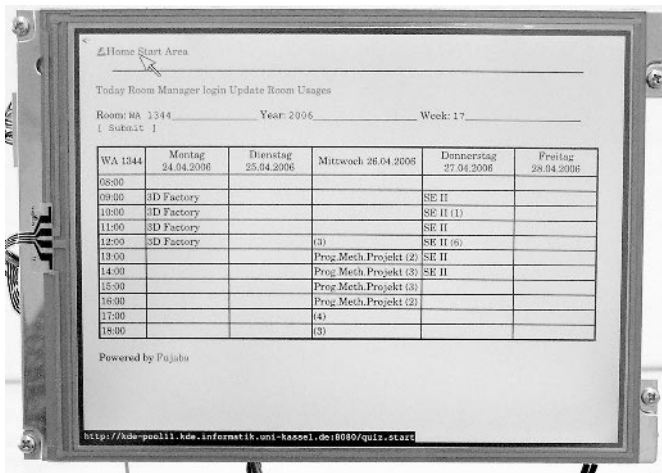


Abbildung 3: Informationsdisplay

Die Aufgaben der zentralen Servereinheit liegen in der Bereitstellung eines Webservers für die Client-Displays sowie für den Zugriff über das Internet und in der Verwaltung und Langzeitarchivierung der erfassten Raumbelungsdaten. Hier werden auch Raumreservierungen vorgenommen und verwaltet. Zusätzlich sollte die Serverkomponente Datenschnittstellen zu anderen Systemen wie HISLSF¹ oder Group-Ware Kalender-Systemen bereitstellen. Die Anwendungslogik unseres Raumreservierungssystems wurde mit dem *Fujaba* CASE-Tool[4] entwickelt. Dabei entstand ein flexibles Rahmenwerk für die Entwicklung objektorientierter Webapplikationen.

3 Zusammenfassung

Raumplanungssysteme sind in vielfältigen Versionen verfügbar und in der Industrie wie auch im universitären Umfeld Standard, um den Zugriff auf eine größere Menge von Räumen zu steuern. Sie geben einen Überblick über freie Kapazitäten und die geplante Raumnutzung. Die Besonderheit dieser Arbeit liegt in der Ermittlung der tatsächlichen Raumnutzung mit einfachen und kostengünstigen Komponenten. Mit Hilfe von Bewegungsmeldern, Doppellichtschranken und einer intelligenten Mikrocontroller-Auswertung wird die Raumbelung über den Tag erfasst und wieder an das Raumverwaltungssystem zurückgeliefert. Auf diese Weise können z. B. ungenutzte Dauerreservierungen erkannt und freigegeben werden. Die Raumzuteilung von Veranstaltungen wird verbessert: z. B. können stark frequentierten Vorlesungen größere Hörsäle zugeteilt werden, während schwach besuchte Veranstaltungen in kleinere Räume verlegt werden können.

¹Hochschul-Informationssystem, Programmmodul Lehre, Studium, Forschung

Einen ähnlichen Ansatz zur Überwachung von Besprechungsräumen mit vernetzten Bewegungsmeldern stellt [1] vor. Dort kann aber die Zahl der Personen in einem Raum nicht bestimmt werden. Der Ansatz aus [5] erfasst die aktuelle Tätigkeit von Bürobennutzern (abwesend, telefoniert, etc.). Über ein RFID kann ein Besucher an jeder Tür Weghinweise oder den Status der Bürobelegung abrufen. Dieses System ist datenschutz- und arbeitsrechtlich kritischer zu beurteilen. Auch hier werden keine Personen gezählt.

Die vorgeschlagene Messsensorik hat bei normalen Türen nach unseren Erfahrungen weniger als 15% Messfehler. Durch die zusätzlichen Bewegungsmelder kann der Leerstand von Räumen sehr gut detektiert werden. Dadurch kann der aktuelle Zählerstand immer wieder richtig zurückgesetzt werden. Fehlmessungen werden vor allem verursacht, wenn Personen im Türrahmen stehenbleiben. Bei großen Hörsälen mit breiten Türen, die von mehreren Personen gleichzeitig durchschritten werden können, müssen aber andere Messmethoden erprobt werden, z.B. über dem Durchgang montierte Laserscanner-Lichtschranken. Die Lichtschranken sind prinzipiell leicht manipulierbar, z. B. durch Unterlaufen oder Abkleben. Die Erfassung von Raumbelagungen ist aus Sicht des Datenschutz sowie arbeitsrechtlich problematisch. Da unser Messaufbau nicht geeignet ist, einzelne Personen zu identifizieren, werden keine personenbezogenen Daten erfasst. Dass die tatsächlichen Besucherzahlen von Veranstaltungen bei jedem Termin erfasst werden, ist arbeitsrechtlich relevant und muss mit dem Personalrat beziehungsweise dem betroffenen Personal abgestimmt werden.

Zur Darstellung der Raumpläne wird ein einheitliches webbasiertes System vorgeschlagen. Dies verursacht etwas höhere Hardware-Kosten bei den Türdisplays, minimiert aber gleichzeitig den Entwicklungs- und Wartungsaufwand für die Auskunftsoftware. Die Veranstaltungsraumreservierung ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch ein geschlossenes System. Die Anbindung des bereits in der Universität eingesetzten *HISLSF* wäre für die Zukunft wünschenswert. Eine Schnittstelle zu Kalender- und Projektgruppensoftware zur automatischen Übernahme von reservierten Veranstaltungen oder Besprechungen würde den Komfort weiter erhöhen. Beispielsweise würden Vorlesungen eines Dozenten, sobald sie im Raumverwaltungssystem eingetragen sind, direkt in den eigenen Kalender übernommen.

Literatur

- [1] W. S. Conner, L. Krishnamurthy, R. Want: Making Everyday Life Easier Using Dense Sensor Networks; in proc. Ubicomp 2001; LNCS 2201 / 2001
- [2] Ethernut Hard- und Software Projekt: www.ethernut.de
- [3] Embedded Linux Microcontroller Project: www.uclinux.org
- [4] Fujaba Homepage, Universität Paderborn: www.fujaba.de
- [5] Smart Doorplate: www.informatik.uni-augsburg.de/en/chairs/sik/research/ubicomp/smartdoorplate
- [6] Karim Yaghmour: Building Embedded Linux Systems, O'Reilly Verlag