Prozessüberwachung und -kontrolle im Facility Management am Beispiel der NFC-basierten Sprinklerwartung

Alexander C.H. Skorna, Stephan Karpischek, Stephan von Watzdorf, Albrecht Bereuter

Information Management, D-MTEC
ETH Zürich
Scheuchzerstrasse 7
CH-8006 Zürich
askorna@ethz.ch
skarpischek@ethz.ch
swatzdorf@ethz.ch
abereuter@ethz.ch

Abstract: Die Wartung von Notfallsystemen bei Gebäuden wie z.B. Sprinkleranlagen kann im Brandfall überlebenswichtig sein; bisher dominieren allerdings kosten- und zeitintensive Papier-basierte Lösungen. Dieser Beitrag beschreibt im Rahmen des Facility Managements bzw. der Gebäudeinstandhaltung einen Demonstrator auf der Basis von NFC-Mobiltelefonen. Das System bietet eine Echtzeit-Dokumentation und damit die Möglichkeit einer zentralen Prozesskontrolle für sich wiederholende Wartungsprozesse. Der gesamte Wartungsprozess wird dadurch effizienter und die Prozessqualität steigt. Dieser Demonstrator wurde am Insurance-Lab (I-Lab) der ETH Zürich/ Universität St. Gallen (HSG) entwickelt und durch die Unternehmenspartner des I-Labs finanziert.

1 Einleitung

Der Markt für das Facility Management ist in den vergangenen Jahren kontinuierlich gewachsen. Seit Beginn der 1990er Jahren vollzieht sich ein Strukturwandel öffentlicher Institutionen, in dem sich das Staatsverständnis moderner Dienstleistungsnationen grundlegend geändert hat. Die Verwaltung und Instandhaltung insbesondere von öffentlichen Liegenschaften und Gebäuden wird zu immer größeren Teilen an die Privatwirtschaft ausgegliedert. Insgesamt entsteht dadurch für den Staat ein Kontrollproblem. Die Instandhaltung von Notfallsystemen in Gebäuden wird allerdings vom Gesetzgeber genau vorgeschrieben. Bisher dominieren hier papier-basierte Verfahren, die zeitintensiv sind und dadurch meist unsauber dokumentiert werden. Vergessene oder unsachgemäße Wartung führt dann im Notfall häufig zu einem Ausfall der Notfallsysteme.

In öffentlichen Einrichtungen wie z.B. Schulen, Kindergärten oder großen Verwaltungsgebäuden sind die Wartungsarbeiten an Notfallsystemen vor dem Hintergrund des zunehmenden "Outsourcing" und des damit einhergehenden Kontrollproblems besonders kritisch. Durch die in manchen Gemeinden und Städten recht angespannte Finanzlage weisen öffentliche Gebäude teilweise erheblichen Sanierungsbedarf auf. Dies macht die Wartung und Instandhaltung in diesem Bereich für externe Dienstleister zu einer besonderen Herausforderung, deren Kontrolle sicherzustellen ist. 'Near Field Communication' (NFC) kombiniert die kontaktlose 'Smart Card'-Technologie mit mobilen Geräten. Die Integration von NFC in Mobiltelefonen ermöglicht es, die auf den Chip-Karten gespeicherten Informationen über das Mobiltelefon auszulesen, welche dann über die Mobilfunkverbindung Internet-Datenbanken aktualisieren können. In diesem Zusammenhang beschreibt dieser Beitrag anhand eines neu entwickelten Demonstrators, wie die Prozessüberwachung und -kontrolle im Facility Management durch den Einsatz der NFC-Technologie am Beispiel der Sprinklerwartung verbessert werden kann. Moderne Sprinklersysteme sind heute ein Kernelement zur Brandbekämpfung und die regelmäßige Kontrolle und Wartung ist für ihre lebensrettende Funktion unverzichtbar. Wir beziehen uns im Folgenden überwiegend auf die Situation öffentlicher Einrichtungen. Die Anwendung kann allerdings genauso gut in einem ausschließlich privatwirtschaftlichen Kontext sinnvoll eingesetzt werden.

2 Herausforderungen beim Facility Management

Das Facility Management ist eine Managementdisziplin zur strukturierten Planung, Steuerung und Kontrolle aller im Lebenszyklus einer Immobilie anfallenden Prozesse. Angesichts der chronischen Verschuldung öffentlicher Gebietskörperschaften rückt das effiziente Management staatlicher Gebäude und Liegenschaften verstärkt in den Vordergrund. Die Lebenszyklusbetrachtung ergibt sich durch den kausalen Zusammenhang zwischen Bau- und Nutzungskosten, wobei die gebäude- und servicebezogenen Kosten die eigentliche Bauinvestitionssumme um ein Vielfaches übersteigen [GL08]. Wartung und Betrieb von öffentlichen Gebäuden werden daher oft in Form einer 'Public Private Partnership' (PPP) an private Dienstleistungsunternehmen, den sogenannten Betreiber, übertragen. Darunter versteht man die freiwillige Kooperation bzw. vertraglich geregelte Zusammenarbeit zwischen Staat und Privatwirtschaft vor dem Hintergrund einer Zusammenlegung sich ergänzender Kompetenzen zur Erreichung gemeinsamer Ziele [BE97]. Das zentrale Motiv für die Realisierung von PPP-Projekten stellt die Kosteneffizienz dar. Immer häufiger zielt die öffentliche Hand auf die Verwendung einer PPP, um auch schwierige Innovationsvorhaben zu realisieren. Ein wichtiger Grund dabei ist, dass in der Privatwirtschaft Expertenwissen vermutet wird, das in den Behörden fehlt [KF07]. Die Übertragung gewisser Aufgaben an private Dienstleistungsunternehmen geht jedoch mit einer Reihe von neuen Herausforderungen für die Behörden einher. Die Ausgestaltung von Ausschreibungen und Vertragsunterlagen verursachen zunächst im Vorfeld neue Kosten.

Gemäß der Prinzipal-Agenten-Theorie entstehen für den Betreiber Anreize, unter Ausnutzung von Informationsvorsprüngen einerseits überhöhte Kosten anzugeben und andererseits ein geringeres Anstrengungsniveau zur Auftragserfüllung zu wählen [BK09]. Vor diesem Hintergrund sollte der Staat seine Betreiber eng kontrollieren und die vertraglich vereinbarten Leistungen kosteneffizient überwachen. Speziell die Überprüfung von Notfallsystemen, wie Sprinkleranlagen in Gebäuden ist kritisch. Zwar wird die regelmäßige Wartung in vielen Ländern gesetzlich vorgeschrieben, eine genaue Dokumentation über den Zustand der Anlagen erfolgt allerdings nicht. In der Schweiz wird beispielsweise mit dem Sprinklerhandbuch die wöchentliche Wartung schriftlich per Gesetz verordnet, trotzdem werden die Einträge teilweise erst nachträglich (z.B. vor Kontrollen) vervollständigt. Die Folgen der mangelnden oder vergessenen Wartungsarbeiten sind nicht selten Ausfälle der Notfallsysteme bei Gebäudebränden [Na98].

Der Einsatz einer NFC-basierten Wartungsdokumentation kann Nachtragungen erschweren und vergessene Wartungsintervalle besser identifizieren. Damit wird die Kontrolle von externen Wartungsarbeiten erleichtert. Analog zu NFC-basierten Anwesenheitskontrollen z.B. beim Reinigungs- oder Wachpersonal führen wöchentlich wechselnde Datenpakete, sogenannte 'synchronised secrets' [Il08], bei der Sprinklerwartung ebenfalls zu einem verbessertem Nachweis, dass die Mitarbeiter der Wartungsunternehmen auch tatsächlich die Ventile und Druckanzeiger vor Ort kontrolliert haben. Mit der mobilen Sprinklerwartung lässt sich jedoch nicht nur die reine Anwesenheit überprüfen, sondern der Kontrolleur muss im Rahmen der Wartung die vor Ort herrschenden Leitungsdrücke über das Mobiltelefon eingeben. Somit wird der Wartungsprozess effektiv sichergestellt. Das Hauptanwendungsfeld für NFC bilden heute jedoch mobile Bezahl- und Ticketsysteme oder allgemeiner mobile Interaktionsanwendungen [WST09]. Verschiedene Nutzerakzeptanzstudien belegen, dass sich die NFC-Technologie intuitiv und einfach bedienen lässt sowie besonders gut geeignet zur Objektidentifikation ist [Ge07, Ru07]. Daher ist sie grundsätzlich auch im Rahmen des Facility Management einsetzbar, da für das Wartungspersonal keine aufwendigeren Schulungen erforderlich werden.

3 Mobile Sprinklerwartung auf der Basis von NFC

Ziel des Demonstrators ist es, wiederkehrende Wartungsprozesse zu unterstützen. Zur Sicherstellung der Funktion von Sprinkleranlagen ist es notwendig die Ventile und Druckmesser der Anlage regelmäßig zu kontrollieren. Denn für die Löschung von Feuerquellen benötigt die Sprinklerleitung einen gewissen Wasserdruck, der nicht abfallen darf. Zur Installation von z.B. elektrischen Leitungen oder an der Klimatisierung im Gebäude bzw. zur Überprüfung der Dichtigkeit von Sprinklersystemen wird teilweise die Sprinkleranlage funktionslos geschaltet. Der Wasserdruck reicht dann nicht mehr aus um ein Niederhalten von Bränden zu gewährleisten.

Die im Folgenden vorgestellte mobile Sprinklerwartung basiert auf einem handelsüblichen NFC-Mobiltelefon wie z.B. Nokia 6212 und einer darauf installierten mobilen Client-Applikation sowie wiederbeschreibbaren NFC-Tags, die an den Kontrollpunkten der Manometer-Uhren und Ventilen platziert wurden. Die gewonnenen Informationen im Rahmen einer Sprinklerwartung wie Druckverhältnisse in den Leitungen oder der Zustand der Ventile können direkt in das Telefon eingegeben werden. Die Anwesenheit am Kontrollpunkt wird erzwungen, da die physisch an den Wartungspunkten installierten NFC-Tags obligatorisch im Rahmen der Wartung vom NFC-Telefon berührt werden müssen. Eine zentrale Datenbank fungiert als Server und speichert die jeweiligen Messwerte. Die Kommunikation zwischen dem Mobiltelefon und der Datenbank erfolgt über einen internetbasierten Web-Service.

Während der eigentlichen Wartung wird keine direkte Internet-Verbindung benötigt, so dass die Applikation auch z.B. in Kellerräumen ohne Netzabdeckung eingesetzt werden kann. Erst nach Abschluss der Wartungsprozesse werden die ermittelten Messwerte und Einstellungen über eine temporäre Internetverbindung an den Daten-Server übermittelt. Zur Entwicklung der Applikation auf dem Mobiltelefon wurde der 'Series 40 Nokia 6212 NFC SDK' verwendet.

Die Kontrollpunkte werden dabei technisch mit NFC-Tags versehen (NFC Forum Type 1, size 1k, re-writable) auf denen eine NDEF-Nachricht mit zwei Datensätzen gespeichert. Ein neuer Datensatz wird über das Inputfeld auf den Tag abgelegt und zur Identifikation der Datensätze wird die URN 'urn:nfc:ext:ethz.ch:if' verwendet. Sie bestehen aus zwei Feldern: (1) Einem Textfeld für das Label und den Typ des Inputfeldes, der als Integer-Wert (Druck in bar) gespeichert wird, sowie (2) einem booleschen Wählparameter zur Abfrage von z.B. ja/nein-Frageblöcken. Weitere Feldtypen wären als Erweiterung des Demonstrators möglich, jeweils in Anlehnung zu den definierten Feldtypen aus der J2ME Benutzerschnittstellenbeschreibung.

Der Wartungsprozess auf dem NFC-Mobiltelefon läuft dabei in drei aufeinander folgenden Schritten ab [Ka09]:

1. Sobald der Benutzer die Applikation auf dem Mobiltelefon startet, wird von der Applikation das aktuelle 'secret' über eine Internetverbindung heruntergeladen. Zur Identifikation des mobilen Endgeräts wird die Gerätenummer des Mobiltelefons (IMEI) verwendet. Die Internetverbindung wird dann getrennt und die Applikation wartet nun, dass der Benutzer den ersten NFC-Tag einliest. Die Gesamtzahl aller zur Wartung benötigten Messpunkte wird dem Benutzer angezeigt.

2. Berührt der Benutzer den NFC-Tag mit dem Mobiltelefon, wird die Identifikationsnummer des Tags zusammen mit dem gespeicherten 'secret' und der Kennzeichnung des Messpunkts von der Applikation gelesen. Im Anschluss wird das neue 'secret' auf den Tag geschrieben. Das Eingabefeld auf dem Mobiltelefon zeigt zunächst den Wert der letzten Eingabe, den der Benutzer nun mit dem aktuellen Wert überschreiben muss. Der neue Wert wird gemeinsam mit dem 'secret' und Zeitstempel auf dem Mobiltelefon gespeichert. Dieser Schritt wiederholt sich solange, bis alle Messpunkte erfasst sind.

3. Sind alle Messpunkte erfasst, wird die Applikation vom Benutzer beendet und eine neue Internetverbindung wird geöffnet. Alle gespeicherten Informationen werden an den Datenbank-Server übertragen und in der Web-Applikation wird die zuvor durchgeführte Wartung entsprechend gekennzeichnet.

Zusammenfassend stellt die Abbildung 1 den drei-stufigen Wartungsprozess in der Mobiltelefonapplikation dar.



Abbildung 1: Darstellung des Wartungsprozesses im Mobiltelefon

Zur Kontrolle der Wartungsprozesse können staatliche Behörden den Datenbank-Server eigenständig betreiben und erhalten somit eine zentrale Prozesskontrolle über die ausgeführten Wartungsarbeiten. Die Dokumentation der Wartungsprozesse können online von berechtigten Personen eingesehen werden, sobald der jeweilige Wartungsprozess vollständig durchgeführt und die Daten übermittelt worden sind. Vergessene oder verspätete Wartungszyklen werden durch die Web-Applikation sofort durch ein bereits abgelaufenes 'secret' erkannt. Abbildung 2 zeigt die Darstellung der Web-Applikation. Darüberhinaus kann die Web-Applikation im Falle von nicht ordnungsgemäßen Wartungsarbeiten selbstständig Schlüsselpersonen wie den Betreiber und/oder die Behörden über den Verzug z.B. per E-Mail informieren. Im Falle fehlerhafter Eingaben kann das System zusätzlich Alarmnachrichten verschicken. Zur Speicherung und Archivierung der Wartungsinformationen wurde eine sqlite Datenbank verwendet.

Somit können die Architekturkomponenten des Demonstrators auf die einleitend als Analyserahmen vorgestellte Prinzipal-AgentenTheorie gespiegelt bzw. übertragen werden. Die Benutzer des Web-Portals finden sich folglich in der Rolle des Prinzipals, der die Prozessdokumentation und Wartung per se kontrolliert. Die NFC-Applikation und deren Benutzer lassen sich als Clients in eine ausführende Agenten-Rolle einordnen.

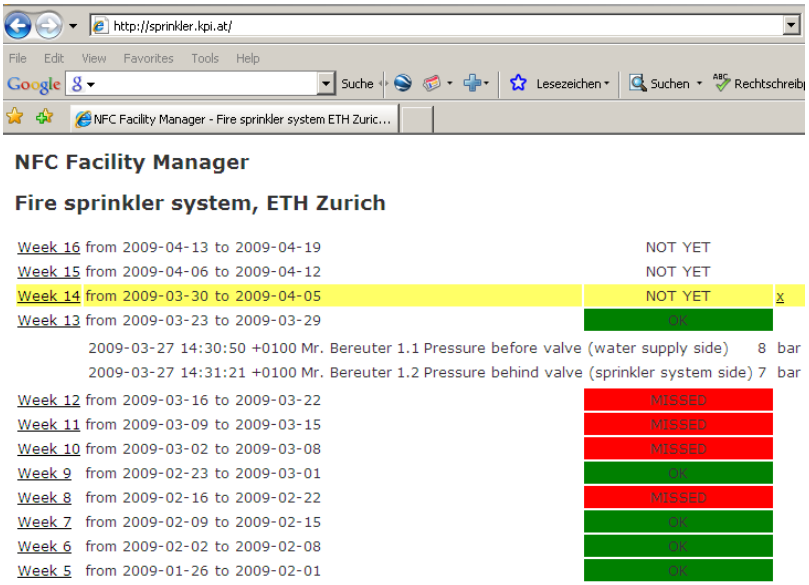

Abbildung 2: Webseite zur Dokumentation und Kontrolle der Wartungszyklen

4 Schlussfolgerung

Im Vergleich zu den bisher verwendeten papier-basierten Dokumentationsvorgängen, bietet der vorgestellte Demonstrator Im Rahmen der Prozessüberwachung am Beispiel der Sprinklerwartung folgende Vorteile: Der mobile Transfer der Wartungsdaten zu einer zentralen Datenbank ermöglicht die Online-Dokumentation der Wartungsvorgänge über eine Webseite in Echtzeit. Somit können die Wartungsprozesse web-gestützt geplant und die ausgeführten Arbeiten über eine zentrale Applikation kontrolliert werden. Der Server bemerkt automatisch vergessene bzw. verspätete Wartungsarbeiten und informiert den Betreiber und/oder alarmiert die Behörden. Über das Mobiltelefon kann das Wartungspersonal eindeutig identifiziert werden und durch 'synchronised secrets' wird die Anwesenheit genau protokolliert. Insgesamt werden die Prozessqualität und damit im Beispiel der Sprinklerwartung der Brandschutz verbessert. Für die öffentliche Hand als Auftraggeber bietet das System zusätzlich die Möglichkeit, leichter mehrere Wartungsfirmen und unterschiedliches Wartungspersonal parallel zu überwachen. Das vorgestellte System wurde im Rahmen von mehreren Präsentationen bei Industrie- und Feuerversicherungen ansatzweise evaluiert. Die Hersteller von Feuersprinkleranlagen bewerteten das System besonders für kleine und mittel-große Anlagen als sinnvoll und nützlich. Größere Sprinklersysteme werden heute bereits meistens mit Enterprise-Informations-Systemen verbunden. Trotzdem ist die vorgestellte Lösung durch die verwendeten NFC-Tags und handelsüblichen NFC-Mobiltelefonen sehr kostengünstig in der Umsetzung. Als nächste Schritte sind eine erweiterte Evaluation der Lösung in Form von Benutzer-Studien gemeinsam mit Unternehmen aus den Bereichen Facility Management und Versicherung sowie Brandprävention geplant.

Literaturverzeichnis

[BE97] Budäus, D.; Eichhorn, P.: Public Private Partnership - Neue Formen öffentlicher Aufgabenerfüllung, Baden-Baden, Nomos, 1997.

[BK09] Beckers, T.; Klatt, P.: Kosteneffizienz von Public-Private-Partnerships. In: Wirtschaftsdienst 3, 2009, S. 176-183.

[Il08] Ilic, A.; Lethonen, M.; Michahelles, F.; Fleisch, E.: Sychronized Secrets Approach for RFID-enabled Anti-Counterfeiting. Demo at Internet of Things Conference, Zürich, Switzerland, 2008.

[GE07] Geven, A.; Strassl, P.; Ferro, B.; Tscheligi, M.; Schwab, H.: Experiencing real-world interaction: results from a NFC user experience field trial. In: Proceedings of the 9th international conference on human interaction with mobile devices and services (ACM 2007), Singapore, S. 234-237.

[GL08] Girmscheid, G.; Lunze, D.: Paradigmenwechsel in der Bauwirtschaft - Lebenszyklusleistungen. In: Bauingenieur 83, 2008, S. 87-97.

[KF07] König, W.; Fritsch, L.: Innovationsförderung im öffentlichen Umfeld durch Public Private Partnerships. In: Wirtschaftsinformatik 49, 2007, S. 77-79.

[Na98] Narayan, V.: The raison d'être of maintenance. In: Journal of Quality in Maintenance Engineering, 4(1), 1998, S. 38-50.

[Ru07] Rukzio, E.; Boll, G.; Leichtenstein, K.; Schmidt, A.: Mobile Interaction with the Real World: An Evaluation and Comparison of Physical Mobile Interaction Techniques. European Conference on Ambient Intelligence (AmI-07) 7-10 November 2007. Darmstadt, Germany.

[WST09] Wiechert, T.; Schaller, A.; Thiesse, F.: Near Field Communication Use in Retail Stores: Effects on the Customer Shopping Process. In: Proceedings 4. Konferenz Mobile und Ubiquitäre Informationssysteme (MMS 2009). - Münster, Germany, S. 137-141.

[Ka09] Karpischek, S.; Michahelles, F.; Bereuter, A.; Fleisch, E.: A Maintenance System based on Near Field Communication, 3rd International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies (NGMAST 2009), 15-18 September 2009, Cardiff, Wales, UK.