

Ein WfMS für die Instandhaltung in Kraftwerken: Nutzen und Anforderungen

L. Ladage

VEW ENERGIE AG, Dortmund

Zusammenfassung

In den Kraftwerken der VEW ENERGIE AG werden Instandhaltungsarbeiten rechnergestützt und unter Kontrolle eines Workflowmanagementsystems (WfMS) durchgeführt. Dieser Praxisbericht nennt aus Sicht der betrieblichen Anwendung einige Anforderungen an ein WfMS, beleuchtet, worin der geldwerte Nutzen liegt und zeigt in welchem Umfeld der Einsatz eines WfMS besonders geeignet ist.

1 Einleitung

Die VEW ENERGIE AG setzt in ihren Kraftwerken das Betriebsführungssystem IBFS der Firma GiS (www.gis-systemhaus.de) ein. Das IBFS ist seit Inbetriebnahme des Kernkraftwerk Emsland (KKE) 1988 im Einsatz. Der diesem Bericht zugrunde liegende Funktionsumfang besteht seit ca. 10 Jahren. 1996 wurde das IBFS in den anderen Kraftwerken der VEW ENERGIE eingeführt. Das IBFS hat bei VEW ENERGIE ca. 1600 Anwender und ist auch bei anderen Kraftwerksbetreibern im Einsatz.

Kernfunktion dieses Systems ist die Abwicklung der Instandhaltungsarbeiten über Arbeitsaufträge. Ein Arbeitsauftrag gliedert sich in Arbeitsscheine, die die Tätigkeiten an einem Gewerk beschreiben. In Abhängigkeit von der Tätigkeit und dem Arbeitsumfeld sind Arbeitsschutzmaßnahmen durchzuführen und Erfordernisse an Dokumentation und Berichte zu erfüllen. Zu den Arbeitsschutzmaßnahmen gehö-

ren Freischaltung und Normalisierung, Brandschutz, Strahlenschutz etc.; Erfordernisse sind unter anderem Funktionskontrolle, Druckprüfung, Flanschprotokoll, Materialbedarfsschein, Behälterbefahrerlaubnis und Analyseschein.

Das Arbeitsauftragsverfahren wird vollständig durch ein WfMS-Modul unterstützt. Für alle Objekte der Instandhaltung (Arbeitsauftrag, Arbeits-scheine, Arbeitsschutzmaßnahmen und Erfordernisse) gibt es Unter-Ablaufdefinitionen, die jeweils die prinzipiellen Schritte: Planung, Prüfung, Genehmigung, Kenntnisnahme der beteiligten Personen, Freigabe zur Durchführung und schrittweise Fertig-meldung enthalten. Abbildung 1 zeigt einen konkreten Ablauf mit einem Arbeits-schein und dem Erfordernis „Materialbedarfsschein“ inkl. Einbaubestätigung.

Zwischen den Objekten der Instandhaltung gibt es zusätzlich Vorgänger- Nachfolgerbeziehungen. So wird eine Verriegelung erreicht, z. B. darf die Arbeit erst beginnen (Ausdruck von Arbeitspapieren), wenn die Arbeitsschutzmaßnahmen durchgeführt worden sind.

Das WfMS im IBFS enthält ca. 350 Ablaufdefinitionen (engl. Process Definition) mit insgesamt über 3.500 Aufgaben (engl. Activities) bzw. Arbeitsschritten. Die Ablaufdefinition ist das Netz, das Aufgaben, deren Abarbeitungsreihenfolge und zuständige Rollen bzw. Personen festlegt. Ein Ablauf (engl. Process Instance) ist das konkrete Ausführen gemäß einer Ablaufdefinition.

In Spitzenzeiten wie bei einer Revision im Kernkraftwerk werden über 35.000 Arbeitsschritte am Tag durchgeführt. Ein durchschnittlicher Arbeitsauftrag im Kernkraftwerk besitzt ca. 70 und in einem konventionellen Kraftwerk ca. 40 Arbeitsschritte. Im KKE wurden mit dem IBFS bisher ca. 70.000 Arbeitsaufträge abgewickelt.

Neben dem Arbeitsauftragsverfahren deckt das IBFS unter anderem die Bereiche Lagerwirtschaft, Dokumentenmanagement und Anlagenbeschreibung ab. Die Systemplattform besteht aus NATURAL und ADABAS C der SAG auf Großrechner bzw. RS/6000 im konventionellen Bereich.

Dieser Praxisbericht geht nicht auf die systemtechnische Beschreibung eines WfMS ein (Jablonski et.al., 1996).

2 Beispiel: ein einfacher Arbeitsauftrag

Das Beispiel behandelt als konkreten Ablauf die Reinigung eines Ölfilters inklusive Austausch des Filtersatzes, siehe Abbildung 1. Dieser einfache Arbeitsauftrag enthält einen Arbeitsschein mit einem Materialschein¹.

Jedes nummerierte Kästchen in der Abbildung steht für einen Arbeitsschritt im Ablauf (die zugehörige Ablaufdefinition kann nicht gezeigt werden, weil die entsprechende Grafik für diesen Bericht zu komplex ist). Pfeile kennzeichnen die Abarbeitungsreihenfolge. Die vier horizontalen Streifen repräsentieren vereinfacht die Aufbauorganisation, z. B. werden alle Arbeitsschritte im Streifen „Schichtleiter“ vom Schichtleiter durchgeführt. Ein Einbetten des Ablaufs in ein typisches Diagramm einer Aufbauorganisation wäre zu unübersichtlich.

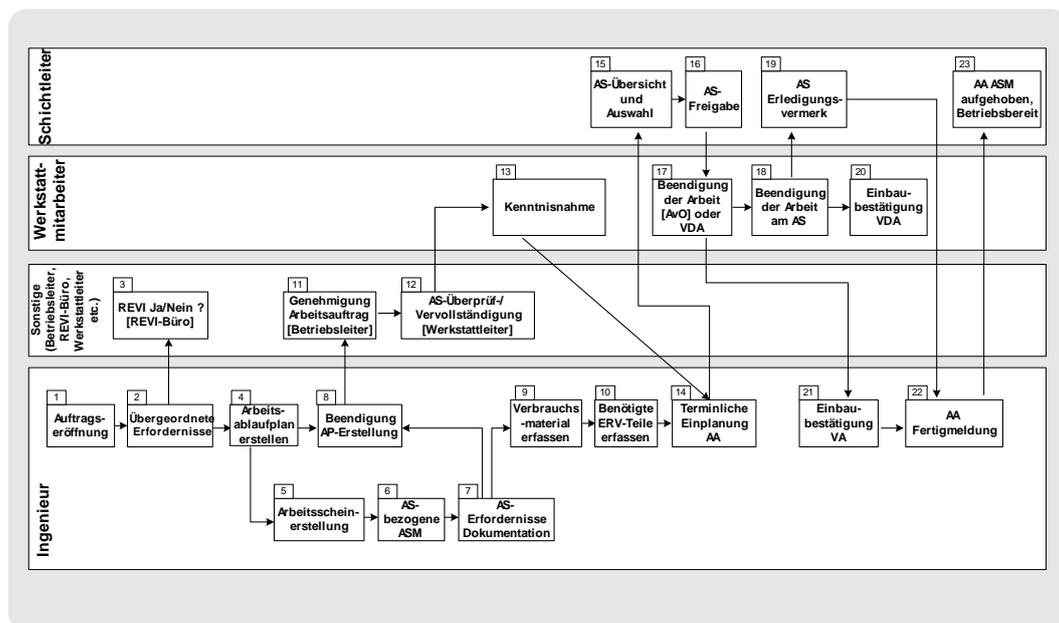


Abbildung 1: Ablauf eines einfachen Arbeitsauftrags

Der einfache Ablauf beginnt mit der Eröffnung des Arbeitsauftrags im System (Arbeitsschritt 1) durch einen der Ingenieure z. B. mit der Rolle „Turbinen-Ingenieure“. Sobald der Ingenieur diesen Arbeitsschritt und damit die Verantwortung für den Arbeitsauftrag übernommen hat, stellt das WfMS die zugehörigen

¹ Grundsätzlich ist für diese Arbeit eine Freischaltung erforderlich, so dass an dem Filter gefahrlos gearbeitet werden kann. Die Freischaltung ist in diesem einfachen Beispiel nicht berücksichtigt.

Arbeitsschritte 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 14, 21 und 22 nur in die persönliche Aufgabenliste dieses Ingenieurs.

Direkt danach legt der Ingenieur fest, dass Material eingebaut werden soll (Arbeitsschritt 2). Hierdurch ergeben sich später die Arbeitsschritte 9 und 10. Im Arbeitsschritt 2 könnte auch eine Freischaltung vorgesehen werden, die dann entsprechende Arbeitsschritte erzeugen würde.

Direkt nach dem Arbeitsschritt 2 läuft im Revisions-Büro² eine Information auf (Arbeitsschritt 3). Hier kann das Revisions-Büro festlegen, ob dieser Arbeitsauftrag im Rahmen der nächsten Revision abgewickelt werden soll. In unserem Beispiel wird der Arbeitsauftrag nicht als revisionsrelevant eingestuft.

Im Arbeitsschritt 4 können für alle Arbeitscheine des Auftrags dynamisch Abarbeitungsreihenfolgen festgelegt werden. Dieser einfache Arbeitsauftrag enthält allerdings nur einen Arbeitsschein.

Die Arbeitsschritte 5, 6 und 7 werden für jeden Arbeitsschein durchlaufen. Dabei werden die beteiligten Personen festgelegt (im Beispiel der Werkstattmitarbeiter), die Arbeit wird beschrieben, Arbeitsschutzmaßnahmen wie z. B. Schutzkleidung und Erfordernisse werden bestimmt.

Da im 2. Arbeitsschritt die Verwendung von Material geplant wurde, werden in den Arbeitsschritten 9 und 10 die entsprechenden Materialnummern eingetragen. Für das Ersatzteil (ERV) „Filtersatz“ wird später eine 2-fache Einbaubestätigung erzeugt.

Nebenläufig zur Detailplanung am Arbeitsschein erzeugt das WfMS die Arbeitsschritte zur Genehmigung und dann zur Prüfung (Arbeitsschritte 11 und 12) des Arbeitsauftrags. Dieser optimistische Ansatz hält dem Genehmigenden seinen Arbeitsschritt lange verfügbar, ohne den Ablauf zu hemmen. Denn erfahrungsgemäß werden Arbeiten nur in Ausnahmefällen nicht genehmigt.

Nach der Kenntnisnahme des Werkstattmitarbeiters, der für die Ausführung der Arbeit verantwortlich ist (Arbeitsschritt 13), kann der Ingenieur als letzten Arbeitsschritt (Nr. 14) der Auftragsplanung einen Plantermin vergeben.

Der Schichtleiter bekommt vom WfMS alle fertig geplanten Arbeitsaufträge angeboten und kann aus den zugehörigen Arbeitscheinen (im Beispiel gibt es nur einen Arbeitsschein) einen zur Ausführung auswählen (Arbeitsschritt 15) und freigeben (Arbeitsschritt 16). Die Arbeitsschritte 15 bis 19 würden jeweils für jeden weiteren Arbeitsschein durchlaufen.

² Bei einer Revision wird das Kraftwerk bzw. eine Erzeugungseinheit komplett außer Betrieb genommen. In dieser kurzen Zeit werden die meisten Instandhaltungsarbeiten durchgeführt.

L. Ladage

Nach der Freigabe werden die Arbeitspapiere für den Werkstattmitarbeiter gedruckt und das WfMS erwartet die Beendigung der Arbeit (Arbeitsschritt 17). Nach der Beendigungsbestätigung des Werkstattmitarbeiters müssen er und der Ingenieur den Einbau des Filtersatzes bestätigen (vier-Augen-Prinzip in den Arbeitsschritten 18 und 21).

Danach kann der Schichtleiter den Erledigungsvermerk eintragen (Arbeitsschritt 19).

Wenn alle Arbeitscheine des Arbeitsauftrags erledigt sind (hier nur ein Arbeitschein), beendet der Ingenieur als Verantwortlicher für den ganzen Arbeitsauftrag im Arbeitsschritt 22 den Arbeitsauftrag.

Zum Schluss erklärt der Schichtführer als Verantwortlicher für den Betrieb die Betriebsbereitschaft der Komponente, an der gearbeitet wurde (Arbeitsschritt 23).

Aufgrund der Festlegung in Arbeitsschritt 2, dass Material benötigt wird, wurden gemäß der Ablauf-Definition die Arbeitsschritte 9, 10, 20 und 21 generiert. Analog würde die Forderung nach weiteren Erfordernissen bzw. Arbeitsschutzmaßnahmen in den Arbeitsschritten 2, 6 und 7 oder die Planung mehrerer Arbeitscheine in Arbeitsschritt 4 viele weitere Arbeitsschritte generieren (Instanziierung von Unter-Ablaufdefinitionen).

Jeder Arbeitsschritt ist auch ein Dialog im System, der mit einer elektronischen Unterschrift abgeschlossen wird. Arbeitspapiere werden nur zur Information gedruckt, damit sie in die Anlage mitgenommen werden können.

3 Anforderungen an ein WfMS

Für den Einsatz eines WfMS gibt es verschiedene Ziele. Allgemein soll das WfMS jedem Anwender die für ihn anstehenden Arbeiten in einer Aufgabenliste übersichtlich anbieten, Bearbeitungs- und Durchlaufzeiten verkürzen und damit Kosten senken.

Das WfMS im Kraftwerksbetrieb (speziell Kernkraft) soll darüber hinaus sicherstellen, dass die durch behördliche, gesetzliche und innerbetriebliche Vorgaben bestimmten Geschäftsprozesse verlässlich abgewickelt und dokumentiert werden (Ausschluss von Organisationsverschulden).

Das Vier-Augen-Prinzip lässt sich allgemein durch eine entsprechende Modellierung der Ablaufdefinition sicherstellen. Darüber hinaus bietet das IBFS eine Zwangsführung und personenscharfe Zuordnung von Aufgaben:

- Ein Anwender ist im Arbeitsauftragsverfahren nur dann zur Datenpflege berechtigt, wenn ein entsprechender Arbeitsschritt in seiner Aufgabenliste enthalten ist. So wird die durch die Ablaufdefinition vorgegebene Reihenfolge von Arbeitsschritten erzwungen.
- Um persönliche Verantwortung zu unterstützen, ist es notwendig, Aufgaben über das WfMS dynamisch genau einer Person zuzuordnen. Es darf kein anderer die Berechtigung besitzen, diese Aufgabe „neben dem WfMS“ durchzuführen, siehe die Erläuterung zum 1. Arbeitsschritt im Beispiel.

Das bedeutet, dass das Berechtigungssystem neben einer Dialog- und Objektberechtigung auch eine „Workflowberechtigung“ berücksichtigt. Eine Datenpflege ist nur über die Workflow-Steuerung möglich.

Damit die konsequente Zwangsführung und die personenscharfe Zuordnung in Verbindung mit der „Workflowberechtigung“ nicht eine effiziente Prozessabwicklung behindert, enthält das IBFS zwei weitere Funktionen:

Anwendungsfall: Wenn eine Aufgabe an eine bestimmte Person vergeben ist, darf der Ablauf nicht klemmen, weil z. B. wegen eines Schichtwechsels diese Person zum geplanten Termin nicht verfügbar ist.

Lösung: Autorisierte Anwender haben die Möglichkeit, „ad hoc“ und ablaufbezogen die Zuordnung von Aufgaben zu Rollen oder Personen zu ändern. Eine autorisierte Rolle im Kraftwerk ist die des Schichtführers, die zu jeder Zeit besetzt ist. Diese Ausnahmebehandlung wird entsprechend dokumentiert.

Anwendungsfall: Während der Abwicklung eines Arbeitsauftrags (z. B. im Ablauf nach Arbeitsschritt 16 im Beispiel) können sich kleine Änderungen gegenüber der Auftragsplanung ergeben wie z. B. der Bedarf an weiterem Material. Der Ingenieur hat die Pflege der Materialliste aber schon abgeschlossen, siehe Arbeitsschritte 9 und 10 im Beispiel. Eine Überarbeitung der Materialliste ist wegen der „Workflowberechtigung“ nur möglich, wenn diese in der Ablaufdefinition vorgesehen ist.

Lösung: In der Ablaufdefinition können optionale Aufgaben modelliert werden, die für einen bestimmten „Zeitraum“ durchführbar sind, z. B. Arbeitsschritt 9 (Verbrauchsmaterial erfassen) bleibt bis zum Arbeitsschritt 17 (Beendigung der Arbeit) als optionale Aufgabe in der Aufgabenliste des Ingenieurs. Damit kann das WfMS eine nachträgliche, optionale Wiederbearbeitung eines Arbeitsschrittes anbieten. Diese optionalen Arbeitsschritte sind in der Aufgabenliste gekennzeichnet, weil sie eine Ausnahmebehandlung darstellen.

So lässt sich über die Ablaufdefinition genau festlegen, was z. B. nach einer Genehmigung bzw. Freigabe noch geändert werden darf, also beispielsweise keine Arbeitsschutzmaßnahmen.

Aus Sicht des Kraftwerksbetriebs gibt es eine Reihe wichtiger Anforderungen, die auch ausserhalb des IBFS allgemein erfüllt sein sollten.

- Das WfMS sollte eine statische Vertreterregelung unterstützen.
- Ein Ablauf kann sich über einen langen Zeitraum erstrecken, z. B. beginnt die Planung von Revisionsarbeiten ein Jahr vor der Revision. Das WfMS muss sicherstellen, dass ein Ablauf auch nach einer Änderung der Ablaufdefinition oder nach einem Software-update gemäß der alten Ablaufdefinition zu Ende gebracht wird.
- Es sollte immer möglich sein, Änderungen durchzuführen, solange der nächste Bearbeiter noch nicht mit seiner Arbeit angefangen hat.
- Das IV-System inklusive WfMS muss hochverfügbar und zuverlässig sein. Die Erfahrung zeigt, dass die hier beschriebene Anwendung nach der Einführung für die Kraftwerksbetriebsführung unverzichtbar wird.
- In einer Zeit der Rationalisierung muss ein WfMS auf einfache Weise ermöglichen, Aufgaben anderen Rollen zuzuordnen.

kraftwerksspezifische Anforderungen
Zwangsführung
dynamische, personengenaue Aufgabenzuordnung
„Workflowberechtigung“
„ad hoc“-Vertreterregelung inkl. Dokumentation
optionale Aufgaben in der Ablaufdefinition
allgemeine, für den Kraftwerksbetrieb wichtige Anforderungen
statische Vertreterregelung
langlebige Abläufe
später Abschluss eines Arbeitsschrittes
hohe Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit
änderungsfreundliche Ablaufdefinition

Tabelle 1: Zusammenfassung der WfMS-Anforderungen

4 Nutzen eines WfMS

Der Nutzen eines WfMS lässt sich quantifizieren, indem man die Zeitersparnis gegenüber einem System ohne WfMS abschätzt. Im vorliegenden Fall handelt es sich nicht um ein Einsparpotential, weil das System wie hier beschrieben betrieben wird. Motivation dieser Auswertung ist eine Wirtschaftlichkeitsbetrachtung für das bestehende IV-System. Die Abschätzung basiert auf der Auswertung von typischen Arbeitsaufträgen (Historie) und berücksichtigt folgende Nutzenmerkmale (der relative Anteil am Wert des Nutzens ist in % beziffert):

- Das WfMS bietet dem Anwender die für ihn relevanten Arbeitsschritte in einer Aufgabenliste an. Um den gleichen Informationsgehalt ohne WfMS zu bekommen, muss der Anwender zeitintensiv offene Arbeiten in verschiedenen Modulen der Software suchen. Außerdem kann man aus der Aufgabenliste direkt den entsprechenden Dialog aufrufen, ohne über Menüs oder ähnliches zu navigieren. [ca. 20%]
- Ohne WfMS muss bei einem größeren Anteil der Aufgaben die weitere Bearbeitung telefonisch angestoßen werden. [ca. 5%]
- Ein WfMS erspart die aufwendige Analyse, bei welchem Arbeitsschritt und welcher Rolle bzw. Person der Ablauf stockt. [ca. 10%]
- Jeder einzelne kann sich leicht über den Stand der Arbeiten informieren und sich auf kommende Arbeiten vorbereiten. Das erleichtert die Ressourcenplanung und verkürzt Wartezeiten. [ca. 5%]
- Ein WfMS stellt sicher, dass geplante Arbeiten nicht verschwinden und deshalb neu erstellt werden müssen. [ca. 10%]
- Suchen erfordert einen weitaus höheren Ausbildungsstand als das Abarbeiten einer Aufgabenliste. Mit einem WfMS lassen sich relativ leicht „Gelegenheitsanwender“ wie Fremdfirmenmitarbeiter mit geringstem Schulungsaufwand in das elektronische Verfahren einbinden. [ca. 20%]
- Da ein WfMS qualitätsgesichertes Arbeiten sicherstellt, sind nur geringe Maßnahmen zur Überwachung des regelkonformen Arbeitens erforderlich. [ca. 10%]
- Ohne WfMS müsste bei der Auftragsplanung, -prüfung und -genehmigung viel Zeit investiert werden, um genau die vorgeschriebenen Arbeitsschutzmaßnahmen und Erfordernisse zu bestimmen und die richtigen Organisationseinheiten einzubinden bzw. zu informieren. [ca. 20%]
- Der Kraftwerksbetrieb erfordert, dass während Revisionen oder ungeplanten Kurzstillständen Instandhaltungsarbeiten möglichst schnell ausgeführt wer-

den. Gerade ein WfMS führt zu besonders kurzen Durchlaufzeiten. Ein zusätzlicher Revisionstag eines Kernkraftwerks führt zu Mehrkosten (ohne Produktionsausfall) im Bereich von einer Million DM. Die Tatsache, dass das Kernkraftwerk KKE die weltweit höchste Verfügbarkeit³ besitzt, ist auch auf das WfMS zurückzuführen. [nicht quantifiziert]

Wenn man den Wert des Nutzens auf die Einheit „Arbeitsschritt“ normiert, ergibt sich in Summe eine Zeitersparnis von ca. 4 Minuten bzw. 10 DM pro Arbeitsschritt. Dieser Wert wird mit der Anzahl der Arbeitsschritte pro Jahr multipliziert. Für das Kernkraftwerk ergibt sich so eine Zeitersparnis von einigen Dutzend Mannjahren bzw. von mehreren Millionen DM pro Jahr.

Die Betriebsvollkosten des WfMS lassen sich nicht getrennt ausweisen, weil das WfMS vollständig in das IV-System integriert ist. Allerdings übersteigt der WfMS-Nutzen die Betriebsvollkosten des gesamten IV-Systems.

Der weitere, allgemeine Nutzen eines WfMS, der sich durch die Integration von IV-Systemen und durch das Schliessen von IV-Lücken ergibt, ist nicht betrachtet, weil bei den Kraftwerken der VEW ENERGIE der Instandhaltungsprozess vollständig IV-gestützt ist.

5 Einsatzgebiete für ein WfMS

Wie im vorhergehenden Kapitel gezeigt, erzielt eine WfMS-gestützte Prozessabwicklung eine große Kostenersparnis. Allerdings ist die (einmalige) Erstellung einer Ablaufdefinition aufwändig. Da die Festlegung der Ablaufdefinitionen bei VEW ENERGIE schon lange zurückliegt, kann dazu keine Aussage getroffen werden. Die Erfahrung zeigt, dass allein die Optimierung der vorhandenen Ablaufdefinitionen langwierige Diskussionen hervorruft. Die in Kraftwerken bestimmende Instandhaltungsordnung ist durch ihre strengen Vorgaben eine wichtige Grundlage für die Umsetzung der Prozesse.

Mit der Betriebserfahrung eines flächendeckenden WfMS ist dann vom Einsatz eines WfMS abzuraten,

- wenn Geschäftsprozesse unklar oder wenig stabil sind,
- wenn die Geschäftsprozesse die Arbeitsweise im Betrieb nicht realitätsgerecht abbilden
- oder wenn es kein IV-Basissystem gibt.

³ nuclear engineering international, Vol 44 No 542, Sept. 1999

Der Einsatz eines WfMS bietet sich an, wenn Abläufe qualitätsgesichert und dokumentiert sein sollen, wenn eine kurze Bearbeitungs- und Durchlaufzeit der Prozesse angestrebt wird und zur Anwenderunterstützung. Der Nutzen ist besonders groß, wenn Abläufe sehr häufig durchgeführt werden, wenn viele Rollen in den Ablauf eingebunden sind und wenn die Wichtigkeit von Dokumentation und Qualitätssicherung hoch ist.

6 Resümee und Danksagung

Das WfMS wird in den Kraftwerken der VEW ENERGIE AG von der Kraftwerksleitung geschätzt, weil es die Ziele qualitätsgesicherte Abläufe und automatische Dokumentation unterstützt. Die Mitarbeiter in Produktion und Instandhaltung sehen den Vorteil in der Anwenderunterstützung durch die Aufgabenliste.

Ich danke H. Falk für seine Diskussionsbereitschaft und seine Anregungen.

7 Literatur

Jablonski, S; Bussler, C: Workflow Management – Modeling Concepts, Architecture and Implementation. Thompson International Computer Press, 1996