

S-ZOBBA ABWASSER

*Zustandsorientierte **Beurteilung** und
Bewertung von **Anlagen** – Teil Abwasser*

Ein nicht-stochastisches erweitertes Analyse- und Entscheidungsmodell für die Planung und Durchführung von Sanierungen erdverlegter öffentlicher und privater kreisförmiger Freispiegelentwässerungsanlagen bis DN 800, das die Kriterien Umwelt, baulicher Zustand, Betrieb und Kosten in sich vereint und realitätsnahe Bewertungen und Beurteilungen von Kanälen, Leitungen, Schächten sowie Inspektionsöffnungen ermöglicht.

EINFÜHRUNG IN DIE THEMATIK

Die Abwasserbeseitigung ist eine der klassischen Zielstellungen der Siedlungswasserwirtschaft bei der Erfüllung von Aufgaben zur Daseinsvorsorge. Vor dem Hintergrund des Boden- und Grundwasserschutzes ist es vor allem die umfassende, geordnete und sichere Sammlung und Ableitung von reinigungsbedürftigem Abwasser über systematisch angelegte Leitungen, Kanäle und andere baulichen Einrichtungen innerhalb von Siedlungen, die seit Jahren ein Kernthema der Stadtentwässerung ausmachen. Gleichzeitig zählen die Anlagen zur Abwassersammlung und -ableitung aufgrund langfristiger hoher Kapitalbindungen zu den wesentlichen kommunalen Anlagevermögen mit langfristig angelegten Nutzungsdauern. Nicht selten sind es die größten kommunalen Anlagevermögen überhaupt. Und auch auf privaten bebauten Grundstücken stellen Abwasserleitungen hohe Vermögenswerte dar.

Ein vorzeitiger Verfall entwässerungstechnischer Anlagevermögen käme nicht nur einer Missachtung der Bedeutung der Entwässerungssysteme gleich. Es würden auch die Schutzziele der *Dichtheit, Standsicherheit und Betriebssicherheit* aufgegeben. Überdies müsste Vermögen in der Zukunft frühzeitig neu gebildet werden. Unter entsprechend großen ökonomischen, ökologischen, technischen und rechtlichen Zwängen stehen die komplexen Aufgaben zum Wert- und Funktionserhalt sowie zur Aufrechterhaltung der Betriebssicherheit der Entwässerungssysteme.

Die sich an dauerhaft angelegten Nutzungszielen ausrichtenden Belange erfordern komplexes Fachwissen bei Kommunen und Anlagenbetreibern. Neben dem Aufbau von Reinigungs- und Inspektionsplänen kommt vor allem der Behebung von Schäden an Abwasseranlagen durch Sanierung die hohe Bedeutung zu, zur Verfügung stehende finanzielle Mittel bei der Realisierung optimal einzusetzen. Am wirkungsvollsten können diese Projektkosten im operativen Planungsprozess beeinflusst werden, sodass in der Sanierungsplanung innerhalb der Durchführungsvorbereitung vor allem dem richtigen Sanierungszeitpunkt und dem Sanierungsumfang besonderes Augenmerk zu widmen ist. Zwingende Voraussetzung für einen gezielten und möglichst effizienten Einsatz von Investitionen in Sanierungsmaßnahmen sind umfassende und objektive Kenntnisse anlagenbezogener aktueller baulicher Zustände. Entsprechende Informationen gehen in der Regel aus Zustandserfassungen über indirekte oder direkte optische Inneninspektionen abwassertechnischer Anlagen hervor. Anhand gewonnener Inspektionsdaten können Klassifizierungen und diverse Bewertungen vorgenommen werden, in die neben gestellten Anforderungen möglichst auch zahlreiche maßgebende Einflussfaktoren und bestehende Wechselwirkungen unterzubringen sind.

Die auf dieser Basis zu treffenden Kosten- und Investitionsentscheidungen gehören insbesondere mit Blick auf den Substanz- und Werterhalt zu den anspruchsvollsten Aufgaben, indem technische, wirtschaftliche und ökologische Aspekte miteinander zu verknüpfen sind. Zur Sicherstellung qualifizierter Lösungen sind sachgerechte und differenzierte Beurteilungen von Zustand und Substanz der jeweiligen Betrachtungseinheiten erforderlich.

UMFANG UND AUFBAU **S-ZOBBA ABWASSER**

S-ZOBBA ABWASSER (Zustandsorientierte Beurteilung und Bewertung von Anlagen – Teil Abwasser) ist auf typische Problemstellungen der betrieblichen Praxis in der Abwassersammlung und –ableitung abgestellt und dient der schnellen Gewinnung von wichtigen Informationen, wie Substanzwertangaben, Restnutzungsdauern oder Vermögensbewertungen von Kanälen, Leitungen, Schächten und Inspektionsöffnungen. Neben rein zustandsorientierten Klassifizierungen und Bewertungen von abwassertechnischen Betrachtungseinheiten stehen Identifizierungen von Handlungsschwerpunkten sowie Lieferungen von Steuerparametern zum Zwecke der Werterhaltung der Anlagen im Vordergrund.

Mit **S-ZOBBA ABWASSER** werden im XML-Format vorliegende Inspektionsdaten eingelesen, klassifiziert und bewertet, so dass sich der Zustand der Betrachtungseinheit anhand weniger Kenngrößen zusammenfassend charakterisieren lässt. Die Ergebnisse können als Grundlage für die Entwicklung optimierter Sanierungspläne herangezogen werden. Dazu werden Anlagenbetreibern hilfreiche Planungsdaten etwa für Finanzströme zur Verfügung gestellt.

Eingehende Parameter werden anhand anerkannter Verfahren und auf Grundlage neuester Methoden ausgewertet. Um den fachlichen Ermessensspielraum des Nutzers groß zu halten, bestehen innerhalb des Programms zahlreiche Möglichkeiten, individuelle Schwerpunktsetzungen vornehmen zu können. In **S-ZOBBA ABWASSER** ist eine Vielzahl manueller Eingabeaufforderungen enthalten, sodass pauschal nicht mit ausreichender Sicherheit festlegbare Ansätze über eigene Einordnungen und Abstimmungen ideal auf Einzelfälle angepasst werden können. Individuelle Kenntnisse und spezielle Information lassen sich auf diese Weise besser in die Berechnungen einbinden, als im Vergleich zu starren Automatismen. So ist es beispielsweise möglich, die bauliche Substanz von Anlagen zur Abwasserableitung durch die Berücksichtigung baulicher, ökologischer und hydraulischer alterungsrelevanter Randbedingungen optimaler zu nutzen und Sanierungsinvestitionen auf der Grundlage spezifischer Substanzgrößen auszulösen, ohne dabei das Risiko einzugehen, bestehende Abnutzungsvorräte durch vorfristige Sanierungen aufzugeben. Das Beurteilungs- und Bewertungsmodell ermöglicht präzise und realitätsnahe Betrachtungen und trägt durch die Verknüpfung technischer, ökologischer, wirtschaftli-

cher und rechtlicher Belange den Ansprüchen der Zeit bei Überlegungen zur dauerhaften Funktions- und Betriebssicherheit abwassertechnischer Anlagen ausgeprägt Rechnung (Aspekt der Nachhaltigkeit).

Der große Vorzug der Programmlösung besteht darin, dass ausschließlich objektscharfe Informationen für Sanierungs- und Finanzbedarfsplanungen erzeugt werden, die deutlich über die Umfänge herkömmlicher Beurteilungs- und Bewertungsmethoden hinausgehen. Besonderes Unterscheidungsmerkmal gegenüber stochastischen Modellen: **S-ZOBBA ABWASSER** ist nicht auf Mindestnetzgrößen und Untersuchungen in gewissem Umfange angewiesen und schließt damit statistische Unsicherheiten bei der mathematischen Abbildung zu erwartender Alterungsverhalten von Betrachtungseinheiten, die vor allem bei langfristig angelegten Prognosen von baulichen Zustands- und Substanzentwicklungen nicht ausgeschlossen werden können, konsequent aus. Dank dieser Flexibilität ist **S-ZOBBA ABWASSER** als methodisches Rüstzeug vor allem auch zur Beurteilung und Bewertung kleiner und kleinster Entwässerungssysteme anwendbar.

Selbstverständlich fließen in **S-ZOBBA ABWASSER** die für die allgemein anerkannten Regeln der Technik stehenden nationalen und europäischen Standards bei Entwässerungssystemen zu Bewertungskriterien und bestehenden Verfahrensgrundsätzen ein. Alle Objektbeurteilungen im öffentlichen Bereich und auf privatem Grund erfolgen ausschließlich auf Basis von Daten aus Zustandserfassungen nach dem verbindlich geregelten Kodiersystem der *DIN EN 13508-2* in Verbindung mit dem Merkblatt *DWA-M 149-2*. Dadurch, dass die XML-Datenaustauschformate aus der Inspektionstechnik nach *ISYBAU - Arbeitshilfen Abwasser* ab 2006 aufwärts und *DWA-150* eingelesen und verarbeitet werden können, ist **S-ZOBBA ABWASSER** weitgehend unabhängig von aktuell verwendeten Formaten einzulesender Inspektionsdaten. Daneben setzt das Programm die geltenden Vorgaben und Prinzipien der *DIN EN 752*, *DIN EN 1610*, *DWA-M 149-3*, *DWA-M 149-7*, *DIN 1986-30* und der *Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)* um. Stellenweise Parallelen zu den genannten Technischen Standards sind insofern nicht zufällig, sondern gewollt.

Mit **S-ZOBBA ABWASSER** erscheint eine innovative und wirtschaftlich-technische Entscheidungshilfe zur soliden und differenzierten Beurteilung und Bewertung von Anlagen zur Abwassersammlung und -ableitung im privaten und öffentlichen Bereich am Markt. Die Software hilft, die Qualität gemeinsamer Entscheidungsfindungen aus Diskussionen um technische und kaufmännische Überlegungen anzuheben. Daneben unterstützt **S-ZOBBA ABWASSER** Vorbereitungen auf Maßnahmendurchführungen, wie etwa Beauftragungen von Ingenieurdienstleistungen und Ausschreibungen baulicher Leistungen. Alle Berechnungsgänge sind sachlich begründbar. Zahlreiche ergänzende Kommentierungen stellen hilfreiche Informationen zur Verfügung. Hinweise, Unterstützungen bei der Systembedienung und weitere Erläuterungen sind in einem umfangreichen Begleithandbuch untergebracht.

MODULSPEZIFIKA

Die Objektanalysen und Datenauswertungen in **S-ZOBBA ABWASSER** erfolgen in einem mehrstufigen Prozess, der in sechs Hauptmodule unterteilt ist.

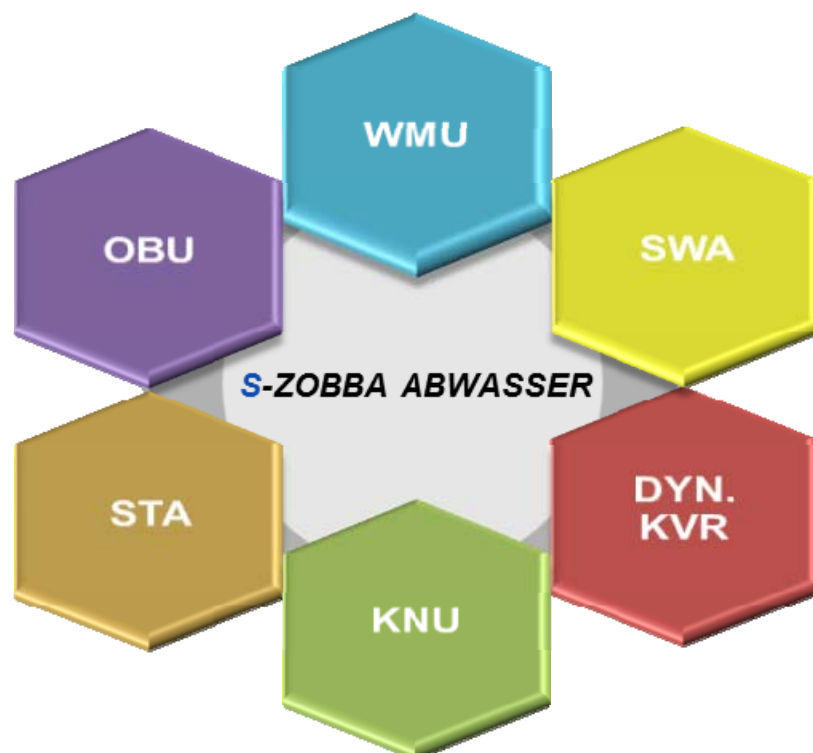


Abbildung 1: Modulübersicht **S-ZOBBA ABWASSER**

a) Objektbeurteilung (OBU)

- Zustandsklassifizierung mit vorläufigem Sanierungsbedarf (Sanierungsdringlichkeit und –umfang auf Grundlage des größten Einzelschadens)
- Gezielte Einbeziehung ökologischer, hydraulischer und baulicher Parameter und deren Wechselwirkungen
- Vorläufiger Sanierungsbedarf (mit Sanierungsdringlichkeit und –umfang)
- Vorläufige Wertminderung
- Objektspezifische Kenndaten (z. B. für Vergleichszwecke des Objektes mit anderen bau- und funktionsgleichen Einheiten innerhalb des Entwässerungssystems)

S -ZOBBA Abwasser VOLLVERSION

Start | UEB | Infoblatt | **OBU** | WMU | SWA | Dyn. KVR | KNU | STA | Ergebnisdaten

Aktuelles Projekt: S_ISYBAU_XML-2006-Zustandsda LK_120016SE02 (priv)

Anforderungsbezogene Klassifizierung von Einzelschäden | Bewertung von Randbedingungen | Ermittlung Sanierungsbedarf

Nachfolgend werden XML-Inspektionsdatenimporte angezeigt.
Die Klassifizierung der Einzelschäden erfolgt mit Hilfe folgender technischer Standards: DIN EN 13508-2 und DWA-M 149-3

Kodebezeichnung: Anfangsknoten

L	KDS	H	C1	C2	Q1	Q2	U1	U2	Sb	D	S	B
0.0	BCD	XP			0	0	0	0		1	2	3
0.6	BAC	A			10	0	11	2		1	3	5
0.6	BAC	B			9	0	2	3		1	1	5
0.6	BAO				0	0	2	3		4	1	5
0.6	BAB	B	C		4	0	0	0		2	5	3
1.7	BBE	D			12	0	6	8		4	4	5
6.0	BAB	B	B		3	0	6	8		4	4	5
6.8	BAJ	A			10	0	0	0		2	4	0
6.8	BAJ	B			15	0	3	0		5	5	1
7.4	BAG				40	0	6	7				

Anforderungsbezogene Objektklassen

Dichtheit	Standicherheit	Betriebssicherheit
1	1	0

Diagramm anzeigen
Klassifizierung durchführen

Datei öffnen

Abbildung 2: Beispieldaten OBU

b) Wertminderungsuntersuchung (WMU)

- Verifikation der vorläufigen Wertminderung
- Endgültiger objektspezifischer Sanierungsbedarf (mit Sanierungsdringlichkeit und –umfang)

- Endgültige objektspezifische Wertminderung

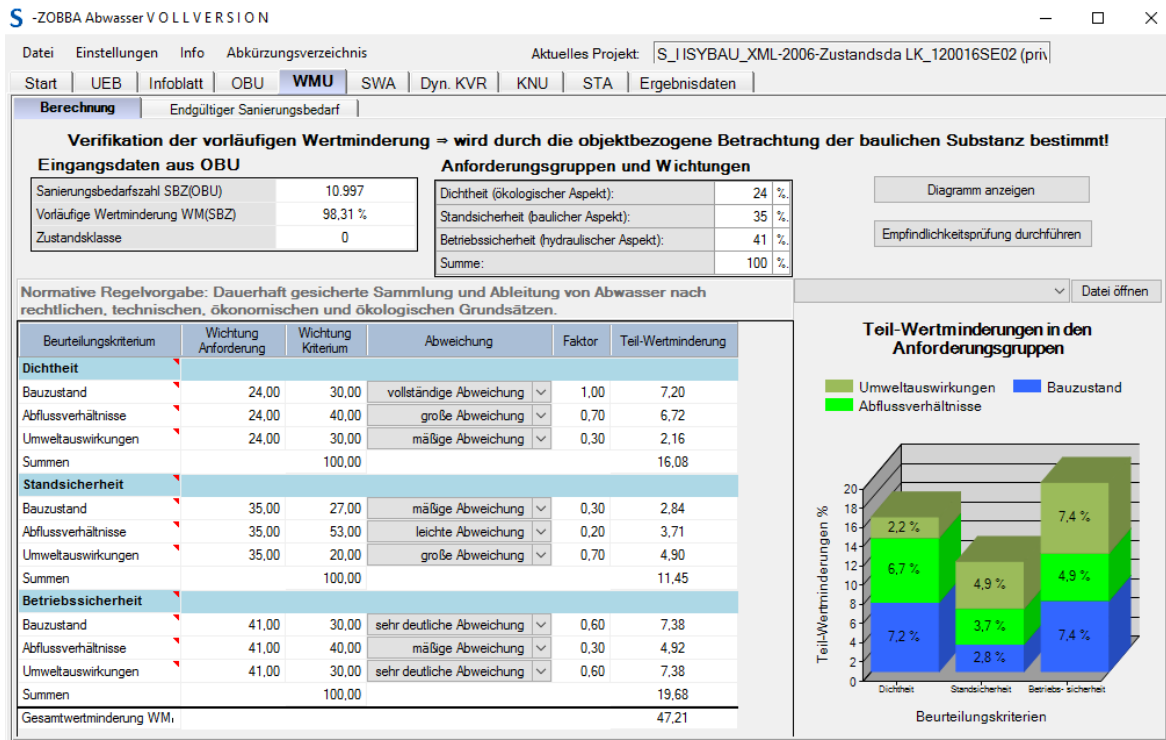


Abbildung 3: Beispieldaten WMU

c) Substanzwertanalyse (SWA)

- Restnutzungsdauern
- Abnutzungsvorräte; Substanzwerte absolut (monetär) und relativ (bezogen auf die Wiederbeschaffungskosten)
- Nutzungsdauern
- Anlagentechnische Vermögenswerte

S -ZOBBA Abwasser VOLLVERSION

Aktuelles Projekt: S_ISYBAU_XML-2006-Zustandsda LK_120016SE02 (priv)

Start | UEB | Infoblatt | OBU | WMU | **SWA** | Dyn. KVR | KNU | STA | Ergebnisdaten

Berechnung | **Wertgrößen** | Alterungsgrößen

Eingangsdaten | **Daten zum Wert der Betrachtungseinheit vor der Sanierung** | Daten zum Wert der Betrachtungseinheit nach der Sanierung (Plan)

Wertminderung vor der Sanierung, monetarisiert WM₁ (monetär) = 2.413,29 EUR Substanzwert vor der Sanierung (entspricht Vermögenswert) SW₁ = 2.699,07 EUR Grad des Substanzwertes vor der Sanierung SW₁ (WBK) = 52,80 % Grad der Wertsteigerung durch Sanierung (bez. auf SW₁) ST (Wert, SW₁) = 79,94 %	Monetarisierte Wertminderung als Aufwand zur Erfüllung des Sanierungsbedarfes. Die qualitative Wertaussage der Wertminderung vor der Sanierung ist durch Multiplikation mit den Wiederbeschaffungskosten in eine quantitative Wertaussage überführt worden. Monetarisierter Wert der Anlagensubstanz. Drückt das Substanzwertdefizit zwischen dem aktuellen materiellen IST-Wert und dem materiellen SOLL-Wert unter Berücksichtigung vorhandener baulicher, hydraulischer und umweltrelevanter Mängel und der daraus resultierenden Beeinträchtigung hinsichtlich der Erfüllung gestellter Anforderungen aus. Der Substanzwert orientiert sich am Wiederbeschaffungswert und stellt im Hinblick auf sanierungsstrategische Überlegungen eine wichtige Bewertungsgröße dar. Prozentualer Wertanteil der Betrachtungseinheit vor der Sanierung bezogen auf die Wiederbeschaffungskosten. Geplante Wertsteigerung der Betrachtungseinheit durch Sanierung bezogen auf den Substanzwert vor der Sanierung.
---	---

Abbildung 4: Beispieldaten SWA

d) Wirtschaftlichkeitsberechnung (DYN. KVR)

- Vergleichende Untersuchung von bis zu vier Sanierungsalternativen, jeweils als pauschale Investition oder als Investitionsfolge
- Berechnung von Projektkostenbarwerten nicht nur als Funktion der Zeit, sondern auch als Funktion der baulichen Substanz
- Objektscharfe Berechnungsergebnisse
- Kostengünstigste Sanierungsalternative

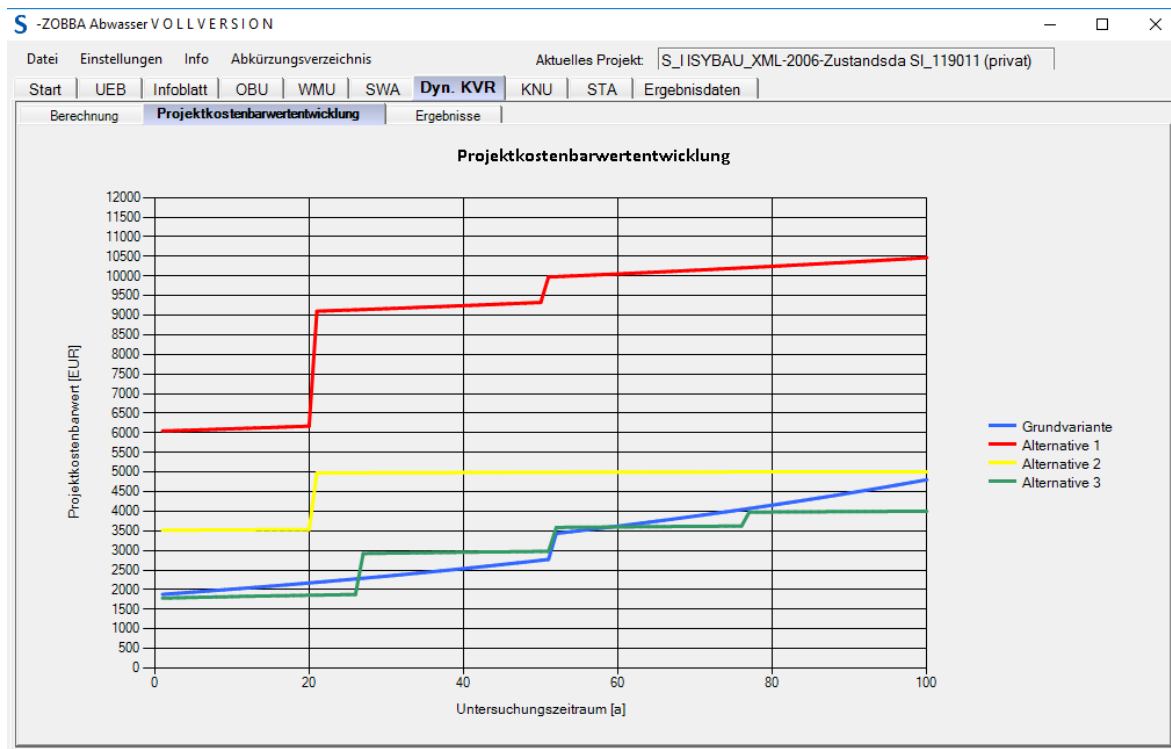


Abbildung 5: Beispieldaten DYN. KVR

e) *Kosten-Nutzen-Untersuchung (KNU)*

- Berücksichtigung von Nutzeneffekten bei Vorbereitungen auf Entscheidungsfindungen
- Gesamtwirtschaftliche Vorzugslösung durch Berücksichtigung qualitativer und quantitativer Kosten-Nutzen-Wertungskriterien

S -ZOBBA Abwasser VOLLVERSION

Aktuelles Projekt: S_ISYBAU_XML-2006-Zustandsda SI_119011 (privat)

Start | UEB | Infoblatt | OBU | WMU | SWA | Dyn. KVR | **KNU** | STA | Ergebnisdaten

Eingangsdaten | Bewertung | **Teilnutzwerte der Maßnahmen**

NR	Alternative	Quantitativ - Kosten	Qualitativ - Güteanforderung	Qualitativ - Technik	Qualitativ - Betrieb und Unterhalt	Qualitativ - Sanierungsaufwand	Qualitativ - Nachhaltigkeit	Nutzwert punktzahl, gesamt
3	Alternative 3	9	9	9	2	9	9	8,30
0	Grundvariante	9	8	5	5	8	8	7,30
2	Alternative 2	9	9	9	7	9	9	7,89
1	Alternative 1	9	1	1	6	9	9	4,72

Ergebnisse

Gesamtwirtschaftliche Vorzugslösung nach Durchführung der quantitativen Bewertung (dynamische KVR) und der qualitativen Bewertung (KNU) VL(gesamtw.) =

Nutzwertpunktzahl, gesamt NPZ(gesamt) =

HINWEIS: Um die Stabilität des Ergebnisses zu überprüfen, wird die Durchführung einer Empfindlichkeitsanalyse empfohlen (Sensitivitätsanalyse).

Abbildung 6: Beispieldaten DYN. KVR

f) Sensitivitätsanalyse (STA)

- Empfindlichkeitsprüfung entscheidungsrelevanter Parameter
- Ausgabe kritischer Werte

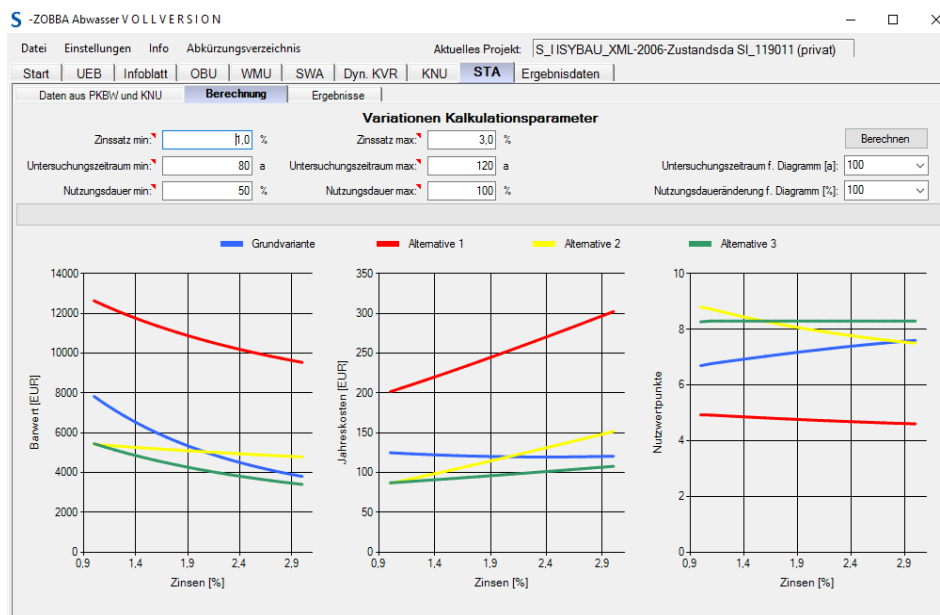


Abbildung 7: Beispieldaten STA

ZUVERLÄSSIGKEIT

Zur Evaluation der Berechnungsqualität von **S-ZOBBA ABWASSER** wurde das Programm mit aussagekräftigen Felddaten gespeist. Insgesamt wurden rund 200 Datenbestände durchgerechnet. Hierzu ist auf Inspektionsdaten entwässerungstechnischer Bestandteile zurückgegriffen worden, die bereits saniert waren oder die sich in Sanierungsprogrammen befunden haben. Des Weiteren sollten Ergebnisse von Datenauswertungen aus Erst- und Wiederholungsinspektionsdaten gegenübergestellt werden. Dazu sind Betrachtungseinheiten gewählt worden, zu denen entsprechende Dokumentationen vorlagen. Berücksichtigt wurden Inspektionsdaten von Grundstücksentwässerungsanlagen und öffentlichen Entwässerungsanlagen verschiedener Rohrdurchmesser und Längenausdehnungen.

Zwischen den verwerteten Datenaufnahmen lag ein Zeitraum von im Mittel acht Jahren. Diese Zeitspanne ließ Interpretationen sowohl von Differenzen zwischen SOLL- und IST-Zuständen als auch von entsprechenden Zustandsveränderungen über die Zeit zu. Daneben sollten Vergleiche mit Ergebnisdaten angestellt werden, die zuvor aus anderen Beurteilungs- und Bewertungsmodellen hervorgegangen waren. Daten dieser Art standen jedoch nur eingeschränkt zur Verfügung, da die Anwendung von Beurteilungs- und Bewertungsmodellen bei den Anlagenbetreibern in der Regel nicht erfolgt.

Bei den zum Zwecke einer vergleichenden Gegenüberstellung mit **S-ZOBBA ABWASSER** erfolgten Berechnungen objektspezifischer IST-Zustände, bestätigten sich die Auswertungen der auf Basis der Erstinspektionen ermittelten Wert- und Alterungsgrößen im Vergleich zu den Ergebnissen aus den Wiederholungsinspektionen. Bei den Untersuchungseinheiten lag die maximale mittlere parameterbezogene Abweichung bei 1,4 %. Abweichungsgrade in dieser Höhe sind vor dem Hintergrund des großen Zeitraumes zwischen den Aufnahmen der Inspektionsdaten vor allem wegen der fortschreitenden Zustandsverschlechterungen und der Weiterentwicklungen in der TV-Aufnahmetechnik als vernachlässigbar einzustufen. Deutlichere Abweichungen wurden dort erwartet, wo sich in dem Zeitraum zwischen Erst- und Wiederholungsinspektion gravierende Zustandsverschlechterungen eingestellt hatten. Die größte mittlere Abweichung lag hier bei rund 18 %. Dieses Abweichungsmittel ist nicht auf Unsicherheiten in **S-ZOBBA ABWASSER** zurückzuführen, sondern auf dis-

kontinuierliche und spontan eingetretene Zustandsverschlechterungen, wie fehlende Wandungsteile oder Rohrbrüche, die zum Zeitpunkt der modellgestützten Verarbeitung von Erstinspektionsdaten mit **S-ZOBBA ABWASSER** nicht abgesehen werden konnten. Hier tritt die begrenzte Aussagekraft langfristiger Prognosen von Zustandsentwicklungen zum Zwecke der Bestimmung optimaler Sanierungszeitpunkte und das hohe Risiko hervor, wenn Finanzierungsplanungen für Sanierungen ausschließlich auf der Basis von prognostisch arbeitenden Modellen vorgenommen werden.

Die Auswertungen der Wiederholungsinspektionsdaten haben zudem gezeigt, dass etwa 20 % aller bis dahin renovierten Betrachtungseinheiten zum Zeitpunkt der Wiederholungsinspektionen einen baulichen Zustand aufwiesen, der nach den Ergebnissen von **S-ZOBBA ABWASSER** noch nicht für eine Renovierung sprach, sodass mit den Renovierungen beachtliche Restnutzungsdauern frühzeitig aufgegeben worden sind. Über Reparaturmaßnahmen wären erhebliche Einsparungen von Investitionen möglich gewesen.

Die wenigen Ergebnisdaten aus Beurteilungs- und Bewertungsmodellen vergleichbarer Art wiesen Abweichungen von bis zu 34 % zu den Ergebnissen mit **S-ZOBBA ABWASSER** auf, wobei Ergebnisvergleiche selbstverständlich nur für die wenigen Parameter vorgenommen werden konnten, die sowohl über die Beurteilungs- und Bewertungsmodelle als auch über **S-ZOBBA ABWASSER** errechenbar sind (z. B. Sanierungsbedarfzahl). Diesen Abweichungen steht aber ein erheblich erweiterter und vertiefter Analyseumfang in **S-ZOBBA ABWASSER** gegenüber, aus dem differenziertere Berechnungsergebnisse hervorgehen, die zu ausgesprochen realitätsnahen Erkenntnisgewinnen und letztlich zu einer deutlichen Erhöhung von Planungssicherheiten führen.

S-ZOBBA ABWASSER hat sich bei der Überprüfung der Zuverlässigkeit als überaus stabiles und präzise arbeitendes Analysewerkzeug mit hoher Berechnungsqualität erwiesen. Im Vergleich zu klassischen Beurteilungs- und Bewertungsmodellen lässt **S-ZOBBA ABWASSER** eine weitaus detailliertere und zudem strukturiertere ingenieurmäßige Auseinandersetzung mit TV-Inspektionsdaten zu. Mit dem Programm steht insgesamt ein außerordentlich flexibles, einfach zu handhabendes und zudem preislich interessantes Analysewerkzeug zur kurz- bis mittelfristigen Unterstützung

von Abwasseranlagenbetreibern in objektscharfen Bewertungs- und Sanierungsfragen zur Verfügung, das gleichermaßen auf erdverlegte öffentliche und private Freispiegelentwässerungssysteme bis DN 800 ausgerichtet ist. Zielgruppe sind Bearbeiter, die sich mit der Beurteilung und Bewertung entsprechender entwässerungstechnischer Einrichtungen befassen. Insofern ist das Programm auf Vertreter von Kommunen, auf Planer sowie auf Ingenieurdienstleister zugeschnitten. Entwicklungen weiterer Module für angrenzende Fachbereiche sind geplant.

LITERATUR

- 1) *Arbeitshilfen Abwasser*: Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung, Bundesministerium für Verteidigung (Hrsg.): Arbeitshilfen Abwasser, 2015.
- 2) *DIN EN 752*: Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, 2008- 04
- 3) *DIN EN 1610*:Einbau und Prüfung von Abwasserleitungen und -kanälen, 2015-12
- 4) *DIN 1986-30*: Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke - Teil 30: Instandhaltung, 2012-02
- 5) *DIN EN 13508-2*:Untersuchung und Beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion, 2008-11
- 6) *Dohmann, M. (Hrsg.): Wassergefährdung durch undichte Kanäle – Erfassung und Bewertung*. Heidelberg: Springer Verlag, 1999
- 7) *Dohmann, M., Decker, J., Menzenbach, B.:* Untersuchungen zur quantitativen und qualitativen Belastung von Boden, Grund- und Oberflächenwasser durch undichte Kanäle. In: Dohmann, M. (Hrsg.), Wassergefährdung durch undichte Kanäle – Erfassung und Bewertung. Heidelberg: Springer Verlag, 1999
- 8) *DWA-M 149-2*: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 2: Kodiersystem für die optische Inspektion, 2013-12
- 9) *DWA-M 149-3*: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 3: Beurteilung nach optischer Inspektion, 2015-04, korrigierte Fassung: Februar 2016
- 10) *DWA-M 149-7*: Zustandserfassung und -beurteilung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden - Teil 7: Beurteilung der Umweltrelevanz des baulichen/betrieblichen Zustands, 2016-01
- 11) *DWA-M 150*: Datenaustauschformat für die Zustandserfassung von Entwässerungssystemen, 2010-04, korrigierte Fassung: Januar 2013

- 12) *Fürst, D.; Scholles, F. (Hrsg): Handbuch Theorien + Methoden der Raum- und Umweltplanung. Dortmund: Zeitdruck, 2004*
 - 13) *Gallert, C., Winter, J.: Gefährdungspotenzial von Abwasser aus undichten Kanälen für Boden und Grundwasser. Gemeinschaftstagung: Undichte Kanäle – (k)ein Risiko?, 11./12.10.2006 Frankfurt*
 - 14) *Herz, R.: Alterung und Erneuerung von Infrastrukturbeständen – ein Kohortenüberlebensmodell. In: Jahrbuch für Regionalwissenschaft (1994), Heft 14, S. 9–28*
 - 15) *Herz, R.: Erneuerung der unterirdischen Infrastruktur. In: Wissenschaftliche Zeitschrift der TU Dresden: Herausforderungen des 21. Jahrhunderts (2001), Heft 5/6, S. 95–102*
 - 16) *Hochstrate, K.: Zustandswertorientierte Zustandsklassifizierung von Kanälen –Das Bietigheimer Modell. In: Korrespondenz Abwasser (1999), Heft 2, S. 213–217*
 - 17) *Hochstrate, K.: Zustandsbewertung nach Sanierungspriorität, Substanzwert und Funktionsgerechtigkeit als Grundlage einer prognosegerechten Inspektion und einer vorausschauenden Sanierungsplanung. 6. Internationaler Kongress: Leitungsbau, 09./10.05.2000, Hamburg*
 - 18) *Klinger, J., Wolf, L., Hötzl, H.: Leaky sewers – Measurements under operating conditions. 4th World Wide Workshop for Young Environmental Scientists (WWW-YES), Urban waters: resource or risk? 10 – 13 May 2005, Vitry sur Seine, France*
 - 19) *Mortensen, M.: Das Ermitteln von Wertminderungen für eine spezielle Gruppe von Baumängeln. In: BauR 1998, S. 73–84*
 - 20) *Pecher, R.: Abschätzung der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer und des Verkehrswertes von Kanälen mit TV-Untersuchungen. In: Korrespondenz Abwasser (1998), Heft 1, S. 91–96*
 - 21) *Pecher, K.-H.: Nutzungsdauer und Wirtschaftlichkeit von Abwasserkanälen. In: Korrespondenz Abwasser (2002), Heft 6, S. 618–628*
 - 22) *RAL: Gütesicherung für die Grundstücksentwässerung. In: KA 2013, Nr. 5, S. 563 f.*
 - 23) *Scheffler, M.: Dichtheitsprüfung an Grundstückentwässerungsanlagen – weitergehende Prüfkriterien. In: Korrespondenz Abwasser Abfall (KA Abwasser Abfall) (2006), Heft 1, S. 23 – 26*
 - 24) *Scheffler, M.: Zustandsorientierte Abschätzung von (Rest)Nutzungsdauern. In: bi Umweltbau (2006), Heft 4, S. 45 – 48*
 - 25) *Scheffler, M.: Grundstücksentwässerungsanlagen – Zustandsorientierte Instandhaltung und Bewertung in der Immobilienwirtschaft. Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verlag, 2007*
 - 26) *Scheffler, M., Rohr-Suchalla, K.: Schäden an Grundstücksentwässerungsanlagen - Ursachen, Folgen, Sanierung, Rechtsfragen. Stuttgart Fraunhofer IRB-Verlag, 2010*
 - 27) *Selle, O.: Einbauvoraussetzungen für Rohre verschiedener Werkstoffe unter Berücksichtigung von Herstelleranleitungen sowie der praktischen Umsetzung der Bautätigkeit. Oldenburger Rohrleitungsforum: Rohrleitungen – Eine unendliche Geschichte?, 06./07.02.2003, Oldenburg*
-

- 28) *Sklarczyk, C., Manavi Pour, M.*: Qualitätssicherung im Bereich Inlinersanierung, IZFP-Bericht 120104-E, Saarbrücken, November 2012, vertraulich
- 29) *Ullmann, F.*: Ökonomische und ökologische Aspekte undichter Grundstücksentwässerungsanlagen. 4. Tagung: Entwicklungen in der Kanalisationstechnik, 04./05.09.2001, Köln
- 30) *Wagner, W.*: Stellenwert der Nutzungsdauer von Abwasseranlagen unter Kostengesichtspunkten. In: Korrespondenz Abwasser (2000), Heft 7, S. 1036–1047
- 31) *Waldmann, K-H, Stocker, U. M.*: Stochastische Modelle. Karlsruhe: Springer Verlag, 2003
- 32) *Walther, G., Günthert, F. W.*: Erfassung und Bewertung der Exfiltration aus Grundstücksentwässerungsanlagen. In: Korrespondenz Abwasser (2003), Heft 10, S. 1295–1301
- 33) *Zangemeister & Partner*: Nutzwertanalyse in der Systemtechnik. Eine Methodik zur multidimensionalen Bewertung und Auswahl von Projektalternativen. 5. Auflage. Norderstedt, BoD - Books on Demand, 2014

Anforderung der Testversion:

SV- und Ing.-Büro Dr.-Ing. Scheffler

Wilhelmshöher Allee 258

34131 Kassel

Telefon: 0561 / 970 80 23

Fax: 0561 / 970 80 24

Mobil: 0151 / 15 202 150

E-Mail: info@dr-ing-scheffler.de



Das diesem Artikel zugrunde liegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02WQ1311A gefördert. Die Verantwortung dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.