

Konzeption und Umsetzung eines Ressourcen-Cockpits für die Instandhaltung

Sebastian Horbach¹, Ullrich Trommler¹

¹CBS Information Technologies AG

Zusammenfassung

Der Beitrag stellt die Implementierung des Ressourcen-Cockpit als die zentrale Software-Plattform für die Instandhaltung in Sozio-Cyber-Physischen Systemen vor. Zuerst wird der Entwicklungsprozess kurz beschrieben. In der Folge wird auf die Architektur der Umsetzung als Webanwendung eingegangen. Schließlich werden die angebotenen Funktionalitäten in kompakter Form präsentiert. Dabei wird aufgezeigt, wie das Ressourcen-Cockpit über ein generisches Plug-In-Konzept direkt auf die Informationen angeschlossener Anlagen oder betriebswirtschaftlicher Standardlösungen zugreifen kann.

1 Einleitung

Dieser Beitrag stellt die Ergebnisse der Arbeit der CBS Information Technologies AG (CBS) innerhalb des Projekts „Ressourcen-Cockpit für Sozio-Cyber-Physische Systeme (S-CPS)“ vor.

CBS ist ein inhabergeführtes Softwareunternehmen mit etwa 30 Mitarbeitern, das kurz nach der Wende gegründet wurde. Schwerpunkte der Geschäftstätigkeit sind Beratung und Anpassung der ERP (Enterprise Resource Planning) -Systeme der Firma Microsoft MS Dynamics AX (Microsoft Dynamics AX 2016), MS Dynamics NAV (Microsoft Dynamics NAV 2016) und MS Dynamics CRM (Microsoft Dynamics 2016). Als innovatives Unternehmen in einer dynamischen Branche war und ist CBS in zahlreichen Forschungsprojekten beteiligt. CBS übernahm im Projekt S-CPS die Rolle des Projektkoordinators.

Das Projekt S-CPS definierte es als seine zentrale Zielstellung, alle für die Instandhaltung relevanten Datenströme eines Produktionssystems mit den relevanten Informationen für die an der Instandhaltung beteiligten Mitarbeiter bereitzustellen, um daraus automatisiert und dynamisch eine Übersicht der

notwendigen und freien Ressourcen, Kompetenzen und Informationen in einem Ressourcen-Cockpit zusammenzuführen. Das Ressourcen-Cockpit sollte vor allem für den Einsatz auf mobilen Geräten optimiert werden. Von der Bildschirmgröße her waren hier allerdings Tablets den Smartphones vorzuziehen. Ein wesentliches Ziel war die intuitive Bedienbarkeit der Lösung. (Hopf et al., 2014, Trommler et al., 2014)

Aus Sicht von CBS besteht das vorrangige Ziel darin, mit dem entwickelten Ressourcen-Cockpit das eigene Produktportfolio zu vergrößern, wobei ein Schwerpunkt auf der Integration mit dem ERP-System MS Dynamics AX liegt. Gleichzeitig soll ein Beitrag zur Entwicklung des Verfügbarmachens von Informationen aus ERP-Systemen auf mobilen Geräten geleistet werden.

Der Beitrag beschreibt zunächst in Kapitel 2 einige organisatorische Aspekte des Entwicklungsprozesses am Ressourcen-Cockpit. Anschließend wird in Kapitel 3 die Architektur erläutert. Kapitel 4 geht dann detailliert auf die Funktionen des Ressourcen-Cockpits ein. Das Plug-In-Konzept für die Interoperabilität mit anderen Systemen steht im Mittelpunkt von Kapitel 5. Schließlich beschreibt Kapitel 6 mögliche Einsatzszenarien des Ressourcen-Cockpits.

2 Entwicklungsprozess

Die Entwicklungsarbeiten konnten auf Grundlage der im Projekt erbrachten Vorleistungen erfolgen. Die Anforderungen an das Ressourcen-Cockpit ergaben sich aus dem am Anfang der Projektarbeit erstellten Lastenheft, in dessen Erstellung insbesondere die Befragung der zukünftigen Nutzer einfluss. Auf der Grundlage des Lastenheftes wurde im Verbund unter Federführung des Partners fortiss eine Referenzarchitektur erstellt (S. 43 ff.), welche die entscheidende Grundlage für die Modularisierung der Lösung bildete. Der dynamische Aspekt des Ressourcen-Cockpits fand seine Basis in den Referenzprozessen (S. 1 ff.), wofür die Professur Fabrikplanung und -betrieb der Technischen Universität Chemnitz hauptsächlich verantwortlich zeichnete.

Die Gestaltung der Benutzeroberfläche basiert auf den von den Professuren Wirtschaftsinformatik, insb. Innovation und Wertschöpfung der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg sowie Arbeitswissenschaft und Innovationsmanagement der TU Chemnitz entwickelten Mock-Ups (S. 117 ff.). An der Professur Wirtschaftsinformatik, insb. Innovation und Wertschöpfung wurde gleichzeitig das Rollenkonzept für die Stakeholder in der Instandhaltung erarbeitet (S. 61 ff).

Der Entwicklungszyklus folgte weitestgehend einem agilen Ansatz. Die Funktionalitäten wurden in Aufgaben aufgeteilt, deren Bearbeitungsstand mit MS

Sharepoint überwacht wurde. In regelmäßigen Abständen konnte den Partnern so eine erweiterte Version zur Verfügung gestellt werden.

Da die Architektur des Ressourcen-Cockpits dem MVC-Pattern (MVC: Model – View – Controller) (Krasner & Pope, 1988) folgte, konnte die Entwicklung auch entsprechend auf Spezialisten verteilt werden. Der Datenbankdesigner legte die Basis mit dem Datenmodell, während sich ein Web-Designer auf die Entwicklung einer webbasierten Benutzeroberfläche, optimiert für mobile Geräte, konzentrieren konnte. Ein Softwareentwickler erarbeitete die verbindende Logik in der Controller-Ebene.

3 Architektur und Technologie des Ressourcen-Cockpits

In diesem Kapitel wird der grobe Aufbau des Ressourcen-Cockpits aus Architektursicht aufgezeigt (vgl. auch Trommler 2016). Außerdem wird aufgeführt, auf welche Technologien das Ressourcen-Cockpit zurückgreift.

3.1 Architektur

Eine schematische Darstellung der Architektur des Ressourcen-Cockpits bietet Abbildung 1.

Zur Wahrung der Datensicherheit und einer aufgabenbezogenen Funktionsauswahl ist eine Benutzerführung im Ressourcen-Cockpit unerlässlich. Durch das Rollenkonzept wird hierbei einerseits festgelegt, welche Rechte der Benutzer ausführen kann, andererseits auf welche Anlagen er zugriffsberechtigt ist. Dazu werden dem Benutzer Qualifikationen und Zertifikate zugeordnet, nach denen eine Selektion der Wartungs- und Störungsaufträge erfolgen kann, für welche der Instandhalter geeignet ist.

Durch die Rollen müssen die Rechte nicht für jeden Benutzer vergeben werden, stattdessen findet eine Gruppierung statt. Die Rollen beinhalten verschiedene Formen der Berechtigung zum Zugriff auf durch das Ressourcen-Cockpit angebotene Funktionen. Dabei kann es sich um die Anzeige von Listen- und Detailseiten handeln oder die Beschränkung der Anzeige von Inhalten wie Plänen oder Anlagendokumentationen, wie sie von den Herstellern gefordert wird.

Da das Ressourcen-Cockpit vor allem auch für größere Maschinenparks eingesetzt werden soll, ist eine Gruppierung der betrachteten Anlagen unerläss-

lich. Die Gruppierung erfolgt hierbei vor allem nach technischen Gesichtspunkten. Eine Rolle kann für mehrere Ressourcengruppen gelten, andererseits werden einer Ressourcengruppe in der Regel mehrere Rollen zugeordnet. Zu einer Ressourcengruppe gehören mehrere Ressourcen, es besteht die Möglichkeit, eine Ressource mehreren Ressourcengruppen hinzuzufügen.

Den Ressourcen können Plug-Ins zugeordnet werden, mit denen eine direkte Verbindung zur Steuerungseinheit der Anlage vor allem nach dem OPC-UA-Standard hergestellt werden kann.

Konkreten Störungsbeseitigungs- und Wartungsaufträge sind konkrete Ressourcen zugeordnet. Die bekannten Fehlercodes und Wartungsvorschriften, welche diesen Aufträgen zugrunde liegen, sind in Katalogen zusammengefasst. Den Katalogen und damit auch den Aufträgen ist Equipment zugeordnet, unter diesem Begriff sind Werkzeuge und Ersatzteile zusammengefasst.

3.2 Eingesetzte Technologien

Das Ressourcen-Cockpit läuft auf Microsoft Internet Information Services (IIS). Diese müssen jedoch nur auf einem Rechner im Firmennetzwerk (oder in der Cloud) installiert sein, auf den dann die anderen Geräte über Webbrowser als Clients zugreifen.

Serverseitig sind Webseiten des Ressourcen-Cockpits in der Razor-Syntax mit der Programmiersprache C# codiert. Diese ist in die übliche Webtechnologie mit HTML 5 und CSS 3 eingebunden. Programmlogik, die auf dem Client laufen muss, wurde mit JavaScript entwickelt. Die Aufteilung des Quelltextes folgt dabei dem MVC-Pattern. Die Vorteile dieses Entwurfsmusters für den Entwicklungsprozess wurden bereits im vorhergehenden Kapitel erläutert.

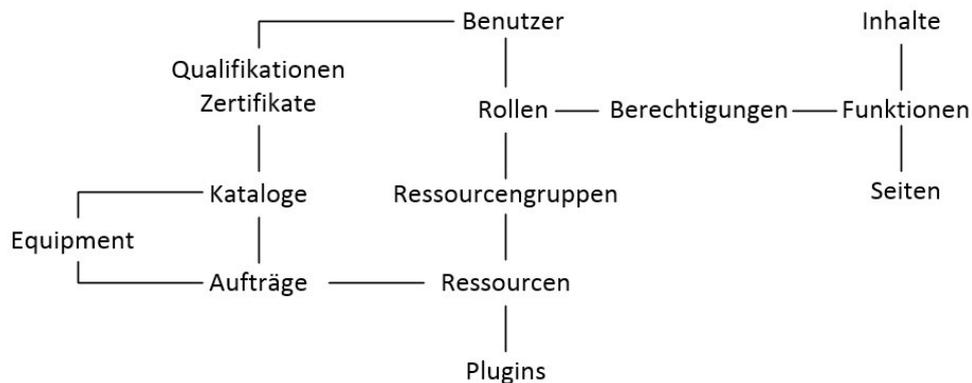


Abbildung 1: Architektur Ressourcen-Cockpit

Die Datenhaltung erfolgt nicht mehr in einer relationalen Datenbank, sondern in der RDF-Datenbank BrightstarDB. RDF steht für Resource Description Framework, welches als grundlegender Baustein des Semantic Web gilt. Die Daten sind über ein Triple aus Subjekt, Prädikat und Objekt abgebildet. Ein Datenbankserver wird damit überflüssig.

Das Ressourcen-Cockpit bietet ein Gerüst, das sich Anwender entsprechend ihren Bedürfnissen erweitern können. Dazu gehört die Modifikation der Benutzeroberfläche entsprechend der Corporate Identity, das Definieren von Plugins für die eigenen Anlagen oder das Hinzufügen zusätzlicher Webseiten mit kontextspezifischen Funktionen. Die Kommunikation mit dem Ressourcen-Cockpit erfolgt über die Formate JSON und XML.

4 Funktionen des Ressourcen-Cockpits

In diesem Kapitel werden die Funktionen des Ressourcen-Cockpits ausführlicher vorgestellt. Welche davon ein Benutzer anzeigen und verwenden kann, hängt von den Rechten der ihm zugeordneten Rollen ab. Die Anzeige ist für Tablets optimiert.

Bei erfolgreicher Anmeldung wird der Benutzer mit einem Dashboard (Abbildung 2) begrüßt. Dies zeigt ihm, ob Fehler oder Wartungen anliegen, für deren Bearbeitung er die Verantwortung übernehmen könnte. Liegen ungelesene Nachrichten für den Benutzer vor, wird er darauf hingewiesen. Außerdem wird eine Übersicht gegeben, welche persönlichen Konfigurationen der Benutzeroberfläche gespeichert wurden.

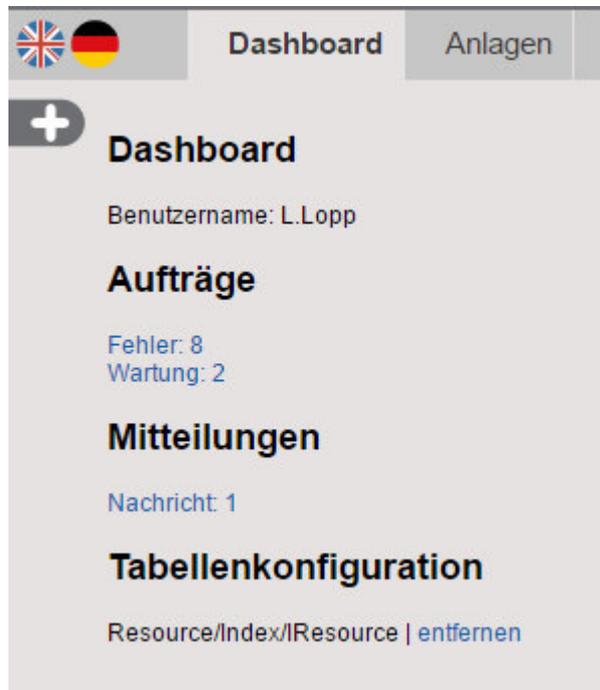


Abbildung 2: Dashboard

Das Dashboard ist in dieser Ausbaustufe nur ein Vorschlag. Die Gestaltung und die anzuzeigenden Informationen sind den Bedürfnissen des Unternehmens anzupassen, welches das Ressourcen-Cockpit einsetzt.

Das Ressourcen-Cockpit ist in Deutsch und Englisch nutzbar. Der Benutzer kann sich die Oberfläche des Ressourcen-Cockpits entsprechend seiner Präferenzen konfigurieren. Somit kann er die Anordnung der Spalten verschieben oder Spalten ein- und ausblenden, Filter und Sortierkriterien definieren und bestimmen, wie viele Datensätze pro Seite angezeigt werden sollen. Diese Konfigurationen werden benutzerspezifisch gespeichert, sodass der Benutzer die Daten beim nächsten Aufruf genauso vorfindet.

4.1 Konfiguration

Bevor die eigentliche Arbeit mit dem Ressourcen-Cockpit beginnen kann, müssen die Stammdaten eingestellt werden. Die Generierung kann manuell erfolgen, üblicherweise werden jedoch insbesondere bei großen Datenmengen Importfunktionalitäten über entsprechende Plugins benutzt. Die Verwaltung der Stammdaten erfolgt über das Management-Modul (Abbildung 3). Für

welche Daten sich der Benutzer verantwortlich zeichnet, ist durch das Rollenkonzept festgeschrieben.

4.1.1 Benutzerverwaltung

Über die Benutzerverwaltung (Abbildung 4) werden neue Benutzer angelegt. Hier erfolgt neben der Vergabe der Rollen auch die Zuordnung von Qualifikationen und Zertifikaten, durch die bestimmt wird, für welche Instandhaltungstätigkeiten der Benutzer befähigt ist.

Über die Detailsinstellungen (Abbildung 5) können Kennwörter vergeben und die Standardsprache festgelegt werden. Wenn der Benutzer ausfällt und somit für längere Zeit keine Instandhaltungsaufgaben übernehmen kann, ist es möglich, seine Verfügbarkeit zu deaktivieren.



Abbildung 3: Übersicht des Konfigurationsmoduls

Benutzerverwaltung

[+ neuen Benutzer anlegen](#)

Ergebnisse: 20
Seiten: 4

Verfügbar	Benutzername	Vorname	Nachname	Rollen	Qualifikationen	Zertifikate	
	Admin	Admin		Super User	keine Qualifikationen	keine Zertifikate	bearbeiten
	mec	Finn	Faist	Default Instandhalter	FA Mechaniker	keine Zertifikate	bearbeiten
	H.Hertel	Henry	Hertel	Administrator Benutzer	keine Qualifikationen	keine Zertifikate	bearbeiten
	mec3	Andre	Jinkov	Default Instandhalter	FA Mechaniker	Mechanik 110 Werkzeugarm	bearbeiten
	S.Klebber	Sven	Klebber	Instandhalter H1	keine Qualifikationen	keine Zertifikate	bearbeiten

Ergebnisse: 20
Seiten: 4

Abbildung 4 Benutzerverwaltung

Benutzer bearbeiten

Löschen Passwort ändern Speichern

Vorname:

Nachname:

Benutzername:

Sprache:

Verfügbar:

Rollen: **Qualifikationen** Zertifikate

Rollen hinzufügen

Ergebnisse: 1
Seiten: 1

Name	Berechtigungen	
Instandhalter H1	AdministrareOrders	entfernen

Ergebnisse: 1
Seiten: 1

Abbildung 5: Benutzerdetails

4.1.2 Rollenverwaltung

Die Rollen legen fest (Abbildung 6), auf welche Ressourcengruppen und Funktionen Benutzer mit dieser Rolle Zugriff haben. Dazu werden den Rollen die entsprechenden Ressourcengruppen und Berechtigungen zugewiesen. Für eine komfortable Vergabe können Benutzer zugewiesen werden, dies ist jedoch auch über die Benutzerverwaltung einstellbar.

Rolle bearbeiten

Name: Administrator Benutzer

Berechtigungen | Ressourcengruppen | Benutzer

Berechtigungen Berechtigungen hinzufügen +

Ergebnisse: 2
Seiten: 1

Name	Beschreibung	
AdministrateUsers	Benutzer verwalten	✗ entfernen
ViewManagement	Ansicht Management	✗ entfernen

Ergebnisse: 2
Seiten: 1

Abbildung 6: Rollenverwaltung

4.1.3 Verwaltung von Qualifikationen und Zertifikaten

Die Ausübung kritischer Instandhaltungsarbeiten erfordert in der Regel Kenntnisse zum Sachverhalt oder eine Befähigung. Um eine fachgerechte Instandhaltung zu gewährleisten, können den Benutzern sowie den im Katalog erfassten Stör- und Wartungscodes, Qualifikationen und Zertifikate (Abbildung 7) zugewiesen werden. Dadurch bekommen Instandhalter nur Aufträge zugeteilt, die ihren Kenntnissen entsprechend bearbeitet werden können bzw. für die ihnen eine Befugnis in Form eines Zertifikates erteilt wurde. Hierbei werden auch eventuelle Laufzeiten von Zertifikaten berücksichtigt.

Qualifikationen

+ Neue Qualifikation erstellen

Ergebnisse: 2
Seiten: 1

Name	Beschreibung	Benutzer	Stör codes	
FA Elektriker	Ausgebildeter Elektriker	Strippe, Silvia	IES1	✎ bearbeiten
FA Mechaniker	Ausgebildeter Mechaniker	Faist, Finn	IMS1	✎ bearbeiten

Ergebnisse: 2
Seiten: 1

Abbildung 7: Verwaltung der Qualifikationen



Abbildung 8: Verwaltung der Ressourcengruppen

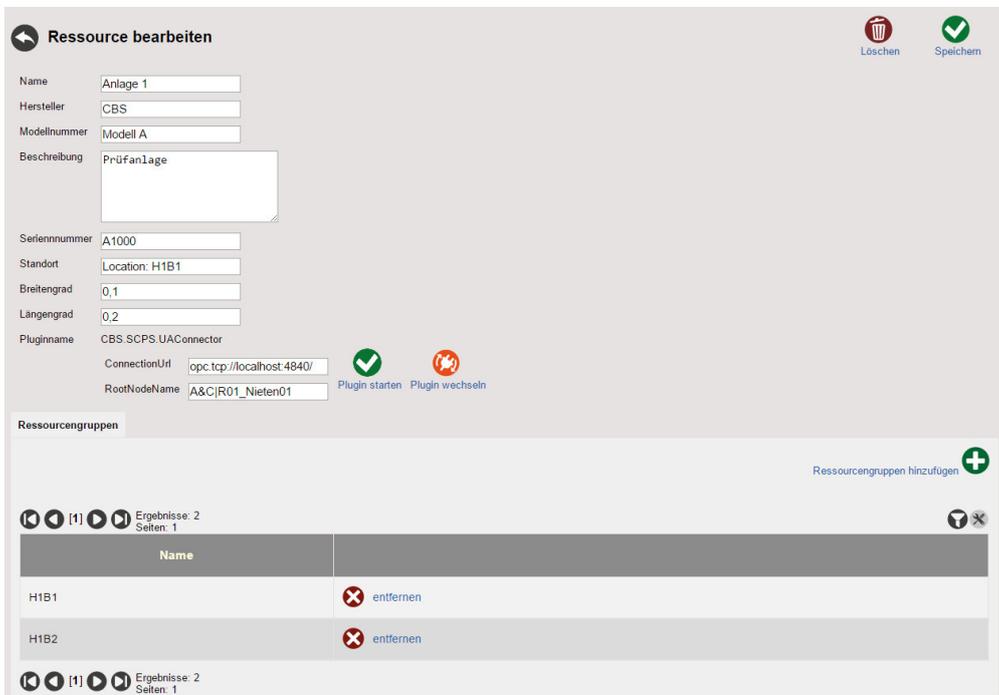


Abbildung 9: Ressourcenverwaltung

4.1.4 Verwalten von Ressourcengruppen

Ressourcengruppen kategorisieren Ressourcen, um die Zuordnung von Rechten zu vereinfachen. Neben dem Erstellen und Löschen von Ressourcengruppen (Abbildung 8) steht hier vor allem die Zuordnung von Ressourcen im Vordergrund. Die Anzahl der Ressourcengruppen einer Ressource sowie

die Anzahl der Rollen, die einer Ressourcengruppe zugewiesen wird, ist nicht limitiert. Die Zuweisung der Zugriffsrechte erfolgt über die Rollenverwaltung.

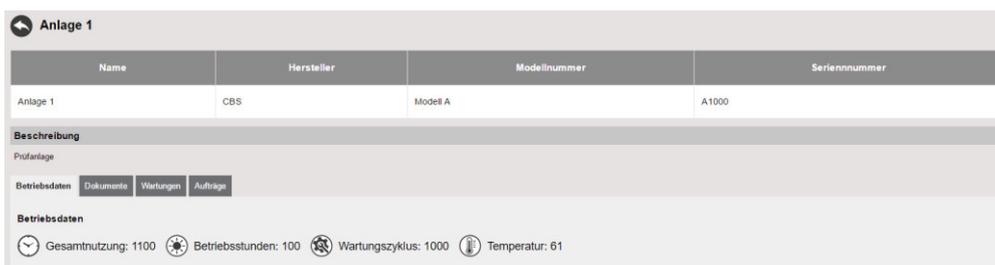
4.1.5 Ressourcenverwaltung

Die Eigenschaften der Ressourcen werden in der Ressourcenverwaltung (Abbildung 9) eingestellt. Dazu gehören Herstellerdaten und Informationen zum Standort der Ressource. Ebenso kann zugeordnet werden, über welches Plugin die Verbindung zur Steuerung der Ressource aufgenommen wird. Das schließt die Aktivierung bzw. Deaktivierung der Verbindung mit ein. Zur Minderung des Arbeitsaufwandes beim Anlegen neuer Ressourcen kann auch hier eingestellt werden, zu welchen Ressourcengruppen die Ressource gehört.



The screenshot shows the 'Plugin Ordnerüberwachung' (Plugin Folder Monitoring) interface. It features a header with two buttons: 'neuen Ordnerpfad angeben' (Add new folder path) and 'Plugins neu laden' (Reload plugins). Below the header, there are navigation controls and a table listing the monitored folders. The table has a single column labeled 'Pfad' (Path) and contains one entry: 'C:\SCPS\Plugins'. To the right of this entry is a 'bearbeiten' (Edit) button. Below the table, there are more navigation controls and a section titled 'Plugin'. This section contains another table with three columns: 'Name', 'Version', and 'Dateipfad' (File path). The table lists one plugin: 'CBS.SCPS.UAConnector' with version '1.0.0.0' and file path 'C:\SCPS\Plugins\CBS.SCPS.UAConnector.dll'. At the bottom, there are further navigation controls.

Abbildung 10: Verwaltung der Plugins



The screenshot shows the 'Anlage 1' (Plant 1) details page. It features a table with four columns: 'Name', 'Hersteller', 'Modellnummer', and 'Seriennummer'. The table contains one row with the following data: 'Anlage 1', 'CBS', 'Modell A', and 'A1000'. Below the table, there is a 'Beschreibung' (Description) section with a sub-section 'Prüfanlage' (Test plant). Underneath, there are tabs for 'Betriebsdaten' (Operational data), 'Dokumente' (Documents), 'Wartungen' (Maintenance), and 'Aufträge' (Orders). The 'Betriebsdaten' tab is active, showing several metrics: 'Gesamtnutzung: 1100' (Total usage: 1100), 'Betriebsstunden: 100' (Operating hours: 100), 'Wartungszyklus: 1000' (Maintenance cycle: 1000), and 'Temperatur: 61' (Temperature: 61).

Abbildung 11: Anlagendetails

4.1.6 Plugin-Verwaltung

In der Verwaltung der Plugins (Abbildung 10) wird eingestellt, welche Ordner hinsichtlich Plugin-Dateien überwacht werden müssen. Im Bereich Plugin wird dann angezeigt, welche Plugins im jeweiligen Pfad gefunden wurden. Hierbei werden auch Versionsinformationen übernommen.

4.2 Anlagenverwaltung

Die Anlagenverwaltung dient der Überwachung der konkreten Anlagen. Das Anlegen neuer Anlagen oder die Bearbeitung der Anlageneigenschaften erfolgt über die Ressourcenverwaltung.

Auf der Seite Betriebsdaten (Abbildung 11) werden Informationen angezeigt, die über das Plugin direkt von der Ressource zur Verfügung gestellt werden. Hieraus kann der Mitarbeiter Rückschlüsse über den Zustand der Anlage ziehen.

Ebenso werden im Anlagenmanagement die für die Ressource gültigen Dokumente, wozu z.B. Handlungsanweisungen, Bedienungsanleitungen, Prüflisten oder Schaltpläne gehören können, verwaltet. Den Dokumenten können Meta-Informationen teilweise durch das System aber auch manuell hinzugefügt werden.

Im Weiteren ist hier zusammengefasst, welche Aufträge (zur Störungsbeseitigung) und Wartungen aktuell zu bearbeiten sind.

The screenshot shows the 'STÄUBII ALPHA 500' management interface. At the top, there is a header with the device name and a 'Annahmen' button. Below this is a table with columns: Type, Anlage, Störcode, zugewiesener Benutzer, Auftrag erstellt, Status, and Eskalation. The table contains one entry for 'STÄUBII ALPHA 500' with Störcode 'STA500' and a status of '14m 52s'. Below the table, there is a 'Beschreibung' section with the text 'Greifer oben keine Freigabe'. Further down, there are tabs for 'Dokumente', 'Werkzeuge', 'Ersatzteile', and 'Mittelungen'. The 'Handlungsanweisung' section is active, showing a tree structure with 'zur Struktur' and sub-items: 'Störung', 'Hersteller', 'Variante', 'Firmware', 'Code', 'Handlungsanweisung', and 'Anlage'. A 'Download' button is visible at the top of the document viewer area.

Abbildung 12: Verwaltung der Störcores

4.3 Kataloge

Über Kataloge werden die StörCodes, welche durch die Anlagen übermittelt werden, verwaltet. Außerdem werden hier die zu den Anlagen gehörigen Wartungsaufgaben eingerichtet. Derzeit werden für die Wartungen ebenfalls nur Codes mit entsprechenden Informationen gespeichert, Wartungszyklen sind noch nicht implementiert. Das derzeitige Szenario bezieht sich auf Aufträge, die z.B. durch eine Maschine ausgelöst werden.

4.3.1 StörCodes

Die StörCodes werden durch die Hersteller vorgegeben. Den StörCodes können neben den Kopfdaten umfangreiche Informationen (Abbildung 12) zu erforderlichen Kompetenzen und Ressourcen zugeordnet werden. So lässt sich festlegen, welche Qualifikationen und Bescheinigungen zur fachgemäßen Bearbeitung eines Störfalls erforderlich sind. In den angeschlossenen Dokumenten können u.a. Handlungsanleitungen gespeichert werden, welche die Vorgehensweise beim Auftreten der Störung aufzeigen. Darüber hinaus kann eingestellt werden, welche Werkzeuge und Ersatzteile für die Beseitigung der Störung erforderlich sein könnten. Für Werkzeuge und Ersatzteile wird eine eigene Verwaltungsebene angeboten.

Zusätzlich lässt sich die Historie der Aufträge anzeigen (Abbildung 13).

4.3.2 Wartungsaufgaben

Die Funktionalität zur Verwaltung von Wartungsaufgaben entspricht weitestgehend der zum Management von StörCodes. Abbildung 14 zeigt den Katalog der Wartungsaufgaben für ein bestimmtes Demonstratorbeispiel.

Type	Anlage	zugewiesener Benutzer	Auftrag erstellt	Werkzeuge	Ersatzteile	Status	
✘	Anlage 1		11.10.2016 11:48:51	✔	✔	✘ 5m 22s	ansehen

Type	Anlage	zugewiesener Benutzer	Auftrag quittiert	
✘	Anlage 2	Lopp, Lenard	11.10.2016 11:49:13	ansehen
✘	Anlage 1	Lopp, Lenard	11.10.2016 11:49:22	ansehen

Abbildung 13: Historie eines StörCodes

Hersteller	Variante	Firmware	Wartungscode	Beschreibung	Letztes Auftreten	
CBS	ABY341	1.1	Dichtungswechsel	Dichtungswechsel	16.10.2016 12:26:23	bearbeiten
CBS	999777ABV	8.0	Hauptuntersuchung	Hauptuntersuchung	01.10.2016 12:26:23	bearbeiten
CBS	ERP987	8.0	Laufzeitprüfung	Prüfen des Motorgetriebes	12.10.2016 12:26:23	bearbeiten
CBS	Ov987	8.0	Motordrehzahl prüfen	Zeitverzögerung bei Bohrvorgang Motordrehzahl prüfen	11.10.2016 12:26:23	bearbeiten
CBS	3815-KHU-589	3.0	Spannungsmessung	Spannungsmessung	09.10.2016 12:26:23	bearbeiten

Abbildung 14: Liste der Wartungsaufgaben

Auch den Wartungsaufgaben können Dokumente, Qualifikationen, Zertifikate, Werkzeuge und Verschleißteile zugeordnet werden. In der Wartungshistorie lässt sich verifizieren, dass die geforderten Wartungsarbeiten fristgemäß durchgeführt wurden.

4.4 Störungsmanagement

Tritt eine Störung auf, so erscheint im Kopfbereich des Ressourcen-Cockpits ein deutlicher Hinweis. Alle aktuellen Fehlermeldungen lassen sich in einer Liste anzeigen (Abbildung 15). Welche Fehler angezeigt werden und welche Funktionen verfügbar sind, hängt wiederum von den Rollen und den dem Benutzer zugeordneten Qualifikationen und Zertifikaten ab. In der Zeile Status ist ersichtlich, ob der Fehler bereits bearbeitet wird. Dazu wird die Zeit bis zu einer automatischen Eskalation angegeben. In den entsprechenden Spalten wird über die Verfügbarkeit der benötigten Ersatzteile und Werkzeuge informiert.

Type	Anlagen	Störcode	zugewiesener Benutzer	Auftrag erstellt	Werkzeuge	Ersatzteile	Status	
	STÄUBII ALPHA 500	STA500		12.10.2016 09:01:10				ansehen
	Anlage 2	IES2		12.10.2016 09:01:10				ansehen
	Anlage 2	IES1		12.10.2016 09:01:10				ansehen
	Anlage 2	IES2C		12.10.2016 09:01:10				ansehen
	Anlage 1	IMS2C		12.10.2016 09:01:10				ansehen

Abbildung 15: Liste der aktuellen Fehlermeldungen

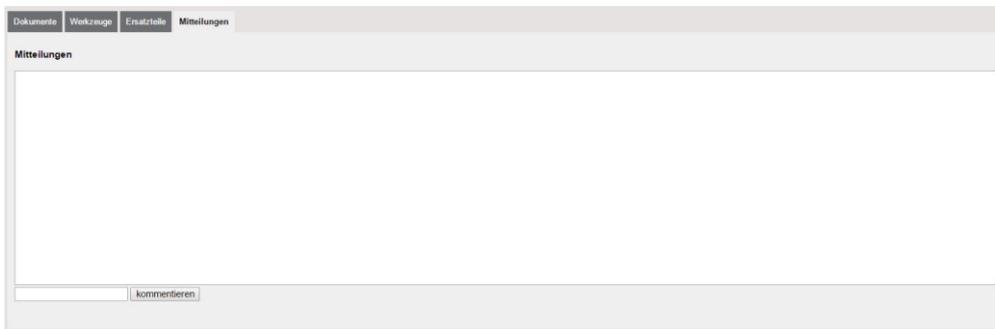


Abbildung 16: Kommentare zu Störungen

Über die Anzeige der Details werden die zur Beseitigung der Störung benötigten Ressourcen sichtbar. Über die Mitteilungsfunktion (Abbildung 16) kann der Benutzer Kommentare zum Störfall hinzufügen, die zum Beispiel zur Kommunikation mit Kollegen oder der finalen Auswertung des Störfalles herangezogen werden können.

Der Benutzer hat nun verschiedene Möglichkeiten, auf die Aufgabe zu reagieren. In einer Übersicht sieht der Benutzer alle im Katalog hinterlegten Informationen zur Störung. Zusätzlich kann er weitere auftragspezifischen Werkzeuge und Ersatzteile hinzufügen, entfernen oder die benötigte Menge anpassen. Sind alle Materialien verfügbar, hat der Benutzer die Möglichkeit, diese zu reservieren. Im Anschluss muss die Entnahme der Materialien bestätigt werden. Danach hat der Benutzer die Möglichkeit, den Auftrag anzunehmen und dadurch kenntlich zu machen, dass er sich um die Beseitigung des Problems kümmern wird. Nach erfolgreicher Instandsetzung ist der Auftrag zu quittieren. In einem Abschlussbericht sind eventuelle Mengenregulierungen nicht benötigter Materialien vorzunehmen. Andernfalls besteht die Möglichkeit, einen Auftrag abubrechen – insofern noch keine Teile aus dem Lager entnommen wurden – oder ihn zu pausieren, sollte an anderer Stelle ein dringenderer Fall aufgetreten sein. Ist dem Instandhalter eine erfolgreiche Durchführung nicht möglich, kann er den Auftrag eskalieren. Das kann auch automatisch erfolgen, wenn ein Auftrag nach einer festgelegten Zeit nicht bearbeitet wird. Eskalierte Aufträge können nur von befugten Benutzern deeskaliert werden um sie für die Bearbeitung wieder freizugeben.

Wartungen organisieren

Kalender Übersicht

Ergebnisse: 6
Seiten: 2

Type	Anlage	Wartungscode	zugewiesener Benutzer	Geplanter Start	Geplantes Ende	Werkzeuge	Ersatzteile	Status	Aktiv	
	Anlage 1	Hauptuntersuchung		30.09.2016 13:48:29	10.10.2016 18:30:00					ansehen
	Anlage 2	Motordrehzahl prüfen		10.10.2016 13:48:29	10.10.2016 19:48:29					ansehen
	Anlage 1	Werkzeugprüfung	Lopp, Lenard	11.10.2016 07:48:29	12.10.2016 10:48:29					ansehen
	Anlage 1	Spannungsmessung		12.10.2016 13:48:29						ansehen
	Anlage 2	Laufzeitprüfung		13.10.2016 13:48:29						ansehen

Ergebnisse: 6
Seiten: 2

Abbildung 17: Überblick über Wartungsaufträge

4.5 Wartungsmanagement

Wartungsmaßnahmen (Abbildung 17) können im Gegensatz zu Störungsbehebungen zu geplanten Zeitpunkten stattfinden. Trotzdem gibt es einige Ähnlichkeiten bei den Datenstrukturen. Auch fällige Wartungen können in der Maschinensteuerung gespeichert sein und über Plugins an das Ressourcen-Cockpit übertragen werden.

Die Wartungen werden in den Kalender (Abbildung 18) eingetragen. An der Farbe des Eintrags und der Symbolik in der Wartungsübersicht ist ersichtlich, in welchem Status sich die Wartungsaufgaben befinden. So wird durch rote Markierung darauf hingewiesen, welche Wartungstätigkeiten überfällig sind. Grün bedeutet, dass die Produktionsleitung die Wartung freigegeben hat.

Wartungen organisieren

Kalender Übersicht

Ergebnisse: 6
Seiten: 2

Oktober 2016

Mo.	Di.	Mi.	Do.	Fr.	Sa.	So.
26	27	28	29	30	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31	1	2	3	4	5	6

13:48 Anlage 1 - Hauptuntersuchung

13:48 Anlage 1 - Werkzeugprüfung

13:48 Anlage 2 - Motordrehzahl prüfen

13:48 Anlage 1 - Spannungsmessung

13:48 Anlage 2 - Laufzeitprüfung

13:48 Anlage 2 - Dichtungswechsel - System

15:31

Kalender

Home

Abbildung 18: Kalender mit Wartungsaufträgen

Nachrichten Hub - Posteingang

Postausgang Neue Nachricht

Betreff	Von	Empfangen		
Wartungszyklus Anlage 3	C.Richard	07.10.2016 11:51:36	👁 ansehen	
Anlage 2 streikt!	H.Hertel	07.10.2016 11:49:11	👁 ansehen	
Krank	H.Hertel	07.10.2016 11:45:57	👁 ansehen	
Auftrag für Anlage 1 - Werkzeuge	S.Klein	07.10.2016 11:44:44	👁 ansehen	✖ entfernen

Abbildung 19: Nachrichtenmodul

4.6 Nachrichtenaustausch

Der Informationsaustausch zwischen den Beteiligten wird durch das Nachrichtenmodul (Abbildung 19) unterstützt. Dieses folgt weitestgehend der Ergonomie, welche die Benutzer von Mailprogrammen gewohnt sind. Auf eingegangene Nachrichten wird auf dem Dashboard und auch im Kopfbereich hingewiesen.

Es stehen ein Posteingang und ein Postausgang zur Verfügung. Bei ungelesenen Nachrichten ist die Betreffzeile fett markiert. Für eingegangene Nachrichten existiert eine Antwortfunktion.

Wurde eine Nachricht irrtümlich versendet, ist es im Ressourcen-Cockpit möglich, diese durch den Absender zu löschen.

5 Plug-In-Konzept

Das Plugin-Konzept hat eine zentrale Bedeutung für den Hauptzweck des Ressourcen-Cockpits, alle für den Instandhalter wichtigen Informationen an einer Stelle zusammen zu bringen. Darüber findet der Datenaustausch sowohl mit Anlagen als auch mit angeschlossenen Managementsystemen statt.

Neben den in den folgenden Abschnitten diskutierten häufigen Anwendungsfällen ist zum Beispiel auch ein Datenaustausch mit einem persönlichen Kalender, einem Abrechnungssystem oder einer Personalverwaltungssoftware denkbar.

5.1 Anbindung von Anlagen

Der Informationsaustausch mit Maschinen kann sehr anlagenspezifisch sein. Der Datenaustausch kann über ein Push-Prinzip erfolgen, indem die Anlage die Nachricht direkt an das Ressourcen-Cockpit schickt oder nach dem Pull-

Prinzip, indem das Ressourcen-Cockpit Informationen der Anlagensteuerung abfragt. Die Einstellung der Verbindung zur Anlage erfolgt über Konfigurationsdateien im XML-Format.

Typische Anwendungsfälle sind

- Senden einer Störungsmeldung durch die Anlage
- Benachrichtigung über eine fällige Wartung der Anlage
- Abfrage von Parametern der Anlage

Verbindungen zu Anlagen wurden in mehreren Demonstratoren durch Projektpartner in enger Zusammenarbeit mit CBS realisiert. So interagiert in einem Demonstrator an der TU-Chemnitz, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, eine Installation des Ressourcen-Cockpits mit einem Transfersystem (S. 167 ff.). Bei der Firma Hiersemann wurde eine Montagestation angeschlossen. Der Partner Audi setzt in seinem Testfeld das Ressourcen-Cockpit zum Instandhaltungsmanagement von Nietanlagen ein (S. 153 ff.).

5.2 ERP-Anbindung

Die Schnittstellendefinitionen zu ERP-Systemen sollten sehr allgemein gehalten sein, um mit Lösungen verschiedener Hersteller ohne großen Anpassungsaufwand kommunizieren zu können.

The screenshot shows a web interface with two main sections. The first section, titled 'Zugriff', contains a table with 5 columns: 'Gruppe', 'Schlüssel', 'Anwendung', 'Type', and an 'Edit' button. The second section, titled 'Externe Anwendung', contains a table with 5 columns: 'ID', 'Name', 'Beschreibung', 'CallbackEndpoint', and an 'Edit' button.

Gruppe	Schlüssel	Anwendung	Type	
ResourceManagement	InsertResources	EMITTER	CallIn	Edit
ResourceManagement	GetResources	EMITTER	CallIn	Edit
WarehouseManagement	GetSpareParts	EMITTER	CallIn	Edit
WarehouseManagement	GetUsedSpareParts	EMITTER	CallIn	Edit
WarehouseManagement	InsertTools	EMITTER	CallIn	Edit

ID	Name	Beschreibung	CallbackEndpoint	
b400386e-72a8-470e-a771-ebee44ed050	EMITTER			Edit

Abbildung 20: Zuordnung von externen Anwendungen zu Methoden

Das ERP-System (oder eine externe Anwendung mit der passenden Funktionalität) registriert sich beim Ressourcen-Cockpit und bekommt für die Datenübermittlung ein Token zur Verifizierung.

Im Ressourcen-Cockpit können dann der externen Anwendung die Methoden zugewiesen werden (Abbildung 20), auf die sie Zugriff bekommen soll, wobei jeder Methode nur eine Anwendung zugeteilt werden kann. Damit wird vermieden, dass mehrere Systeme konkurrierende Daten austauschen. Ein Beispiel hierfür sind Bestandsdaten von Ersatzteilen, wo es unter Umständen zu fehlerhaften Lagerbeständen kommen kann.

Typische Anwendungsfälle für den Datenaustausch mit einem ERP-System sind:

- Abgleich der Anlagendaten
- Übernahme der Werkzeuge
- Auslösen von Ersatzteilbestellungen
- Abfrage von Beständen und Kalenderinformationen

Exemplarisch befindet sich eine Schnittstelle zum von CBS vertriebenen ERP-System Microsoft Dynamics AX 2012 in der Entwicklung.

6 Einsatzszenarien

Für den Einsatz des Ressourcen-Cockpits sind verschiedene Geschäftsmodelle denkbar, die in diesem Kapitel kurz diskutiert werden sollen.

Das Ressourcen-Cockpit kann durch einen Maschinenbauer zusammen mit einer komplexen Anlage ausgeliefert werden. Der Anbieter hat die für die Maschine wichtigen Informationen in das Ressourcen-Cockpit eingepflegt. Falls der Kunde es wünscht, kann er den Mitarbeitern des Maschinenherstellers Zugriff auf das Ressourcen-Cockpit ermöglichen, um im Störfall eine optimale Betreuung zu erhalten.

Das Ressourcen-Cockpit kann zur Verwaltung von (heterogenen) Maschinen-Parks eingesetzt werden. Über das einheitliche Plugin-Konzept werden die Anlagen angeschlossen. Hier ist insbesondere die Nutzung des Rollenkonzeptes empfehlenswert, um sofort einen qualifizierten Instandhalter für die entsprechende Anlage zu ermitteln. Auch die Einbindung von Altanlagen ist möglich, indem die Daten teilweise manuell gepflegt werden (indem z.B. der Straßenführer die Störungsmeldung manuell einträgt) oder eine Verbindung über die S-CPS-Box hergestellt wird.

Sind die durch das Ressourcen-Cockpit zu betreuenden Anlagen geographisch weiträumig verteilt, wie das zum Beispiel für Betreiber von Windkraft-

anlagen (Projektpartner BLUe) typisch ist, so ist eine Nutzung des Ressourcen-Cockpits über einen Cloud Service in Erwägung zu ziehen. Die technische Basis für einen solchen Dienst kann zum Beispiel Microsoft Azure bilden. Dieser Software as a Service (SaaS) kann auch durch CBS als den Entwickler des Ressourcen-Cockpit betreut werden, wobei hier der Vorteil besteht, dass immer die neueste Version genutzt werden kann. Jedoch werden gegen solche Geschäftsmodelle oft Sicherheitsbedenken geäußert, wobei fraglich bleibt, ob das von einem professionellen Cloud-Anbieter entwickelte Sicherheitskonzept schlechter ist, als die von der nicht regelmäßig geschulten eigenen IT-Abteilung implementierten Maßnahmen.

Im Gegensatz zu den hier vorgestellten Stand-Alone-Ansätzen kann auch eine engere Einbindung der Funktionen des Ressourcen-Cockpits in das ERP-System verfolgt werden. Nach Erfahrung von CBS sind Instandhaltungsprozesse regelmäßig Bestandteil des Lastenheftes von ERP-Anwendern, nicht zuletzt weil gesetzliche Vorgaben zum Nachweis der regelmäßigen Anlagenwartung zu erfüllen sind.

7 Literaturverzeichnis

- Hopf, H., Jentsch, D., Löffler, T., Horbach, S. & Bullinger-Hoffmann, A. C. (2014). *Improving Maintenance Processes with Socio-Cyber-Physical Systems*. In F.F. Chen (Hrsg.), *Proceedings of the 24th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing* (S. 1163-1170). - Lancaster, Pennsylvania, USA: DEStech Publications.
- Krasner, G.E., Pope, S.T. (1988). *A Description of the Model-View-Controller User Interface Paradigm in the Smalltalk-80 System*. Mountain View, California, USA: ParcPlace Systems.
- Microsoft. (2016). *Microsoft Dynamics AX 2012 R3 – ERP-Anbieter | Microsoft Dynamics*. Abgerufen am 14. Dezember 2016 von <http://www.microsoft.com/de-de/dynamics365/ax-overview>
- Microsoft. (2016). *Microsoft Dynamics NAV – Übersicht | Microsoft Dynamics*. Abgerufen am 14. Dezember 2016 von <https://www.microsoft.com/de-de/dynamics365/nav-overview>
- Microsoft. (2016). *Unternehmenslösungen und -software | Microsoft Dynamics*. Abgerufen am 14. Dezember 2016 von <https://www.microsoft.com/de-de/dynamics365/home>

Trommler, U. (2016). Ressourcen-Cockpit bringt alle Daten für die Instandhaltung zusammen. Vortrag auf Konferenz *Smart Maintenance für Smart Factories*. Abgerufen von <https://www.sv-veranstaltungen.de/fachbereiche/smart-maintenance-fuer-smart-factories/>

Trommler, U., Horbach, S., Bullinger-Hoffmann, A.C., Löffler, T., Müller, E. & Hopf, H. (2014). Instandhaltung in der Industrie 4.0. *Industrie Management*, 30 (6), 51-54.

Autoren



Dr. Horbach, Sebastian

Dr.-Ing. Sebastian Horbach, geb. 1968 studierte Wirtschaftsmathematik an der TU Chemnitz. Anschließend war er als wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der TU Chemnitz. Dort arbeitete er in verschiedenen Forschungsprojekten mit und promovierte auch in dieser Zeit. Seit 2014 ist Dr. Horbach als Projektleiter bei der CBS Information Technologies AG tätig. Sein Schwerpunkt lag dabei bisher auf der Mitarbeit im Forschungsprojekt S-CPS.



Trommler, Ullrich

Dipl.-Ing. (FH) Ullrich Trommler, geb. 1950, studierte Informationselektronik an der Ingenieurhochschule Dresden. Er arbeitete als technischer Leiter im VEB Rechentechnik und Organisation in Karl-Marx-Stadt, jetzt Chemnitz. Im Jahr 1990 gründete U. Trommler die CBS GmbH. Ab 2001 war U. Trommler Vorstandsvorsitzender der CBS Information Technologies AG. Den Vorsitz gab er im Frühjahr 2016 ab, bleibt aber in der Position als Vorstand der CBS AG erhalten. U. Trommler ist Projektkoordinator des Projektes S-CPS. Daneben war und ist er in weitere Forschungsprojekte involviert.