

## Einführung einer DV-gestützten Instandhaltung bei den Wasserwerken der Stadtwerke Düsseldorf AG

Rudolf Irmscher und Horst Karbaum

Schlagwörter: Wasserversorgung, Instandhaltung, Software

**Ausgelöst durch geänderte wirtschaftliche Rahmenbedingungen sind umfangreiche Anpassungsprozesse in Versorgungsunternehmen in vollem Gange. Dazu zählen auch in der Wasserversorgung organisatorische Änderungen und verstärkte Aktivitäten zur Erreichung eines höheren Automatisierungsgrades. Um den neuen Anforderungen gerecht zu werden, wurden die vorhandenen Prozesse und Abläufe bei den Wasserwerken der Stadtwerke Düsseldorf analysiert und aufbauend auf den bisherigen betrieblichen Erfahrungen ein Softwaresystem als unterstützendes Werkzeug zur Organisation der Instandhaltung entwickelt. Bei der Entwicklung und Einführung des Systems wurde vor allem auf eine „werkstattnahe“ Ausrichtung geachtet, wodurch sich eine hohe Akzeptanz bei den Betroffenen ergab. Zur Anbindung an betriebswirtschaftliche Systeme wurden entsprechende Schnittstellen geschaffen.**

**As a result of changes in the general economic conditions, extensive adjustment processes are in full swing. These also include organizational changes in the field of water supply and intensified activities to achieve a higher degree of automation. In order to meet the new demands, existing processes and sequences in the Stadtwerke Düsseldorf waterwork were analyzed and, based on existing operational experience, a software system developed to facilitate maintenance. In developing and implementing the system, particular attention was given to „practice-orientation“, as a result of which, the system has met a high degree of acceptance among those concerned. Appropriate interfaces have been created to allow linkage to accounting systems.**

### 1. Einleitung

Seit 1870 wird in Düsseldorf eine zentrale Trinkwasserversorgung betrieben. Seit mehr als 30 Jahren wird das Rohwasser in drei Düsseldorfer Wasserwerken aufbereitet. Neben den Wasseraufbereitungsanlagen entlang des Rheins zählen zum Verantwortlichkeitsbereich der Was-

serversorgung auch die im Düsseldorfer Stadtgebiet liegenden Druckerhöhungs- und Speichereinrichtungen sowie Brunnen zur Betriebswasserversorgung verschiedener Industrieunternehmen.

Die Wasserwerke der Stadtwerke Düsseldorf AG versorgen im Jahre 1996 rund 630000 Menschen mit etwa 60 Mio. m<sup>3</sup> Wasser.

In vielen Versorgungsunternehmen sind Anpassungsprozesse an neue wirtschaftliche Gegebenheiten in vollem Gange. Nicht zuletzt aufgrund einer umfangreichen Organisations- und Wirtschaftlichkeitsprüfung wurden auch bei den Stadtwerken Düsseldorf Umstrukturierungen und Änderungen von Arbeitsabläufen vorgenommen.

Im Bereich Wasserversorgung fand eine organisatorische Trennung von Betrieb und Instandhaltung statt mit dem Ziel die Wirtschaftlichkeit zu verbessern

Aber nicht nur der Kostendruck, sondern auch die zunehmende Automatisierung der Gewinnungs- und Aufbereitungsanlagen stellt erhöhte Anforderungen an die Verfügbarkeit der Anlagen und Maschinen. Immer weniger Leitstandsfahrer überwachen einen umfassenden Gewinnungs- und Aufbereitungsprozess. Dabei muß die ständige Betriebsbereitschaft aller Anlagen- und Maschinenteile sichergestellt werden.

Mess- und Regeltechnik, Datenverarbeitung und komplexe verfahrenstechnische Prozesse stellen erhöhte Anforderungen an das Instandhaltungspersonal. Es benötigt jederzeit vor Ort detaillierte Informationen über die zu wartenden Anlagen, zu erledigende Aufträge und das dafür erforderliche Material.

Die Praxis zeigt, daß der Dokumentation technischer Maßnahmen und gewonnener Erkenntnisse und Erfahrungen eine geringe Bedeutung eingeräumt wird. Die Effektivität ist oftmals weitgehend vom Erinnerungsvermögen, Engagement und Fachwissen des jeweiligen Instandhalters abhängig. Im günstigsten Fall lagert ein Teil des Instandhaltungswissens in Aktenschränken, oft aber nur in den Köpfen von Mitarbeitern.

Eine derartige Verschwendung von Erfahrung und Wissen ist unwirtschaftlich. Die Einsatzsteuerung durch Tagesereignisse, Störungen oder durch Eigeninitiative von verantwortlichen Mitarbeitern bewirkt oft kostenträchtige Ausfälle, ungleichmäßige Auslastung des Personals und unkoordinierte Doppelarbeit.

Diesem Umstand wurde bei den Wasserwerken Düsseldorf durch den Aufbau eines Systems zur koordinierten und vorbeugenden Instandhaltung Rechnung getragen. Im Rahmen eines Projektes wurden Prozeß und Abläufe analysiert, Prozeßbestandteile formalisiert und in eine Gesamtstruktur eingegliedert, wobei gleichzeitig die Anforderungen für neue Abläufe und unterstützende

Werkzeuge festgelegt wurden.

Ein Softwaresystem sollte auf dem neuen Weg ein wesentliches, unterstützendes Werkzeug zur Organisation der Instandhaltungsmaßnahmen sein.

## 2. Auswahl und Entwicklung der Software

Die Auswahl der Software gestaltete sich recht schwierig, da keines der auf dem Markt angebotenen Systeme den Anforderungen des üblicherweise eingesetzten Instandhaltungspersonals entsprach. Die vorhandenen Systeme waren entweder zu stark betriebswirtschaftlich ausgerichtet oder konnten aufgrund ihrer Benutzeroberfläche nicht überzeugen.

Die untersuchten Systeme basieren auf eigenen Datenhaltungs- oder eingeführten Datenbanksystemen. Sie haben sich in der Prozeßindustrie (Öl und Chemie) und auf Schiffen etabliert. Der Umfang dieser Systeme ist groß, woraus sich eine teilweise sehr komplexe Bedienung ergibt. Funktionen, die bei einzelnen Anwendern sinnvoll genutzt werden könnten, werden „addiert“ und haben die Produkte sehr umfangreich und kostenintensiv werden lassen. Die Bedieneroberfläche ist entsprechend den angewandten Softwarestandards vornehmlich alphanumerisch und sehr „tastaturintensiv“, d.h. alle Vorgänge, die der Anwender auslösen und bedienen muß, sind mit Tastatureingaben und dem Lesen teilweise abstrakter Abfragebe-griffe verbunden.

Zusammengefaßt machten folgende Punkte die Einführung eines der geprüften Systeme schwierig:

- Komplexität durch unnötige Vielfalt
- Komplexität durch standardisierte, nicht der Wasserversorgung angepaßte Bedienoberflächen
- Komplexität durch die Systemsoftwarebasis (teilweise unbekannte, schwierige Betriebs- und Datenbanksysteme)
- Hohe Kosten, die sich aus Produktlizenz, Standardsoftwarelizenz(en), spezielle Computersysteme, Schulungen und Einführungsaufwendungen ergeben
- Mangelnde Praktikabilität durch Einsatz nicht geläufiger Arbeitsmittel wie alphanumerische Masken und umfangreiche Tastatureingaben.

Aus der Kenntnis der Abweichung der geprüften Systeme von den Anforderungen entschied man sich dazu, die eigenen Systemvorstellungen mit einem Partner umzusetzen, und zwar der *ACK Software- und Beratungsgesellschaft mbH, Dortmund*. ACK war bereits bei vorhergehenden Aktivitäten als externer Berater tätig und konnte dadurch sicherstellen, die Erfordernisse innerhalb

eines vertretbaren Zeit- und Kostenrahmens zu erfüllen.

Aus den festgestellten Schwachpunkten ergaben sich die wichtigsten Anforderungen an ein neues System, das in der Werkstatt und vor Ort im Betriebsablauf eines Wasserversorgers hilfreich zur Durchführung von Instandhaltungsaufgaben ist:

-Anwender im täglichen Betrieb sind Schlosser und Elektriker, deren Aufgabe die Inspektion, Wartung und Instandsetzung von Betriebseinrichtungen ist. Ein unterstützendes System muß so gestaltet sein, daß nur die tatsächlich nötigen Funktionen für den Anwender ersichtlich sind.

-Instandhaltung in der Wasserversorgung erfordert die Ansprache der Systembediener in der dort geläufigen Begriffswelt und mit den dort üblichen und eingeführten Strukturen.

-Die Einführung von unterstützenden Softwaresystemen darf nicht zur Erweiterung des Personalstammes (Operator o. ä.) oder zum Erlernen völlig neuer, nicht zur Instandhaltungsaufgabe gehöriger Fertigkeiten führen.

-Eine Instandhaltungssoftware sollte ein hohes Maß an Unterstützung liefern bei gleichzeitig geringstmöglichem Bedienungsaufwand. Die Bedienung sollte mit allseits bekannten und gebräuchlichen Hilfsmitteln erfolgen.

Diese Anforderungen führten bei den Stadtwerken Düsseldorf zu der Entscheidung, parallel zur Erhebung der instandhaltungsrelevanten Daten ein Software system entwickeln zu lassen, das

- auf Standard-PCs läuft
- die Bedienoberfläche durch Windows-Möglichkeiten unterstützt
- eine möglichst preisgünstige Standardsoftware zur Basis hat (die Wahl fiel auf MS-Access®)
- den Umfang an erforderlichen Eingaben durch Einrichtung von Ja/Nein-Entscheidungen und vorformulierten Texten auf ein Minimum beschränkt
- Aufträge mit unmißverständlichen Anweisungen und Erklärungen verbindet
- Rückmeldungen von durchgeführten Aufträgen, vor allem auf das Ankreuzen und Abhaken von vordefinierten Teilaufgaben und Texten beschränkt.

Die Projektbearbeitung erfolgte abweichend von üblichen Vorgehensweisen. Es wurde kein Pflichtenheft in mehr-

maligen Sitzungen und mit vielen Monaten Definitionsaufwand erstellt, sondern es wurde „simultaneous engineering“ und „rapid prototyping“ praktiziert: Die beiden Projektbeteiligten haben die Aufgaben aufgeteilt und parallel bearbeitet. Zwischenergebnisse wurden ausgetauscht und angewandt, um anschließend die weiteren Aufgaben zu konkretisieren.



Bild 1. Kernmaske.

Nach gemeinsamer Klärung wurde die erste „Kernbildschirmmaske“ (Bild 1) entworfen. Während bei den Stadtwerken die Datenerhebung begann, setzte ACK den Entwurf für diese erste Maske mit den Mitteln von MS-Access um.

Diese Maske sollte dazu dienen, durch den vielfältig aufgliederten Prozeß in einer Wasserversorgung zu navigieren. Der Aufbau derartiger Systeme läßt sich am einfachsten als Baumstruktur der Prozebelemente beschreiben, denn es existieren hierarchische Beziehungen zwischen den Wasserwerken und deren Einrichtungen.

Während die Stadtwerke mit der ersten Maske und den selbsterfaßten Daten Erfahrungen sammelten, wurde von ACK die nächste Softwareentwicklung betrieben. Nach diesem Schritt erfolgte der nächste Erfahrungsaustausch und eine Aufgabenkonkretisierung. Auf diese iterative Weise wurde Teilaufgabe für Teilaufgabe erledigt.

### 3. Einteilung und Auswahl der Stammdaten

Aus softwaretechnischer Sicht ergaben sich völlig neue Ansätze. So wurde kein spezielles Anlagenkennzeichnungssystem (wie beispielsweise im Kraftwerksbereich KKS oder AKZ üblich ist) verwandt, sondern die Anwahl erfolgt in Klartext.

Üblicherweise stellen Kennzeichnungssysteme eindeutige Schlüssel für die zu verwaltenden Prozebelemente dar, die man dann zur Auswahl kennen und verwenden muß. Dies erfordert aber für den Bediener viel Übung und eine hohe Abstraktionsfähigkeit. Bei genauer Betrachtung sind Schlüssel aber Anforderungen, die sich aus der Datenver-

arbeitung ergeben und die es ohne ihre Restriktionen nicht gäbe.

Das Softwaresystem der Stadtwerke Düsseldorf erfordert keinerlei Schlüsseleingaben. Der Bediener wählt aus einer Textauswahlliste das gesuchte Objekt aus. Die einmal gemachte Auswahl bleibt dem Bediener über alle Schritte erhalten. Bei Maskenwechsel muß keine neue Prozeßobjektanwahl erfolgen.

Nach Anwahl eines Objektes lassen sich alle darunter liegenden Ebenen ändern, löschen, kopieren oder in einen anderen Baumzweig umhängen. Auch diese Tätigkeiten erfolgen ohne Tastaturbenutzung: sie wird nur bei der Änderung von Texten nötig.

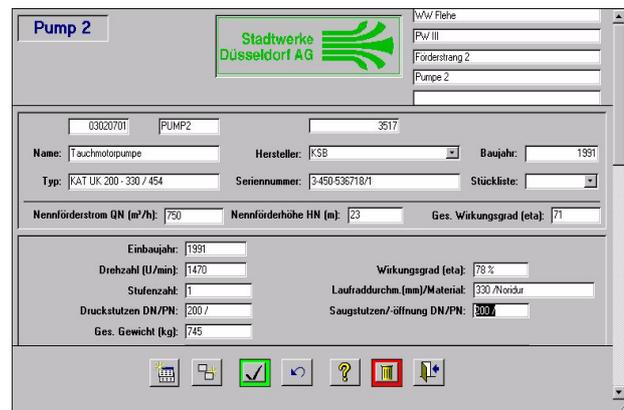


Bild 2. Benutzerdefinierte Vorgabemaske „Pumpe“.

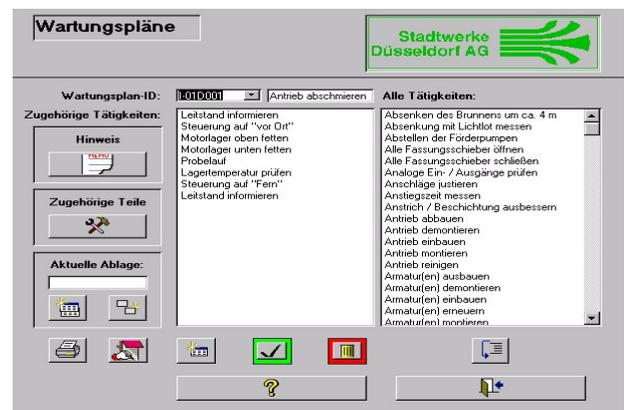


Bild 3. Wartungspläne

Für die Prozeßobjekte innerhalb des Baumes wurde durch ACK eine Standard-Vorgabemaske entwickelt, die dazu dient, nähere Details zu den Objekten wie z. B. Fördermenge, Förderhöhe, Nennleistung usw. zu speichern. Die Vorgabemaske kann durch den Bediener selbst gestaltet und speziell auf Armaturen, Pumpen (Bild 2), Filter, Gebläse usw. angepaßt werden. So entstanden bisher über 30 Dialogbildschirmmasken' die - da selbst gestaltet - den Ansprüchen der Instandhaltungsabteilung gerecht werden. Darin können nun z. B. armaturen- oder pumpenspezi-

fisch die wichtigsten Daten erfaßt werden.

Wartungspläne werden aus gespeicherten Tätigkeiten (als Textbaustein hinterlegt) zusammengesetzt. Sind die Einzeltätigkeiten einmal als Liste definiert, können sie durch Anwählen für die Zusammenstellung von beliebigen Wartungsplänen (Bild 3) genutzt werden.

Sowohl den einzelnen Tätigkeiten als auch einem kompletten Wartungsplan sind die erforderlichen Ersatzteile aus einer Teileliste zuzuordnen.

Genau wie bei der Erstellung von Wartungsplänen werden auch die Stücklisten, die den Gesamtaufbau eines Objektes angeben, aus einzelnen Teilen zusammengestellt. Jedes Teil ist in der Teileliste vorhanden und kann durch Auswahl in die Stück- oder Baugruppenliste übernommen werden. Baugruppen bestehen zwar aus Einzelteilen, sind aber selbst wiederum in der Teileliste verfügbar.

#### 4. Auslösung der Aufträge und Erledigung der Instandhaltungsaufgaben

Die wesentlichen Bewegungsdaten eines Instandhaltungssystems sind die Aufträge und die Rückmeldung der Abarbeitung. Um auch hier größtmögliche Übersichtlichkeit zu gewährleisten, erfolgen sowohl Aufträge als auch Rückmeldungen in ein und demselben Datensatzaufbau: dem sogenannten „Journaleintrag“ (Bild 4).

Es gibt unterschiedliche Anlässe, die zu einem Auftrag führen:

- Eine Störung ist aufgetreten
- Ein Bediener hat einen Auftrag manuell erzeugt
- Der Auftrag wurde automatisch aufgrund der festgelegten Intervalle in den Stammdaten erzeugt.

Alle o. g. Vorgänge führen zu einem ersten Eintrag in das Journal. Sobald der Auftrag vom Bediener in der Auftragsübersicht freigegeben wird, findet eine Druckerausgabe statt. Das Auftragspapier enthält all jene Elemente des Journaleintrages, die auch auf dem Bildschirm zu sehen sind. Ist ein gültiger Wartungsplan zugeordnet, erscheinen auf einem zweiten Blatt alle durchzuführenden Tätigkeiten mit Ankreuzkästen. Datensatz und Auftragspapier sind identisch. Der Journaleintrag auf dem PC wird nach Erledigung der Arbeiten entsprechend dem vom Mitarbeiter ausgefüllten Auftragspapier abgeglichen und gespeichert.

#### 5. Schnittstellen zu anderen Systemen

Der Aufbau eines intervallabhängigen Instandhaltungsauftrags kann aufgrund der PC-internen Uhr und der Vorgabe der täglichen Einsehaltungsdauer eines Aggregates in den

Stammdaten abgeleitet werden. Sofern ein automatisches Zeiterfassungssystem vorliegt - z. B. Leitsystem mit aktuell abgreifbaren Betriebsstunden der Objekte - ist eine Schnittstelle vorgesehen, über die die internen Betriebsstundenstände mit den tatsächlichen abgeglichen werden können.

Durch die PC- und MS-Access-Orientierung bietet das System durchgängige Verknüpfungsmöglichkeiten auf Standardbasis. So kann auch fallweise eine Verbindung zu anderen Datenbanksystemen eingerichtet werden etwa zur Nutzung eines host-geprägten Datenbanksystems (Oracle®, Informix® o. ä.) als Instandhaltungsdatenbank, wobei die MS-Access-Anwendung dann nur noch als Bedienoberfläche genutzt wird.

Für alle Anwender, die übergeordnet SAP® nutzen und die Kostenrechnungs- und Materialwirtschaftsmodule einsetzen, ist eine Schnittstelle konzipiert, die sich zum Datenaustausch eignet.

Das hier dargestellte Instandhaltungssystem ist ein Werkzeug, das dem Bediener Informationen in beliebigen Detaillierungsgraden anbietet. Die Abfrage betriebswirtschaftlicher Daten beschränkt sich auf ein Minimum, da sie nur zur Übergabe an kommerzielle Systeme gedacht ist, wo weitergehende Bearbeitungen vorgenommen werden können, dann aber von einem anderen Bedienerkreis. Die Access-Anwendung braucht nicht releasefähig gehalten zu werden, denn sie ist problemgebunden und kann damit in der bestehenden Form dauerhaft beibehalten werden.

Bild 4. Journal/Auftrag

#### 6. Erfolge bei der Störungsbeseitigung

Auf dem Weg zur Einführung eines solchen Systems, unabhängig davon, ob es sich um ein Standardprodukt, einen an Kundenwünsche anpaßbaren Softwarekern (wie bei dem beschriebenen System) oder um eine vollständige Eigenentwicklung handelt, ist ein erheblicher Arbeitsaufwand zu leisten. Aber bereits durch diese Vorarbeiten ergeben sich qualitativ und quantitativ meßbare Verbesserungen. Die Strukturierung, verbesserte Koordination,

Sammlung von Erfahrungen, die allen Instandhaltern zur Verfügung stehen, und Systematisierung der Arbeitseinsätze helfen, unnütze Wege-, Warte- und Korrekturzeiten zu vermeiden.

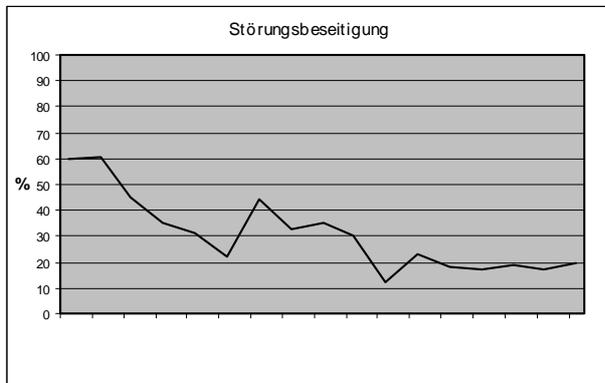


Bild 5. Störungsbedingter Anteil von Instandhaltungsmaßnahmen.

Im Rahmen der Vorbereitungs- und Umsetzungsarbeiten konnten in Düsseldorf bereits Erfolge erzielt werden. Der störungsbedingte Anteil an Instandhaltungsarbeiten wurde deutlich reduziert (Bild 5).

## 7. Weitere Systementwicklung

Mit der Möglichkeit, durch den Anwender Komponentenmasken selbst zu gestalten, bleibt das System dauerhaft entwicklungsfähig. Zukünftigen Anwendern stehen zum einen die oben angesprochenen 30 Komponentenmasken zur Verfügung, zum anderen können fallweise diese Masken als Vorlage verwendet oder alternativ auch neue Komponentenmasken erstellt werden.

Unabhängig vom derzeitigen Einsatz wird bei ACK eine Bedienerchnittstelle geschaffen, die die Abstraktionsfähigkeit des Bedieners noch weniger fordert, als das bisher bereits der Fall ist. Durch die Schaffung einer Programmverbindung zwischen dem Instandhaltungssystem und einem Prozeßleitsystem kann alternativ zur Auswahl aus der Baumstruktur beispielsweise die gesuchte Maschine sozusagen „geographisch“ zunächst aus dem Stadtplan und anschließend aus dem Gebäudeplan angewählt werden. Sogar für die Maschine und deren Einzelteile können zweidimensionale Darstellungen als technische Zeichnung oder Explosionsdarstellung genutzt werden, um Einzelteilinformationen oder besondere Hinweise zur Wartung und Inspektion zu erhalten.

## 8. Zusammenfassung

Die konsequente Verwendung moderner Softwarestandards und die enge Zusammenarbeit von Anwendern und Softwareentwicklern führten zu einem Werkzeug für das Instandhaltungspersonal, das in Flexibilität, Unkompliziertheit und Integrierfähigkeit alle Anforderungen erfüllt. Darüberhinaus führte die Verwendung von bestehenden

Standardelementen aus dem Massenmarkt zu einem sehr guten Preis-/Leistungsverhältnis. Die Mittel, die für Beschaffung, individuelle Anpassung und Projekteinführung extern aufgewendet werden mußten, liegen in der Größenordnung der gebräuchlichen Lizenzpreise für bestehende Softwareprodukte, bei denen zusätzlich weit höhere Lizenzkosten für Datenbanksysteme und Betriebssysteme, neue Computer-Hardware, Schulungs- und Einführungsaufwendungen entstanden wären.

Das gesamte Know-how mit Kernsystem und sehr umfangreicher Komponentenmasken-Bibliothek steht nun auch anderen Anwendern zur Verfügung.

Es hat sich gezeigt, daß bereits der Weg zur Einführung lohnenswert ist, da sich schon bei der Analyse und Strukturierung Änderungspotentiale ergeben, die kurzfristig mit Gewinn umgesetzt werden können.

(Manuskripteingang: 5.7.1997)