



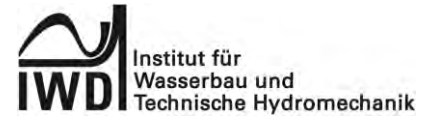
**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

---

Fakultät Bauingenieurwesen Institut für Wasserbau und Technische Hydromechanik

---

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen  
Heft 50



# **SIMULATIONSVERFAHREN UND MODELLE FÜR WASSERBAU UND WASSERWIRTSCHAFT**

## **SIMULATION TECHNIQUES AND MODELS FOR HYDRAULIC ENGINEERING AND WATER MANAGEMENT**

37. Dresdner Wasserbaukolloquium 2014  
13. – 14. März 2014



# **Erarbeitung einer Asset-Management-Konzeption für die Harzwasserwerke - Grundlage für eine transparente Budgetstrategie**

Stephan Schumüller, Bernd Gagsch, Andreas Berger,  
Stephan Heimerl, Mike Beck

Asset Management - das effiziente Betreiben von Betriebsmitteln über den gesamten Lebenszyklus hinweg - ist bei Versorgungsunternehmen zwischenzeitlich ein auf verschiedenen Ebenen etabliertes Werkzeug zur Sicherstellung der Unternehmensziele. Operatives und strategisches Asset Management ergänzen sich hierbei idealerweise und kombinieren die Erkenntnisse auf Betriebsmittelsicht mit langfristigen Simulationen als Grundlage für die übergeordnete Unternehmensstrategie. Voraussetzung ist eine Einschätzung von Zustand, Wichtigkeit und Kosten aller Betriebsmittel. Anlagenübergreifend konzipierte Bewertungsschemata erlauben die Aufstellung unternehmensweit gültiger Regeln für die Prüfung von Investitionsaufwand und die Priorisierung von Maßnahmen. Für Fernwasserversorger und Talsperrenbetreiber, wie die Harzwasserwerke (HWW), stellt dies aufgrund der ausgeprägten Heterogenität der Anlagentypen eine besondere Herausforderung dar. Anhand von drei Pilotprojekten wurde bei den HWW die Anwendbarkeit und operative Umsetzbarkeit des auf Basis der Norm PAS 55 erarbeiteten Asset-Management-Konzepts geprüft.

## **1 Veranlassung**

Die Harzwasserwerke GmbH (HWW) mit Sitz in Hildesheim ist der größte Wasserversorger in Niedersachsen und gehört zu den zehn größten Wasserversorgern in Deutschland. Sie liefern jedes Jahr rund 90 Mio. Kubikmeter Trinkwasser an ihre Kunden. Neben der Trinkwasserversorgung sind der Hochwasserschutz und die Niedrigwasseraufhöhung wichtige Aufgaben der HWW. Das Unternehmen plant, baut und betreibt Anlagen bzw. Wasserwerke, Transportsysteme und Talsperren. Derzeit wird der Investitionsbedarf projektbezogen innerhalb der einzelnen Anlagenbereiche ermittelt. Die Priorisierung der Projekte über Bereichsgrenzen hinweg wird durch die Heterogenität der Anlagenstruktur und Projekte erschwert. So konkurrieren z. B. Talsperrenprojekte mit Kosten im Millionenbereich und mehreren Jahren Projektdauer mit kurzfristigen Projekten geringeren Umfangs aus dem Bereich der Wasserwerke. Zusätzlich erschwert wird die Priorisierung durch die Wahrnehmung, dass die meisten Projekte ohne-

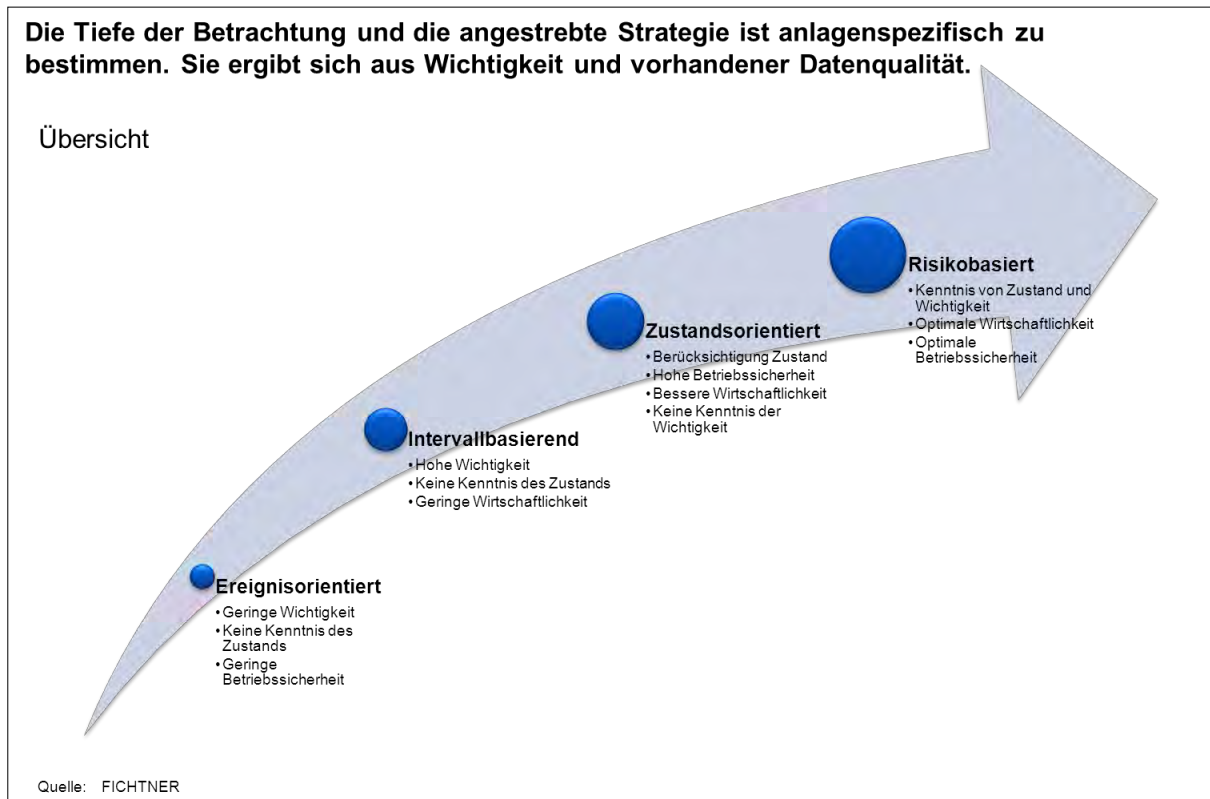
hin „alternativlos“ sind, d. h. zur Einhaltung der gesetzlichen Randbedingungen oder des Versorgungsauftrags durchgeführt werden müssen.

Maßgebliches angestrebtes Ergebnis der Einführung eines Asset-Management-Systems ist die Bereitstellung von Kennzahlen zur Evaluation von Projekten. Dies soll die transparentere Priorisierung der Projekte bewirken und Grundlage für die Aufstellung von Strategien sein, die eine wirtschaftliche und nachhaltige Nutzung der Betriebsmittel erlauben.

## **2 Vorgehensweise**

Grundlegende Ansätze des operativen Asset Managements unterscheiden sich hierbei nicht von existierenden üblichen Vorgehensweisen zur Projektbeurteilung. Basis der Beurteilung von Projekten ist die Überlegung, wie lang ein Betriebsmittel bzw. Asset voraussichtlich noch genutzt werden kann und wie groß der Schaden im Falle eines Ausfalls ist. Als Instrument zur Festlegung, wann an welchen Betriebsmitteln kostenrelevante Erneuerungsmaßnahmen erforderlich sind, werden Prioritätskennzahlen berechnet, die aus Kennzahlen für Zustand und Wichtigkeit gebildet werden. Der hierfür sinnvollerweise zu investierende Aufwand ist je nach Anlagentyp zu definieren.

Abb. 1 zeigt mögliche Instandhaltungsstrategien in Abhängigkeit der vorhandenen Datenlage und der erwarteten Auswirkungen auf Betriebssicherheit und Unternehmensergebnis. Das Optimum aus Wirtschaftlichkeit und Betriebssicherheit wird durch ein risikobasiertes Asset Management erreicht, d. h. unter Kenntnis von Zustand und Wichtigkeit der Anlagen bzw. ihrer Komponenten. Zur Erarbeitung dieser Strategie ist jedoch auch der größte Aufwand zur Datenerfassung notwendig. Für Anlagentypen, deren Ausfall nur geringe Auswirkungen auf die Versorgungssicherheit hat, wird daher regelmäßig eine ereignisorientierte Strategie gewählt. Reparatur- oder Ersatzmaßnahmen werden hierbei nur durchgeführt, wenn Schäden aufgetreten sind. Dabei werden auch ungeplante Außerbetriebnahmen in Kauf genommen. Für Anlagentypen mit hohen Auswirkungen eines Ausfalls auf die Betriebssicherheit, jedoch mit geringen Kosten, sind intervallbasierende Strategien üblich. Diese sind teils durch Regelwerke, Gesetze oder auch unternehmensinterne Vorgaben für Wartungszyklen definiert. Eine Mindestanforderung an das Asset Management ist somit, die notwendigen Entscheidungshilfen zur Verfügung zu stellen, um eine Beurteilung der optimalen Strategie zu erlauben.



**Abbildung 1:** Strategiewahl in Abhängigkeit von Relevanz und Datenqualität

Die Detailtiefe, mit der Zustand und Wichtigkeit ermittelt werden ist hierbei wiederum zu definieren. So kann der Zustand vereinfacht über generelle Nutzungsdauerannahmen und das Verhältnis des Alters hierzu ermittelt werden, oder auch detailliert als Alterungsfunktion über eine Analyse der bisherigen Ereignisse sowie der technischen Besonderheiten der einzelnen Anlage.



**Abbildung 2:** Vorgehensweise zum Aufbau eines Asset-Management-Modells

Abb. 2 zeigt eine bewährte Methode zur Aufstellung eines Asset-Management-Modells. Grundlage ist in jedem Fall der Aufbau einer unternehmensweiten Betriebsmittelsegmentierung. Das heißt einer Identifikation aller im Unternehmen Investitions- oder Instandhaltungs-relevanten Anlagenarten und eine Einteilung in hierarchisch gegliederte Segmente. Dies ermöglicht die Zuordnung von Informationen zu Zustand und Wichtigkeit und die Ermittlung entsprechender Bewertungskennzahlen für die einzelnen Betriebsmittelsegmente. Das daraus ermittelte Risiko wird schließlich in der Prioritätskennzahl ausgedrückt. Analog zum mathematischen Risikobegriff, der Eintrittswahrscheinlichkeit und Ausmaß eines Schadens multipliziert, erlaubt diese Vorgehensweise eine einfache, an die jeweiligen Anforderungen anpassbare, objektive Betrachtung.

### 2.1 Konzeption eines Bewertungsschemas für Zustand und Wichtigkeit

Als erster Schritt zur Ermittlung individueller Bewertungsschemata für Zustand und Wichtigkeit wurden bei der HWW die bisher bei der Bewertung von Projekten genutzten Überlegungen zusammengestellt. Fasst man die bisherigen Überlegungen, wie in Abb. 3 dargestellt unter allgemeinen Überschriften zusammen, zeigen sich bereits Gemeinsamkeiten, die Ansätze für eine anlagenübergreifende Bewertung ermöglichen.



**Aktuelle HWW-Methodik zur Bewertung von Maßnahmen**  
(blau: Beispiele)

	Anlagen / Wasserwerke	Transportsystem	Talsperren
Zustand	<b>Alter</b> <b>Material</b> <b>Messwerte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brunnen: Absenkung</li> <li>• Pumpen: teils Lagertemperatur und –schwingung online überwacht</li> </ul> <b>Inspektionsergebnisse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Brunnen: Kamerabefahrung nach Bedarf</li> <li>• Als Meldung in SAP (Freitext!)</li> <li>• Laboruntersuchung der Hochbehälter in ELO</li> </ul> <b>Ersatzteilverfügbarkeit</b>	<b>Alter</b> <b>Material</b> <b>Messwerte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KKS für alle Stahlleitungen</li> </ul> <b>Inspektionsergebnisse</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kamerainspektion sporadisch, nur wenn Leitung ausser Betrieb</li> <li>• Nahezu keine Schäden vorhanden</li> </ul> <b>Bodenaggressivität</b>	<b>Alter</b> <b>Material</b> <b>Messwerte</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• werden wöchentlich durch Ingenieure analysiert</li> </ul> <b>Inspektionsergebnisse</b>
Wichtigkeit	<b>Versorgungssicherheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betroffene Abnehmer</li> <li>• Redundanzen</li> </ul> <b>Ausfalldauer</b> <b>Compliance</b>	<b>Versorgungssicherheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Betroffene Abnehmer</li> <li>• Redundanzen</li> </ul> <b>Sicherheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• z.B. Unterspülung von Straßen</li> </ul> <b>Ausfalldauer</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mögliche Notversorgung durch Hochbehälter</li> </ul> <b>Compliance</b> <b>Image</b>	<b>Anlagensicherheit</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Auswirkungen auf Gesamtfunktionsfähigkeit</li> <li>• Nutzungsfrequenz des Bauteils</li> </ul> <b>Arbeitssicherheit</b> <b>Vorhandene Datenlage / Möglichkeit von Zustandsmessungen</b>

**Abbildung 3:** Bisherige Bewertungsansätze

Es zeigt sich jedoch, dass nicht alle Aspekte der Zustandsbewertung für jeden Anlagentyp sinnvoll anwendbar sind. Die Beurteilung, welche Aspekte jeweils anwendbar sind und inwieweit eine Vereinheitlichung der Ansätze gelingt, erforderte daher eine individuelle Prüfung im Rahmen von 3 Pilotprojekten.

## **2.2 Auswahl der Pilotprojekte**

Zur Ausarbeitung der Bewertungsschemata und Prüfung auf die Anwendbarkeit anlagenübergreifender Modelle wurden 3 Pilotprojekte ausgewählt, die typische Fragestellungen der einzelnen Unternehmensbereiche abbilden und sich möglichst stark unterscheiden.

### **Pilotprojekt Anlagen: Erneuerung SPS Steuerung eines Wasserwerks**

Der geplante Ersatz der SPS-Steuerung ist notwendig geworden, da diese vom Hersteller abgekündigt wurde und keine Ersatzteile mehr erhältlich sind. Der Ersatz ist, da er im laufenden Betrieb erfolgen muss, über einen Zeitraum von 3 Jahren geplant, die Kosten befinden sich jedoch im niedrigen sechsstelligen Bereich.

### **Pilotprojekt Talsperren: Sanierung Oberflächendichtung einer Talsperre**

Da für eine vollflächige Sanierung der Oberflächendichtung der Talsperre eine komplette Entleerung notwendig und damit keine Rohwasserversorgung des Wasserwerks gewährleistet wäre, sind in Vorbereitung dafür zwei vorhandene Überleitungsstollen zu verlängern. Die Gesamtprojektlaufzeit beläuft sich damit auf fast 15 Jahre bei Kosten im achtstelligen Bereich.

### **Pilotprojekt Transportsystem: Gewässerkreuzung**

Der bestehende Düker ist aufgrund des kathodischen Korrosionsschutzes, in einem guten Zustand, obwohl die bituminöse Beschichtung und die Muffen in dem aggressiven Grundwasser bereits korrodiert sind. Da die Leitung nicht redundant ist, wird ein frühzeitiger Ersatz auf neuer, kürzerer Trasse geplant. Die Bauzeit wird mit 2 bis 3 Monaten geschätzt und ist derzeit für 2020 geplant. Die Kosten befinden sich im niedrigen siebenstelligen Bereich.

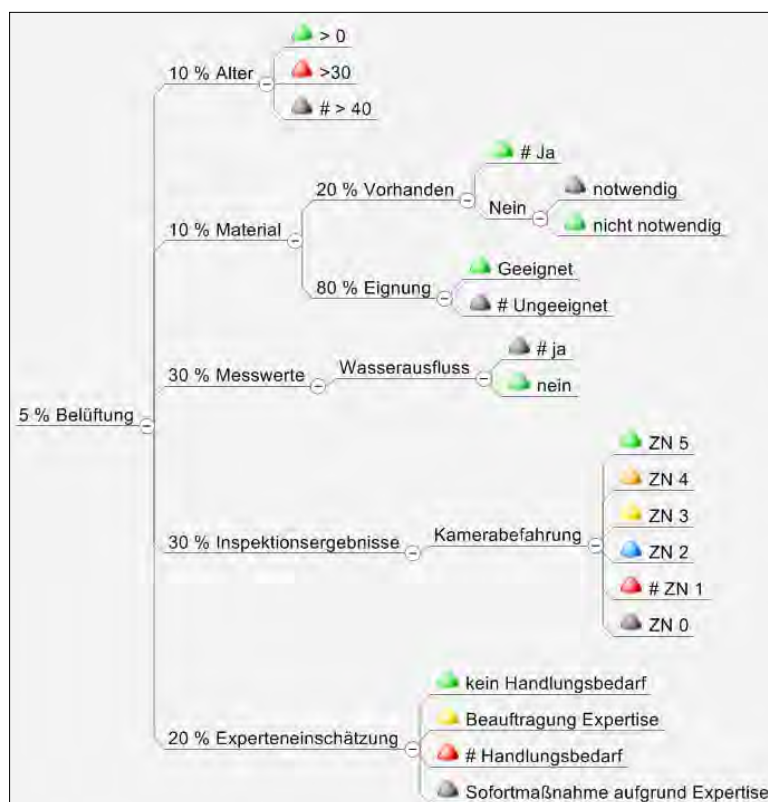
## **2.3 Vorgehensweise bei der Bewertung der Pilotprojekte**

Zur Verfeinerung der Segmentierung wurde der Projektumfang anhand der Unterlagen sowie vorliegender Kostenannahmen dokumentiert. Hierbei wurden auch zusätzliche Projektalternativen sowie mögliche Projekterweiterungen bzw. -reduzierungen und interne Abhängigkeiten diskutiert und dokumentiert.

Es ergab sich für jedes Projekt eine detaillierte Segmentierung, die als Grundlage für die Anwendung des Bewertungsschemas verwendet werden kann. Hierzu erfolgte eine Untergliederung in Projektteil, Sammelmaßnahme, Anlage, Komponente und Unterkomponente. Hiermit wird eine ausreichend detaillierte Unterteilung erreicht, um eine belastbare Zustandsbewertung zu ermöglichen. Die tatsächliche Detaillierungstiefe variiert nach Anlagentyp und endet ggf. bereits auf Anlagenebene. Diese Flexibilität des Modells erlaubt es, unnötigen Aufwand zu vermeiden.

Die für die jeweiligen Betriebsmittel relevanten Zustandskriterien wurden anschließend im Rahmen der Projektworkshops erfasst. Die Bearbeitung erfolgte in mehreren Phasen: In der ersten Phase wurde ausschließlich diskutiert, welche Parameter für die Zustandsbewertung anwendbar sind. Dies geschah jeweils anhand der im Vorfeld definierten Überbegriffe (s. Abb. 4):

- Alter,
- Material,
- Messwerte,
- Inspektionsergebnisse,
- Experteneinschätzung,
- Fehlende Bewertungsgrundlagen.



**Abbildung 4:** Auszug Zustandsbewertungsschema Talsperre

In der zweiten Phase wurden für die festgelegten Parameter mögliche Werte definiert. In der dritten Phase wurden den Werten Schulnoten zugeordnet und diese per Farbkennung in Mindmap dargestellt. Schließlich wurden zuerst die einzelnen Parameter der Zustandsbewertung zueinander gewichtet, so dass eine Bewertungsnote für das Betriebsmittel ermittelt werden konnte. Anschließend wurden Unterkomponenten, Komponenten, Anlagen, Sammelmaßnahmen und Projektteile untereinander so gewichtet, dass eine aggregierte Bewertungsnote für das Gesamtprojekt berechenbar wird. Erst an diesem Punkt ist das System zur Bewertung des Zustands vollständig.

Abschließend wurden die für das Pilotprojekt gültigen Werte ermittelt und die Bewertung pro Projekt in Excel durchgeführt und farbig aufbereitet (s. Abb. 5).

Anlagen		Komponente		Unterkomponente		Alter		Material		Messwerte		Inspektions- ergebnisse		Experten- einschätzun		Fehlende Grundlage			
Herdmauer	20%	3,5	Belüftung	5%	5,4	10%	6	10%	5	30%	6	30%	5	20%	5				
			Notausgänge	0%	-														
			Bautechnik	75%	4,0	Blockfugendichtung	70%	4,1	10%	6	30%	4,8		0%		30%	3	30%	4
						Betonkörper	30%	3,7	10%	4				10%	4	40%	3	40%	4,3
			Energieversorgung / MC	20%	1,0	10%	1	30%	1	30%	1	10%	1	10%	1	10%	1		

Abbildung 5: Auszug Bewertungsergebnisse Talsperre

Die Bewertung der Wichtigkeit geschieht jeweils auf Anlagen oder gar Projektebene. Sie vererbt sich auf alle in der Hierarchie „unterhalb“ liegenden Betriebsmittel. Eine Wichtung der Betriebsmittel untereinander bezüglich ihrer Auswirkungen auf die Gesamtanlage ist bereits für die Erstellung der Zustandsnote geschehen.



Abbildung 6: Auszug Bewertung Wichtigkeit (hier: Betriebssicherheit)

Das Bewertungsschema für die Wichtigkeit wurde hierzu detailliert ausgearbeitet, mit möglichen Werten versehen und die einzelnen Aspekte untereinander gewertet. Abb. 6 zeigt beispielhaft, wie für den Teilaspekt der Betriebssicherheit

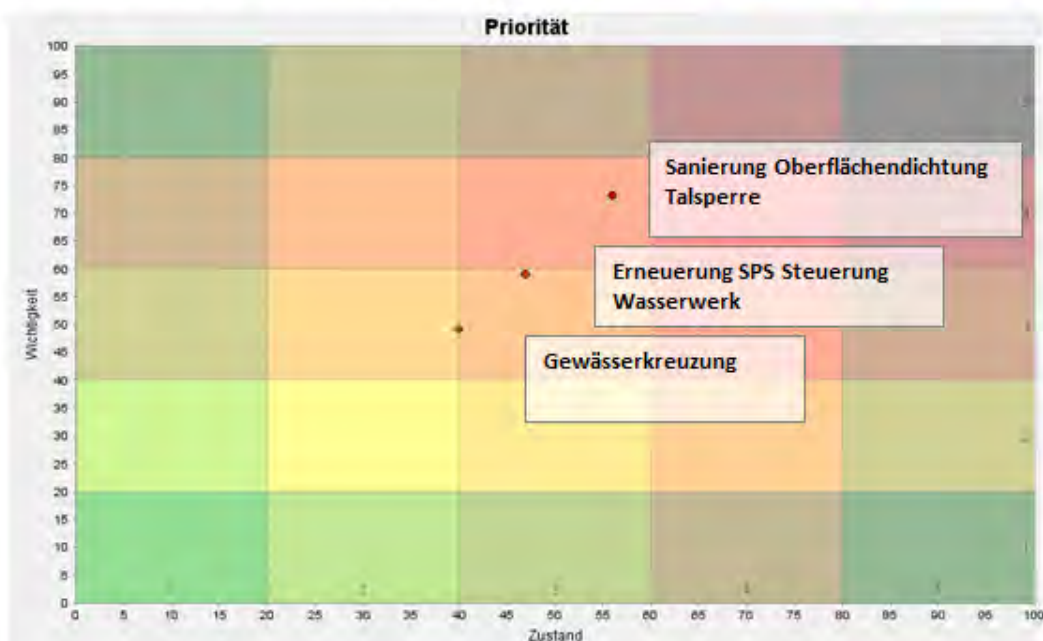


eine Ermittlung der Bewertungszahl (in Abb. 7 als Priorität bezeichnet) erfolgen kann.

### 3 Ergebnisse und Ausblick

Die ermittelten Zustandsnoten sowie die Bewertungszahlen für die Wichtigkeit wurden auf einen Wertebereich von 0 bis 100 skaliert, um eine grafische Darstellung zu erleichtern. Das Ergebnis zeigt sich im Zustands-/Wichtigkeitsdiagramm für die Pilotprojekte in Abb. 7.

Projekt	Zustand	Wichtigkeit	Priorität
Talsperre: Sanierung Oberflächendichtung	56	73	65
Anlagen: SPS Steuerung Wasserwerk	47	59	53
Transportsystem: Gewässerkreuzung	40	49	45



**Abbildung 7:** Ergebnisdarstellung im Zustands-/Wichtigkeitsdiagramm

Die ermittelten Prioritäten ermöglichen eine Präzisierung der bisherigen Einschätzung der HWW. Es zeigt sich, dass trotz der stark unterschiedlichen Projektumfänge keine maßgebliche Verzerrung geschieht, sondern wie erhofft eine Objektivierung der technischen und wirtschaftlichen Aspekte der Projekte erzielt werden kann. Durch die Wahl geeigneter Bewertungsschemata ist es möglich, in einem heterogenen Umfeld anlagen- und bereichsübergreifend Projekte in einer plausiblen Art und Weise vergleichbar zu machen.

Die Aggregation auf Projektebene führt naturgemäß zu einer Unschärfe der Betrachtung. Extremwerte treten auf dieser Ebene nicht mehr auf. Andererseits

wird deutlich, dass Unschärfen bei der Zuordnung von Werten für Zustand und Wichtigkeit einzelner Teilkomponenten nur begrenzt ergebnisrelevant sind. Es ergibt sich dennoch eine klare Abstufung der Projekte. Gleichzeitig werden die einzelnen Komponenten und Unterkomponenten, die zu einer hohen Einstufung geführt haben, bei der gewählten Vorgehensweise direkt identifizierbar.

Die hier im Konzept anhand von Pilotprojekten erarbeiteten Prinzipien des operativen Asset Managements sind für die HWW geeignet, um zukünftig als Grundlage für die kurz- und mittelfristige Investitionsstrategie zu dienen. Die Verteilung des Budgets wird somit objektiviert und damit für alle Beteiligten nachvollziehbar.

Die phasenweise Umsetzung einer systemgestützten Asset-Management-Methodik wurde im Rahmen des Projekts nur skizziert. Vor der Umsetzung wird vorgeschlagen, die Betriebsmittelsegmente danach zu differenzieren, wie groß die mögliche Einsparung bei CAPEX und OPEX durch eine Umsetzung des vorliegenden Konzepts sind. Auf dieser Grundlage können die Anlagentypen in drei Gruppen entsprechend des kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Einsparpotenzials unter Berücksichtigung der vorhandenen Datenqualität aufgeteilt werden. Die weitere Bearbeitung erfolgt dann zuerst nur für die Anlagentypen mit dem größten Verbesserungspotential und dem geringsten Aufwand für die Datenbeschaffung.

Als maßgeblicher Aufwand für die Umsetzung wurde bereits in der Projektbearbeitung die Einführung eindeutiger und vollständiger Checklisten für Inspektion und Wartung identifiziert. Derzeit erfolgen hier die Rückmeldungen der Betriebsmitarbeiter größtenteils in Form von freien Texten. Dies ist nicht nur ungeeignet für eine automatisierte Bearbeitung, sondern führt momentan auch bereits zu einem nicht unerheblichen Nachbearbeitungsaufwand bei der Auswertung.

Selbst erfahrene Fachleute haben durchaus unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe, abhängig davon, in welchem Umfeld sie tätig sind: Ein Ingenieur, der an einer 10 Jahre alten Anlage arbeitet, wird andere Maßstäbe an den Zustand einer Armatur haben, als ein Ingenieur, der an einer 50 Jahre alten Anlage arbeitet. Nur die Einführung homogenisierter Checklisten erlaubt hier eine durchgängige und eindeutige Zustandsbewertung. Somit werden nicht nur die Grundlagen für ein Asset-Management-System geschaffen, sondern es wird in einem ersten Schritt die Dokumentation der Betriebserfahrungen der Fachleute der HWW verbessert. Unabhängig von der Einführung eines Asset-Management-Systems wird hiermit ein wichtiger Beitrag für die Zukunftssicherung der HWW geleistet.

## Autoren:

Dipl.-Ing. Stephan Schumüller

Harzwasserwerke GmbH  
Leiter Hauptabt. Bau- und Talsperrenwesen  
Nikolaistraße 8  
31137 Hildesheim

Tel.: +49 5121 404-180  
E-Mail: schumueller@harzwasserwerke.de

Dr. Bernd Gagsch

Fichtner Management Consulting GmbH  
Partner und Prokurist  
Sarweystraße 3  
70191 Stuttgart

Tel.: +49 711 8995-1456  
E-Mail: bernd.gagsch@fmc.fichtner.de

Dr. Andreas Berger

Fichtner IT Consulting AG  
Senior Consultant  
Sarweystraße 3  
70191 Stuttgart

Tel.: +49 711 8995-1421  
E-Mail: andreas.berger@fit.fichtner.de

Dr.-Ing. Stephan Heimerl

Fichtner Water & Transportation GmbH  
Leiter Wasserbau Stuttgart  
Sarweystraße 3  
70191 Stuttgart

Tel.: +49 711 8995-737  
E-Mail: stephan.heimerl@fwt.fichtner.de

Mike Beck

Fichtner Water & Transportation GmbH  
Leiter OptNet  
Uhlandstraße 7-8  
10623 Berlin

Tel.: +49 30 609 765-41  
E-Mail: mike.beck@fwt.fichtner.de