

# GeneAL – von einer Leitstandarchitektur zu innovativen Interaktionsformen

Eugen Reiswich, WPS GmbH, Heinz Züllighoven, Universität Hamburg und WPS GmbH

WPS GmbH  
Hans-Henny-Jahnn-Weg 29  
22085 Hamburg  
er@wps.de  
hz@wps.de

Universität Hamburg  
Fachbereich Informatik  
Vogt-Kölln-Strasse 30  
22527 Hamburg  
zuelligh@informatik.uni-hamburg.de

**Abstract:** In Projekten mit Kunden im Hamburger Hafen und mit dem DESY ist die Firma WPS wiederholt auf Probleme im Umgang und in der Weiterentwicklung von Leitständen gestoßen. Ursachen hierfür sind viele komplexe Anforderungen wie z.B. die Steuerung und Überwachung diverser Anlagen unterschiedlicher Hersteller. Dabei entstehen oft softwaretechnische Insellösungen, die nur teilweise integriert sind. In einem Leitstand arbeiten zudem verschiedene Anwendergruppen mit unterschiedlichen Qualifikationen, Aufgaben und Arbeitsabläufen intensiv zusammen. Diese Kooperation wird bislang nur unzureichend in heterogenen Leitstandssystemen unterstützt. Bei genauerer Betrachtung stellte sich heraus, dass viele der identifizierten Probleme offene Forschungsfragen sind.

In diesem Artikel präsentieren wir als Lösung eine minimalinvasive Vorgehensweise zur Integration heterogener Systeme und zeigen, wie verschiedene Arbeitsabläufe der Anwender durch eine dazu passende Hard- und Software besser unterstützt werden können. Auf der Transferebene stellen wir einen erweiterten Autor-Kritiker-Zyklus vor, der Anwender und auch Wissenschaftler in den Feedbackprozess einbezieht und präsentieren eine modifizierte agile Vorgehensweise für Transferprojekte.

## 1 Motivation

Leitstände sind komplexe Kontrollsysteme, um technische Anlagen zu steuern und zu überwachen. Die Software dazu wird bislang für die Unternehmen individuell entwickelt, was langwierig, aufwändig und teuer ist. Technische Anlagen haben eine durchschnittliche Lebensdauer von 20 bis 50 Jahren [Fr09]. In dieser Zeit werden die Anlagen laufend an neue Anforderungen angepasst. Dabei werden der physische Aufbau der Anlage verändert und die zur Steuerung und Überwachung eingesetzten Softwaresysteme häufig angepasst oder ausgetauscht [SE07]. Jede Änderung der technischen Anlage muss in der dazugehörigen Leitstandsoftware nachvollzogen werden. Die neue Technologie muss aufwändig auf die Anlage abgestimmt und in der neuen technologischen Konstellation erprobt werden. Operateure müssen im Umgang mit der erweiterten Leitstandsoftware geschult werden.

Bei der Weiterentwicklung technischer Anlagen können zwei grundlegende Herangehensweisen unterschieden werden:

- **Technologiezentrierte Ansätze** betrachten Mensch und Maschine als austauschbar; sie streben danach, menschliche Arbeit zu minimieren. Individuen und Systeme sollen sich nach dem Austausch neuen Aufgaben problemlos anpassen [Gr96; He08]
- **Anwenderorientierte Ansätze** betrachten Mensch und Maschine als soziotechnisches System. Mensch und Maschine profitieren voneinander und ergänzen sich entsprechend ihren Stärken. Menschliche Arbeit wird als unersetzlich betrachtet [Ka77; Zü98; Sh12]

In heutigen Leitständen dominieren technologiezentrierte Ansätze, die sich primär auf die reine Datenverarbeitung konzentrieren [Re13]. Die Arbeit der Operateure soll zunehmend automatisiert werden, da Menschen als potentieller Fehlerfaktor gelten. Die Prozesskomplexität in großen Industrieanlagen führt jedoch dazu, dass viele Automatisierungslösungen gerade in kritischen Situationen versagen. Hier müssen Operateure die Lösung der Probleme übernehmen. Häufig müssen sie dabei auf eine Leitstandsoftware zurückgreifen, die ihre Aufgaben nur unzureichend unterstützt:

- *Informationsflut:*  
Heute können Informationen über Zustände der Anlage mit wenig Aufwand generiert werden. Das führt gerade in kritischen Situationen zu einer Informationsflut, wenn viele Anlagenteile Messwerte und Alarmer an Operateure senden [HH07].
- *Hoher Automatisierungsgrad:*  
Der hohe Automatisierungsgrad technischer Anlagen reduziert Operateure zu passiven Zuschauern und verdrängt sie aus dem Prozess. Durch diese andauernde Passivität verlieren Operateure ihre Aufgaben. In kritischen Situationen, wenn die Automatisierung versagt, sind Menschen dann häufig mit der Situation überfordert [WH00].
- *Heterogene Leitstandlösungen mit isolierten Softwaresystemen:*  
Heterogene Leitstände zeigen lediglich einen Ausschnitt der Anlage und somit ein fragmentiertes Abbild der Realität. Operateure müssen die Zustände einzelner Anlagenteile auf verschiedenen Bildschirmen ablesen und zu einem mentalen Gesamtbild zusammenführen, um den Zustand der gesamten Anlage zu erfassen. Dieses Modell müssen sie aktualisieren, wenn sich der Zustand der Anlage verändert. In kritischen Situationen, wenn viele Informationen rasch eintreffen, ist das schwierig, [Ho95; Sh12]. Um Störungen in der Anlage zu beseitigen, müssen Operateure vielen Bauteilen individuelle Befehle übermitteln, statt auf einer höheren Ebene ganze Anlagengruppen zu steuern.

Die unzureichende Unterstützung der Operateure führt immer wieder zu kritischen Situationen, in denen technische Prozesse außer Kontrolle geraten. Dies führt zu einer Gefahr für Mensch und Umwelt und zu Ausfällen der Anlage und Produktionseinbußen.

## **2 Das Transformationskonzept**

Die aufgeführten Probleme erwiesen sich als F&E-Themen. Technische und anwenderorientierte Lösungsansätze mussten erforscht und in die Praxis transferiert werden. Die WPS hat 2009 das Förderprojekt GeneAL über die Hamburger Innovationsstiftung (jetzt IFB) gewinnen können. Ziel war, für wiederkehrende Probleme im Bereich der Leitstandentwicklung Architekturansätze zu erforschen und wiederverwendbare Softwarebausteine als Open Source Komponenten zu entwickeln. Dabei sollte die Einzigartigkeit jedes Unternehmens berücksichtigt werden, ebenso wie die Anpassung und Erweiterbarkeit der Plattform an kundenspezifische Anforderungen. Schließlich mussten die Aufgaben und Arbeitsabläufe der Operateure untersucht und Leitstandsoftware stärker auf ihre Bedürfnisse angepasst werden.

Den Transfer der Forschungsideen in die Praxis hat GeneAL durch folgende Grundideen etabliert:

### **Erweiterter Autor-Kritiker-Zyklus:**

Wir beziehen nicht nur unsere direkten Anwender in den Feedback-Prozess ein, sondern diskutieren unsere Ideen auch gezielt mit internen und externen Wissenschaftlern und professionellen Softwareentwicklern.

Wir finden häufig in Leitständen Operateure vor, die ein gutes Verständnis von ihren Aufgaben, Problemen und potentiellen Lösungsmöglichkeiten haben. Allerdings gibt es grundlegende Probleme, für die noch keine Lösung vorliegt. In unserem Fall fehlte eine einsetzbare Komponentenarchitektur für Leitstände sowie Ansätze zur Integration heterogener Anlagenteile und dazugehöriger Software. Wir haben daher am Fachbereich Informatik der Hamburger Universität Abschlussarbeiten dazu vergeben und betreut, Lösungsansätze auf Fachtagungen und Konferenzen vorgestellt und Fachgespräche mit Wissenschaftlern geführt [KR10a; KR10b]. Die Ergebnisse wurden zunächst als Prototypen und dann als produktive Systemteile implementiert.

### **Eine modifizierte agile Vorgehensweise:**

Projekte mit hohem Innovationscharakter bergen fachliche und technische Risiken. Um diese Risiken möglichst früh zu erkennen und einzuschätzen, haben wir das iterativ inkrementelle Vorgehen agiler Modelle [BA04] auf Projekte mit hohem F&E-Anteil übertragen. Bei dem üblichen Vorgehen werden besonders kritische Aufgaben zuerst angegangen, um möglichst früh Risiken aufzudecken. Wir haben die sehr F&E-lastigen Anteile als separate Teilaktivitäten herausgelöst.

Unsere Grundidee war, iterativ-inkrementelles Vorgehen mit Festpreisprojekten zu kombinieren. Dazu haben wir vorgelagerte Machbarkeitsstudien mit begleitenden F&E-(Förderungs-) Projekten kombiniert und als Festpreisteilprojekte realisiert. Aus den Machbarkeitsstudien und F&E-Projekten mit ihren Proofs of Concepts und Prototypen

haben wir Anforderungsdokumente und Projektpläne für weitere Festpreisprojekte entwickelt.

Damit konnten wir folgende Ziele erreichen:

Wissenschaftliche Fragen werden aus laufenden Praxisprojekten gewonnen, um ihre potenzielle Praxistauglichkeit zu erhöhen.

Wissenschaftliche Ergebnisse werden unmittelbar auf ihre technische und fachliche Realisierbarkeit überprüft. Dadurch wird der Lebenszyklus von der Forschung in die Praxis verkürzt. Forschungsergebnisse werden durch Prototypen und Proof of Concepts validiert und technische und fachliche Risiken für alle Beteiligten möglichst früh aufgedeckt. Dies bildet die Grundlage für die anschließende Produktentwicklung.

### **3 Die Projektetappen**

Am Beispiel von GeneAL soll dieses erweiterte Rückkopplungskonzept für forschungsnahe Projekte erläutert werden.

#### **Etappe 1: Von Forschungsfragen zu Proofs of Concept**

In der ersten Etappe wurden allgemeine Forschungsfragen in enger Zusammenarbeit der WPS mit dem Lehrstuhl Softwarearchitektur des Fachbereichs Informatik an der Universität Hamburg, dem Technologie-Transferverein HITeC e.V. sowie den Pilotpartnern HHLA, HPA und DESY beantwortet. Dabei hat GeneAL eng mit dem universitären Forschungsprojekt AHOI kooperiert.

##### **Arbeitsergebnisse:**

Abschlussarbeiten und Dissertation zu einer komponentenbasierten Architektur und einer minimalinvasiven Vorgehensweise für vorhandene Leitstände [Re13].

Proofs of Concept und Prototypen für Anlagenmodelle (DESY), rollierende interaktive Planungsverfahren (HHLA), georeferenzierte Baustellenverwaltung im Hafen (HPA).

#### **Etappe 2: Von Proofs of Concept zu Pilotsystemen**

Hier hat die WPS anhand der Ergebnisse von Etappe 1 mit ausgewählten Partnern einsetzbare Pilotsysteme entwickelt. Dabei haben die Konstruktionserfahrungen und die Rückkopplung durch die Anwender in der Praxis zu weitergehenden grundlegenden Fragen geführt, die in kleinen F&E-Arbeitspaketen behandelt wurden.

Die aufgaben- und arbeitsplatzorientierte Herangehensweise der Praxisprojekte half, die allgemeinen Softwarelösungen auf die fachlichen Abläufe anzupassen. Die

Anwenderrückkopplung zeigte, dass für Leitstände georeferenzierte Darstellungen wichtiger Bestandteil von Benutzungsmodellen sind.

Die minimalinvasive Integration vorhandener Informations- und Entscheidungssysteme erwies sich neben der technischen Validität als wichtiges strategisches Konzept.

#### **Arbeitsergebnisse:**

Für die Pilotsysteme PortMonitor und mobiler PortMonitor bei der HPA konnten zahlreiche vorhandene Informationssysteme in eine Arbeitsplatzanwendung mit einer mobilen Erweiterung auf einem Tablet integriert werden.

### **Etappe 3: Von Pilotsystemen zu innovativen Interaktionsformen**

Der Einsatz der Pilotsysteme hat Anwendern und Entwicklern neue Einsichten gebracht. Daraus entstand die Idee für ein „Arbeitsplatzsystem zur Unterstützung kooperativer Aufgaben“. Dabei entwickeln mehrere Experten in einer offenen Diskussion gemeinsam eine Lösung für ein komplexes Problem. Klassische Desktop-Arbeitsplätze sind dazu ungeeignet, da sie den kooperativen Abstimmungsprozess nicht ausreichend unterstützen.

Wir haben daraus wieder kleine F&E-Projekte (in Zusammenarbeit z.B. mit dem Lehrstuhl Industrial Design an der Hochschule Osnabrück, dem MCI-Lehrstuhl der Universität Hamburg) aufgesetzt und erforscht, wie klassisch konstruierte Software mit neuen Interaktionsformen auf Basis von Multitouch-Tischen kombiniert werden können. Architekturkonzepte wurden erarbeitet, um die Benutzung der Software an neue, haptische Interaktionsformen anzupassen.

Wir sind gerade in der Prototyping Phase. Es zeigt sich, dass Multitouch-Tische Besprechungen und Gruppenarbeit unterstützen können. Sie eignen sich insbesondere zur Darstellung von Karten und zur Interaktion mit Karten. Tangibles (anfassbare Gegenstände) ergänzen die haptische Multitouch-Interaktion und bieten für spezielle Aufgaben eine hilfreiche Unterstützung.

Georeferenzierte Informationen können mit Hilfe von Layern übereinander gelegt werden und helfen, Informationen zu strukturieren und den Aufgaben entsprechend zu filtern

#### **Arbeitsergebnisse:**

Touch-Tische mit georeferenzierter Darstellung ergänzt um Tangibles. Derzeit wird eine Anwendung in der Nautischen Zentrale der Hamburg Port Authority erprobt, mit der Nautiker Passagesituationen für große Containerschiffe, Tanker und Passagierschiffe im Hamburger Hafen planen. Ein weiterer Prototyp wird aktuell zur Unterstützung des Katastrophenschutzes im Hamburger Hafen entwickelt. Mit diesem System können Anwender Flutsimulationen auf dem Touch-Tisch durchführen und die zu evakuierenden Hafenbewohner einfacher finden.

## 4 Auswertung

Die Übertragung der Grundprinzipien agiler Software-Entwicklung auf ein anwendungsorientiertes F&E-Projekt hat sich bewährt. Die Ergänzung der Rollen von Anwendervertretern und Entwicklern um den Forscher hat kontinuierlich innovative Impulse ins Projekt gebracht.

Die schrittweise Umsetzung von Proofs of Concept über Prototypen zu Pilotsystemen und hin zu innovativen Anwendungssystemen hat sich als eine sinnvolle Projektstrategie erwiesen, um Forschungsergebnisse in die Praxis zu transferieren.

## Literaturverzeichnis

- [BA04] Beck, Kent; Andres, Cynthia: *Extreme Programming Explained: Embrace Change*. 2. Edition. Addison-Wesley Professional, 2004
- [EE07] EEMUA: Alarm Systems - A Guide to Design, Management and Procurement. The engineering equipment and materials users association, 2007
- [Fr09] Früh, K. F.; Maier, U. ; Schaudel, D.: Handbuch der Prozessautomatisierung. 4. Auflage. Oldenbourg Industrieverlag, 2009
- [Gr96] Gryzcan, Guido: Prozeßmuster zur Unterstützung kooperativer Tätigkeit, Universität Hamburg, Diss., 1996
- [He08] Herczeg, Michael: Vom Werkzeug zum Medium: Mensch- Maschine-Paradigmen in der Prozessführung. In: M. Grandt und A. Bauch (Hrsg.), Beiträge der Ergonomie zur Mensch-System-Integration, DGLR-Bericht 04 (2008), S. 1–11
- [HH07] Hollifield, Bill ; Habibi, Eddie: Alarm Management: Seven Effective Methods for Optimum Performance. ISA, 2007
- [Ho95] Hollnagel, Erik; Cacciabue, Pietro C.; Hoc, Jean- Michel: Work with technology: Some fundamental issues. In: Expertise and technology: Cognition & human-computer cooperation, 1995, S. 1 – 15
- [Ka77] Kay, Alan: Microelectronics and the personal computer. In: Scientific American (1977)
- [KR10a] Kornstädt, Andreas; Reisch, Eugen: Composing Systems with Eclipse Rich Client Platform Plug-Ins. In: *IEEE SOFTWARE* (2010), S. 78–81
- [KR10b] Kornstädt, Andreas; Reisch, Eugen: Staying afloat in an expanding sea of choices: emerging best practices for eclipse rich client platform development. In: *Proceedings of the 32nd ACM/IEEE International Conference on Software Engineering (ICSE)*, ACM, 2010, S. 59–67
- [Re13] Reisch, Eugen: Anwenderorientierte und minimalinvasive Leitstandmodernisierung, Universität Hamburg, Diss., 2013
- [SE07] Sauer, Olaf; Ebel, Miriam: Plug-and-work von Produktionsanlagen und übergeordneter Software. In: Koschke, Rainer (Hrsg.); Herzog, Otthein (Hrsg.); Rödiger, Karl-Heinz (Hrsg.) ; Ronthaler, Marc (Hrsg.): *GI Jahrestagung (2) Bd. 110, GI, 2007 (LNI)*, S. 331–338
- [Sh12] Sheridan, Thomas B.: Human Supervisory Control. In: SALVENDY, Gavriel (Hrsg.): *Handbook of Human Factors and Ergonomics*, John Wiley & Sons, Inc., 2012, S. 990 – 1015
- [WH00] Wickens, Christopher D.; Hollands, Justin G.: *Engineering Psychology and Human Performance*. 3. Edition. Prentice Hall Inc., 2000
- [Zü98] Züllighoven, Heinz; Bäumer, Dirk; Bleek, Wolf- Gideon; Lilienthal, Carola: *Das objektorientierte Konstruktionshandbuch*. Dpunkt Verlag, 1998.