

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung



Dr.-Ing. Martin Wolf

Dr. Pecher und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Ginsterweg 10a, 81377 München
+49 (0) 89 741521-15
email: martin.wolf@pecher.de



Dipl. -Kaufm. Daniel Ulbrich

Dr. Pecher und Partner Ingenieurgesellschaft mbH
Ginsterweg 10a, 81377 München
+49 (0) 89 741521-15
email: daniel.ulbrich@pecher.de



Zusammenfassung

Die öffentlichen Kanalnetze Deutschlands stellen mit einem Wert von rd. 330 Mrd. € ein enormes Anlagevermögen dar. Auf Grund des oft schlechten Zustandes und geringer Ausgaben zur Instandhaltung und Erneuerung ist zu erwarten, dass durch die gegenwärtige Sanierungspraxis eher ein Substanzwertverzehr des Kanalnetzes als ein Substanzwerterhalt im Sinne des Generationenvertrages erzielt wird. Für einen nachhaltigen Betrieb und Erhalt der Kanalnetze sind deshalb Sanierungsstrategien erforderlich, die neben den technischen und gesetzlichen Anforderungen auch den mittel- und langfristigen Substanzwertverlauf berücksichtigen. Dieser wird beeinflusst vom erforderlichen oder durchgeführten Sanierungsumfang, Art und Zusammensetzung der ausgewählten Maßnahmen sowie der zeitlichen Abfolge der Sanierungsmaßnahmen. Erheblichen Einfluss auf den Substanzwertverlauf hat zudem die Berücksichtigung der hydraulischen Verhältnisse sowie der optisch nicht sichtbaren Undichtheiten. Entsprechend ist es erforderlich, die tatsächlich vorhandenen Defizite zu ermitteln und die Sanierungsmaßnahmen sowie eine Strategie zur Umsetzung zu erarbeiten. Da sich gezeigt hat, dass alleine die Einhaltung der technischen und gesetzlichen Anforderung für einen Substanzwerterhalt nicht ausreicht, muss die geplante Strategie im

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Hinblick auf die nachhaltige Wertentwicklung überprüft und ggf. Anpassungen vorgenommen werden. Kurzfristig erzielte Einsparungen durch reduzierten Schadensumfang oder einseitige Maßnahmenwahl ermöglichen zwar im günstigsten Fall, die Anforderungen einzuhalten, gehen jedoch zwangsläufig zu Lasten des Substanzwertes und führen mittel- und langfristig zu einer Verschärfung der Kosten- und Gebührensituation. Der monetäre, am konkreten Sanierungsaufwand orientierte Substanzwertansatz ermöglicht dabei, technische und kaufmännische Gesichtspunkte praxisnah zu verknüpfen und den bestmöglichen Ausgleich zwischen den gegenläufigen Zielen Substanzwerterhalt und Gebührenkonstanz zu finden.

1 Einleitung

In Deutschland sind durchschnittlich etwa 20 % der rd. 486.000 km öffentlicher Kanalisation kurz- bis mittelfristig sanierungsbedürftig. Das entspricht einem mittleren Sanierungsvolumen von etwa 50 bis 55 Mrd. € [06]. Zu den Sanierungskosten für die heute schadhafte Kanäle kommt in Zukunft der notwendige Erhaltungsaufwand für die z.Zt. noch intakten Kanäle hinzu. Bei den Anschlussleitungen werden rd. 40 % der rd. 900.000 km [05] als mittelfristig sanierungsbedürftig geschätzt. Gegenwärtig werden in Deutschland zur Sanierung der öffentlichen Kanalnetze rd. 1,64 Mrd. € pro Jahr aufgewendet. Unter der Annahme, dass davon rd. 50 % in Erneuerungsmaßnahmen fließen, müssten die Kanalnetze in Deutschland eine Lebenserwartung von rd. 400 a besitzen [17]. Es ist offensichtlich, dass der heute tatsächlich betriebene Sanierungsaufwand im Missverhältnis zu dem anstehenden Sanierungsbedarf steht. Unzureichende Reinvestitionen führen zu einem Werteverzehr des Netzes. Die somit in die Zukunft verschobenen Ausgaben rufen Investitionsschübe hervor, die, sofern keine Rücklagen angelegt wurden, vom Netzbetreiber bzw. von den Gebührenzahlern schließlich nicht mehr zu bewältigen sind.

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Für Maßnahmen zur Wiederherstellung oder Verbesserung von vorhandenen Entwässerungssystemen sind gemäß DIN EN 752-5 „ganzheitliche Lösungen“ zu erarbeiten, die alle hydraulischen, baulichen und umweltrelevanten Aspekte berücksichtigen. Dadurch kann eine Minimierung der Gesamtkosten erzielt werden. An ein saniertes Kanalnetz werden gemäß DIN EN 752 - 5 [03] die gleichen Anforderungen wie an ein neues gestellt. Die bisherige Sanierungspraxis, nach der nur saniert wird, wenn dringender Handlungsbedarf besteht, zielt überwiegend auf den hydraulischen oder auf den baulichen (Feuerwehrstrategie) Zustand der Kanäle und erfüllt nicht die Anforderungen der DIN EN 752. Die Umsetzung der weitgesteckten Forderung der DIN EN 752 wird jedoch vielerorts nur langfristig möglich sein. Der Umfang der notwendigen Sanierungsmaßnahmen und die daraus entstehenden finanziellen Zwänge erfordern deshalb eine Sanierungsstrategie mit konkreten Zieldefinitionen, welcher Zustand im Kanal zu welchem Zeitpunkt zu erreichen ist. Von einer Sanierungsstrategie wird darüber hinaus eine wirtschaftliche und langfristige Perspektive für das vorhandene Anlagevermögen des Kanalnetzes erwartet, die über eine bloße Aufrechterhaltung des Kanalbetriebes hinausgeht.

Hinweise zur Entwicklung von Sanierungsstrategien wurden von der Arbeitsgruppe der DWA ES 8.9 erarbeitet und sind im Merkblatt DWA-M 143-14 dargelegt [04]. Vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) wurde darüber hinaus, aufbauend auf dem Verbundforschungsprojekt KANSAS [11] mit den Netzbetreibern Berliner Wasserbetriebe, Stadt Neuburg / Donau sowie der Stadtentwässerung Rosenheim unter der Leitung des Ing.-Büros Dr.-Ing. Pecher und Partner, der Leitfaden KANSAS „Entwicklung einer ganzheitlichen Kanalsanierungsstrategie“ [12] erstellt, der umfassende Hinweise zur Erarbeitung von Sanierungsstrategien gibt. Im folgenden werden daraus

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

einige Ergebnisse im Hinblick auf den Substanzwerterhalt dargestellt. Der Leitfaden kann direkt beim BMBF oder über den Autor bezogen werden.

2 Sanierungsziele

Die Sanierungsstrategien orientieren sich grundsätzlich an den Zielen des Netzbetreibers, die von den Anforderungen an eine Entwässerungsanlage abhängen. Ausgehend von der Abwasserbeseitigungspflicht der Gemeinden über die gesetzlichen Vorgaben für den ordnungsgemäßen Bau und Betrieb von Abwasseranlagen, ergeben sich die rechtlichen und technischen Ziele, die ein Netzbetreiber in angemessenen Zeiträumen zu erreichen hat.

Bei Entwässerungsnetzen handelt es sich um langlebige Wirtschaftsgüter, die über mehrere Generationen betriebssicher und funktionsfähig gehalten werden müssen. Daraus ergibt sich die Verpflichtung einer Generation, nachhaltige Strategien zu wählen, die auch der nachfolgenden Generation die Nutzung und Finanzierung einer funktionierenden Entwässerungsanlage ermöglicht (Generationenvertrag). Es gilt Strategien zu entwickeln, die bei einer zumutbaren Bürgerbelastung (Herstellungs- und Ergänzungsbeiträge, Abwassergebühren) die o. a. Ziele erreichen sowie die gesetzlichen Vorgaben erfüllen. Die rechtlichen und technischen Ziele müssen erfüllt sein (gesetzliche Regelungen). Die betriebswirtschaftlichen Ziele dagegen sollen erfüllt werden (Tabelle 1).

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Tabelle 1: Für die Erarbeitung von Sanierungsstrategien relevante Ziele

Art	Ziel	Beschreibung
Muss-Ziele	Rechtliche und technische Ziele	Abwasserbeseitigungspflicht der Gemeinde, gesetzliche Vorgaben für ordnungsgemäßen Bau und Betrieb der Abwasseranlage, Einhalten der Auflagen
	Umweltrelevante Ziele	Einhalten der Anforderungen an den Umweltschutz (Schutz der Gewässer und Umwelt)
	Funktions- und Betriebssicherheit	Sicherstellen einer funktionierenden Anlage und störungsfreier Betrieb (allg. betriebliche Sicherheit, Überstau- und Überflutungssicherheit)
Kann-Ziele	Zusätzliche Ziele des Netzbetreibers	z. B. vordringliche Fremdwassersanierung, Erreichen eines bestimmten Zustandes, Steigerung des Substanzwertes, Netzausbau usw.
	Substanzwertehalt	Das Entwässerungsnetz soll in mindestens so gutem Zustand an die kommende Generation übergeben werden, wie es übernommen wurde (Erhalt der materiellen Substanz)
	Nachhaltigkeit	Pflege und Entwicklung des Netzes, so dass die vorgesehene Nutzungsdauer erreicht wird
	Verstetigung	Allgemeine Verstetigung der Investitionen zur vorausschauenden Planung, insbesondere in den Teilzielen Abwassergebührenentwicklung, Kapitalbedarf (Liquiditätsmanagement), Bauinvestitionen (Arbeitspolitik), Personalbedarf

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Tabelle 2: Mögliche weitere Sanierungsziele des Netzbetreibers

Ziel	Beschreibung	Zieldefinition
Gefahrenabwehr	Besondere Gewichtung definierter Schäden oder Haltungen unter Berücksichtigung der Randbedingungen (z. B. in Wasserschutzgebieten)	Festlegen des zu beseitigenden baulichen Sanierungsumfanges, z. B. Schadensmerkmale, Schadensklassen oder Zustandsklasse der Haltung
Fremdwasser-reduktion	Besondere Priorität auf Beseitigung von Infiltrationen	Festlegen der Kriterien zur Bestimmung von vordringlichen Haltungen
Betriebs-, Stand- oder Funktions-sicherheit	Besondere Priorität auf Betriebs-, Stand- oder Funktionssicherheit (z. B. Beseitigung aller Hindernisse und Querschnittsverengungen)	Definition der Schadensmerkmale
Hydraulische Sanierung – Überstausicherh eit	Gewährleistung von Überstausicherheit	Festlegen der Sicherheitsanforderungen
Hydraulische Sanierung - Überflutungssch utz	Gewährleistung von Überflutungssicherheit, insbesondere bei flachen und seichten Netzen	
Zustand der Anschlusskanäle	Berücksichtigung des Zustandes der Anschlusskanäle / gleichzeitige Sanierung öffentliches Kanalnetz – Anschlusskanäle	Festlegen von Gebieten, Kriterien und Anforderungen
Berücksichtigun g weiterer Spartenbetreiber	Koordinierung mit weiteren Beteiligten, Nutzung von monetären und nichtmonetären Synergieeffekten	
Berücksichtigun g der Dichtheit	Einbeziehen der optisch nicht feststellbaren Undichtheiten in die GSP	Festlegung der Anforderungen zur Bewertung der Dichtheit und deren Auswirkungen auf die GSP

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Vor Beginn der Bearbeitung hat der Netzbetreiber die Sanierungsziele festzulegen. Grundsätzlich sollen kurzfristig alle schwerwiegenden Defizite erfasst und saniert werden. Mittel- bis langfristig sollen alle weiteren Defizite in der Sanierungsplanung berücksichtigt und behoben werden, so dass schließlich ein stand- und betriebssicheres sowie den Umwelanforderungen entsprechendes Kanalnetz erreicht wird. Je nach individueller Zielsetzung des Netzbetreibers können weitere Ziele in Form von Prioritäten in der Beseitigung der Defizite definiert werden. Tabelle 2 zeigt mögliche weitere Sanierungsziele.

3 Strategiearten

Der in den meisten Kanalnetzen vorgefundene Zustand und die für eine Sanierung i. d. R. nur knapp verfügbaren Investitionsmittel führen dazu, dass die ganzheitliche Kanalsanierung zu einer generationsübergreifenden Aufgabe wird. Deren Umsetzung ist nur über längere Zeiträume durch eine strategische, vorausplanende Handlungsweise möglich. Strategie wird dabei als Planung einer Konzeption zum Erreichen eines Zieles im Hinblick auf die an ein bestehendes Entwässerungssystem gestellten Anforderungen verstanden. Strategiearten sind in [04] und [12] beschrieben und nachfolgend sinngemäß wiedergegeben:

Die **gebietsorientierte Strategie** wird angewandt, wenn z. B. die Größe des Kanalnetzes oder der zu erwartende Sanierungsaufwand eine sofortige Berücksichtigung des Gesamtentwässerungssystems nicht zulässt oder wenn nur in Teilgebieten flächendeckende Informationen zur Bearbeitung einer GSP vorhanden oder in vertretbaren Zeiträumen ermittelbar sind. Gebiete mit hohem Schadenspotenzial oder der besonderen Häufung von Schädigungen, Häufungen von weiteren, kurzfristigen infrastrukturellen Aktivitäten sowie besonderen umweltrelevanten Anforderungen besitzen einen vordringlichen Sanierungsbedarf. Zur wirtschaftlichen Umsetzung einer gebietsorientierten

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Strategie soll insbesondere die Mehrspartenstrategie berücksichtigt werden.

Bei der **Substanzwertstrategie** wird besonderes Augenmerk auf die nachhaltige Substanzwertentwicklung des Kanalnetzes gelegt. Die Substanzwertbetrachtungen dienen dabei sowohl zur zustandsabhängigen Netzwertermittlung, zum Nachhaltigkeits-Nachweis von Strategien, zum Strategievergleich als auch zur Ermittlung von wichtigen Eingangsgrößen für technische Aspekte der Sanierungsstrategien.

Bei der **Zustandsstrategie** wird in einem definierten Zeitraum das Kanalnetz vom Ist-Zustand über Zwischenzustände in einen definierten Soll-Zustand überführt. Die Zustandsstrategie wird angewandt, wenn wegen der verfügbaren Finanzmittel oder durch den Sanierungsumfang die Behebung aller Mängel nicht möglich ist. Dies ist üblicherweise bei flächendeckend schwer geschädigten alten und/oder großen Netzen erforderlich. Im Einklang mit den gesetzlichen und umweltrelevanten Anforderungen wird daher der Sanierungsumfang auf dringende Schädigungen eingeschränkt, um mit dem verfügbaren Sanierungsbudget möglichst große Netzbereiche im Sinne einer Gefahrenabwehr zu erfassen. Die Kontrolle der Substanzwertentwicklung hat hierbei große Bedeutung.

Bei der **Mehrspartenstrategie** werden die Sanierungsmaßnahmen im Entwässerungssystem als Teil einer infrastrukturellen Gesamtmaßnahme verstanden. Ziel ist, auch die Belange aller weiteren Beteiligten mit in die Maßnahmen- und Strategieentwicklung einzubeziehen. Es wird angestrebt, definierte Bereiche im Hinblick auf die Beeinträchtigungen der Anwohner in einem Anlauf interdisziplinär komplett zu sanieren und monetäre Synergieeffekte bei der gleichzeitigen Erneuerung mehrerer Sparten zu nutzen. Neben der monetären Berücksichtigung sind auch

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

weiche Faktoren wie einfache Durchführbarkeit, Rücksichtnahme auf die Anwohner usw. bei der Entscheidungsfindung von Bedeutung.

Die **funktionsbedingte Strategie** bewirkt eine grundsätzliche Änderung des Aufbaus von Teilen oder der Gesamtheit des Entwässerungssystems bzw. dessen Konzeption durch wesentliche Änderung der Randbedingungen. Sie wird z. B. angewandt bei Änderung der Emissions- oder/und Immissionsanforderungen, der Anforderungen im Hinblick auf Sicherheiten oder Wegfall der bisherigen Ableitungswege.

Die **Feuerwehrstrategie** stellt eine unplanmäßige, ereignisorientierte Handlungsweise dar, die lediglich beim (teilweisen) Versagen des Systems durchgeführt wird. Die Feuerwehrstrategie wird deshalb NICHT als strategisches Handeln im Sinne der Strategiedefinition angesehen. Vielmehr handelt es sich hierbei um die Vernachlässigung der Pflichten zum ordnungsgemäßen Kanalnetzbetrieb und zur Netzerhaltung.

4 Entwicklung einer ganzheitlichen Sanierungsstrategie

Voraussetzung für die Erarbeitung einer Sanierungsstrategie sind umfassende Kenntnisse über die erforderlichen Sanierungsmaßnahmen im Kanalnetz. Die grundsätzlichen Arbeitsabläufe und Methoden zur Entwicklung von Sanierungsstrategien für beliebige Leitungsnetze sind in Abbildung 1 dargestellt. Detaillierte Angaben finden sich in [3], [11] und [12]. Aufbauend auf eine zustandsbezogene, ganzheitliche Bewertung der Anlagegüter werden Maßnahmen und Prioritäten erarbeitet und die Nutzungsdauern der betrachteten Objekte bestimmt. Die Ermittlung und Bewertung des Substanzwertes sowie die Berücksichtigung der Auswirkungen auf den Gebührenbedarf schafft die Verbindung zwischen technischen und betriebswirtschaftlichen Zielen. Sie ermöglicht, eine für den Netzbetreiber optimale und durchführbare Strategie zu entwickeln, zu überprüfen oder anzupassen. Eine mittel- und langfristige Prognose

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

des Substanzwertes ermöglicht die Wahl einer nachhaltigen Strategie, so dass ein langfristiger Werterhalt gesichert werden kann.

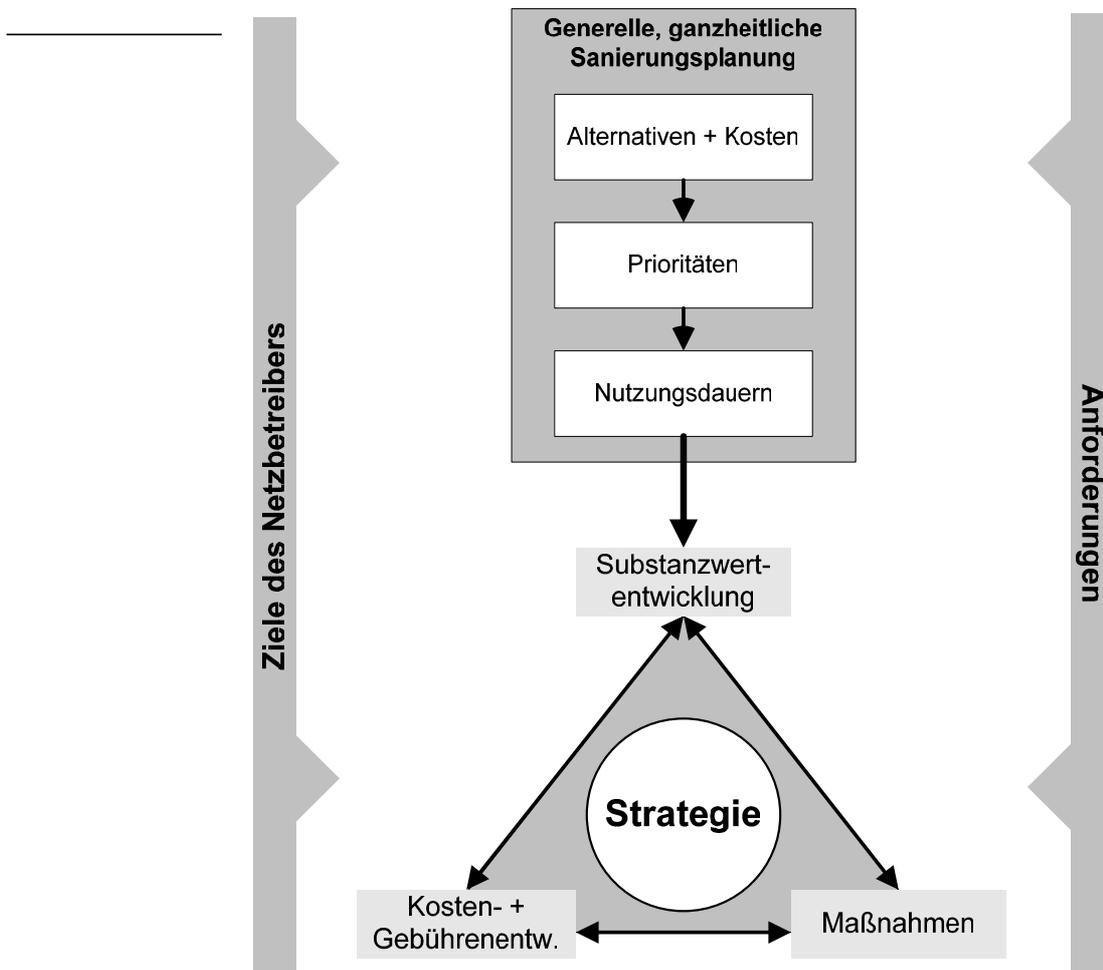


Abbildung 1: Allgemeines Vorgehen zur Strategieermittlung für Leitungsnetze [12]

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

4.1 Generelle Sanierungsplanung (GSP)

Entsprechend den Anforderungen der DIN EN 752 ist für die planmäßige und strategische Umsetzung von Sanierungsmaßnahmen in jedem Fall eine ganzheitliche generelle Sanierungsplanung (GSP) erforderlich. Ziel der GSP ist die haltungsweise Erarbeitung von Sanierungsmaßnahmen (Reparatur, Renovierung und Erneuerung / Erweiterung) analog zur DIN EN 752-5 einschließlich Kosten unter Berücksichtigung der Netzzusammenhänge, der Belange aller Beteiligten sowie der Ziele des Netzbetreibers. Darin wird ein Überblick über konkrete Maßnahmen und Kosten im Netz geschaffen. Ohne abgesicherte, konkrete und haltungsweise Grundlagen im Sinne der GSP wird eine Sanierungsstrategie lediglich vage Tendenzen und Prognosen auf Grund von Hochrechnungen ermöglichen. Die GSP bietet dagegen den Vorteil, sowohl haltungsgenaue Ergebnisse für die praktische Umsetzung von Sanierungen als auch die Grundlage für alle weitergehenden Betrachtungen zu liefern. Die ganzheitliche generelle Sanierungsplanung ist damit unerlässlich für die Erarbeitung einer praxisorientierten Sanierungsstrategie. Sie dient auch für die weiteren Planungsschritte als Ausgangsbasis, die Zug um Zug verfeinert werden kann.

Zwischen der ganzheitlichen Sanierungsplanung (GSP) und der Strategieentwicklung besteht eine gegenseitige Beeinflussung. Die Strategiebetrachtungen liefern Erkenntnisse über Auswirkungen von definierten Handlungsweisen. Sie geben jedoch auch umgekehrt Vorgaben, welche Ziele unter welchen Randbedingungen realistisch erreichbar sind, so dass ggf. Korrekturen bei der Sanierungsplanung erforderlich werden.

Bei der Bestimmung möglicher Sanierungsalternativen sind auch Randbedingungen zu berücksichtigen, die weder technisch noch monetär zu erfassen sind. Generelle örtliche Randbedingungen, wie z. B.

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Verkehrsaufkommen und allgemeine Vorgaben des Kanalnetzbetreibers, können sich auf die Auswahl einschränkend auswirken.

Für die Verwaltung und Bearbeitung der komplexen Daten und Zusammenhänge bietet sich ein GIS an. Darin werden sämtliche entscheidungsrelevanten Daten sowie Randbedingungen verwaltet. In Abhängigkeit der örtlichen Bedingungen sowie des Schadensbildes sind auf der Grundlage eines definierten einheitlichen Vorgehens für jede Haltung sinnvolle und technisch machbare bauliche Sanierungsalternativen und deren Kosten zu ermitteln. Über eine Kostenvergleichsrechnung ist anschließend die wirtschaftlichste Sanierungsalternative auszuwählen. In diesem Arbeitsprozess sind allein technische Bedingungen der Sanierungsverfahren sowie die Ansätze der Kostenvergleichsrechnung ausschlaggebend. Subjektive Vorentscheidungen oder unüberschaubare Kostengesichtspunkte sollen ausgeklammert werden. Dadurch wird der Entscheidungsprozess objektiv, transparent und nachvollziehbar. Er kann mit einer geeigneten Software unterstützt werden, die es dem Anwender erlaubt, in alle entscheidungsrelevanten Parameter einzugreifen. Ergebnis des Wirtschaftlichkeitsvergleiches ist neben der Auswahl des wirtschaftlichsten Sanierungsverfahrens die Restnutzungsdauer einer Haltung. Zusätzlich sind hydraulische Sanierungskonzeptionen zu erstellen und durch Überlagerung mit der baulichen Konzeption ganzheitliche, generelle Sanierungsplanungen für die Einzugsgebiete zu erarbeiten (Abbildung 2).

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

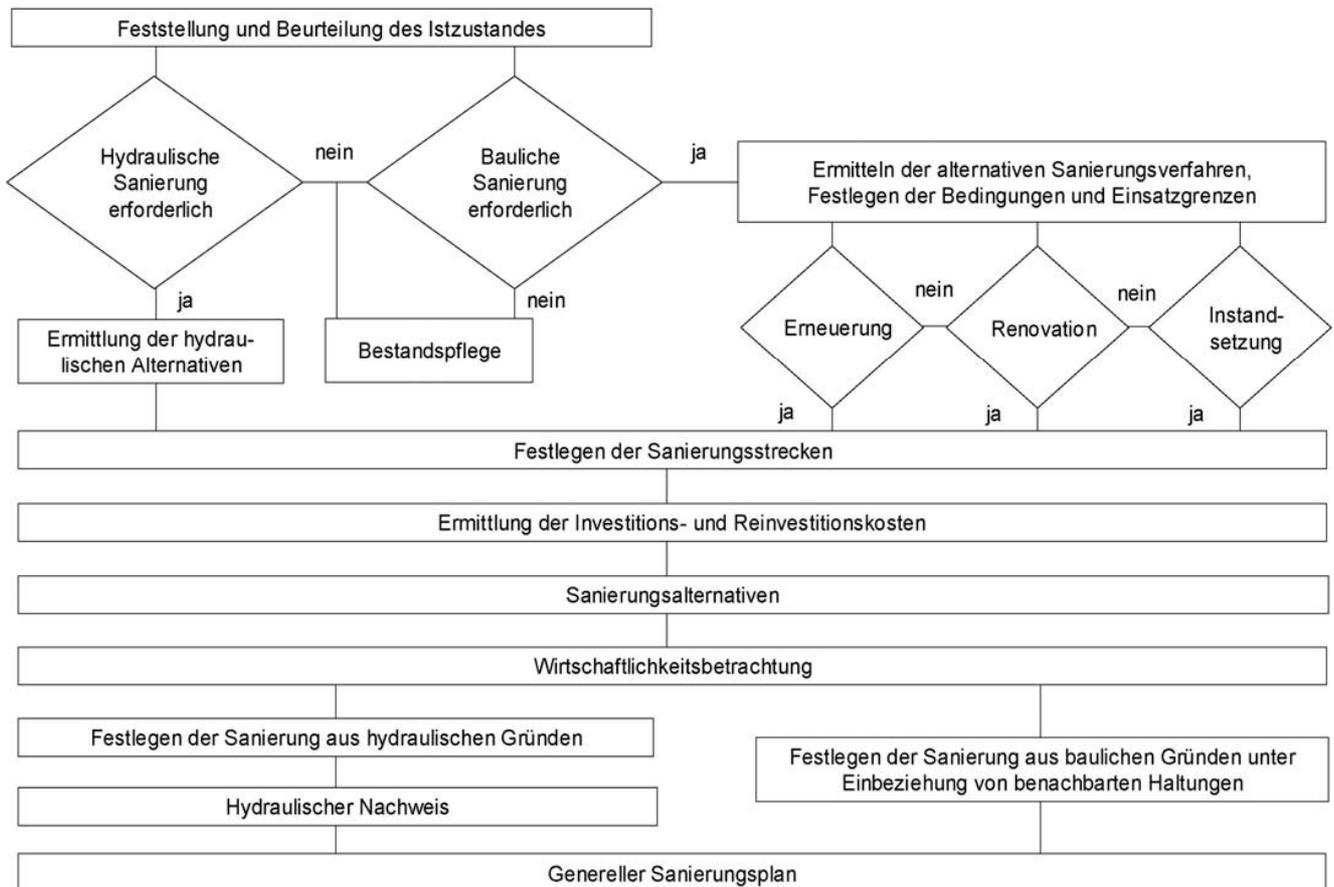


Abbildung 2: Ablaufdiagramm für die Generelle Sanierungsplanung (GSP)

Die Wirtschaftlichkeit einer Sanierungsmaßnahme ist mit einer Kostenvergleichsrechnung, z. B. nach Maßgabe der von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) aufgestellten Leitlinien [08], zu prüfen. Die Kostenvergleichsrechnung ermöglicht über die Barwertmethode den wertmäßigen Vergleich der zu verschiedenen Zeitpunkten anfallenden Kosten. Die Summe der über den gesamten Betrachtungszeitraum anfallenden Barwerte entspricht dem Projektkostenbarwert. Unter der Voraussetzung, dass alle verglichenen Sanierungsalternativen gleichwertig sind, ist diejenige mit dem geringsten Projektkostenbarwert zu wählen.

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Entscheidend für die Höhe des Projektkostenbarwertes und damit für die Entscheidung zugunsten einer Sanierungsalternative ist die wirtschaftliche Restnutzungsdauer einer Haltung [10]. Sie ist allein abhängig von Art und Umfang der Schäden und dem entsprechenden Sanierungsaufwand; sie ist nicht mit der Restabschreibungszeit zur Ermittlung der kalkulatorischen Kosten zu verwechseln, die allein vom Baujahr abgeleitet wird. Auch die Zustandsklasse ist ein ungenügendes Kriterium zur Herleitung der Restnutzungsdauer, da sie lediglich Auskunft über die Dringlichkeit zur Sanierung der Haltung gibt. Der Ansatz der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer kommt dem Grundsatz nach, dass schwer beschädigten Haltungen nur kurze oder gar keine Restnutzungsdauern zugebilligt werden und eine entsprechend frühe Erneuerung geplant wird. Bei Haltungen mit geringfügigem Schadenspotenzial hingegen werden Reparaturen angesetzt und es wird von einer langen Restnutzungsdauer ausgegangen. Das Ende der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer wird mit dem Zeitpunkt gekennzeichnet, zu dem sich der Sanierungs- und der Erneuerungsanteil des Projektkostenbarwertes entsprechen.

Eine Änderung der Sanierungsart wird zumeist bei der technischen Beurteilung durch den Ingenieur zustande kommen. Eine einfache Überlagerung des baulichen Zustands mit der hydraulischen Konzeption führt nicht zu optimalen Lösungen. Zur Minimierung der Investitionskosten ist es vielmehr erforderlich, ausgehend von den festgestellten hydraulischen Verhältnissen und dem baulichen Zustand sowie unter Berücksichtigung der Anforderungen, eine Gesamtkonzeption zu erarbeiten, wobei unterschiedliche Alternativen mit teilweise wechselseitigem Einfluss der hydraulischen und baulichen Verhältnisse zu betrachten sind.

Eine Erarbeitung der ganzheitlichen GSP für ein gesamtes Entwässerungssystem ist zwar anzustreben, wird jedoch in vielen Fällen,

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

insbesondere bei großen Netzen, wegen mangelnder Verfügbarkeit flächendeckender Grundlagen nicht durchführbar sein. Kann keine Bearbeitung des Gesamtsystems durchgeführt werden, wird empfohlen, jeweils in sich abgeschlossene, hydraulisch zusammenhängende Einzugsgebiete zu betrachten.

Das Decision-Support-System •••kokas• unterstützt die o.g. Schritte. Insbesondere erlaubt es dem Anwender, je nach gewünschter Genauigkeit und Ziel, die möglichen Sanierungsalternativen und -kosten zu ermitteln sowie daraus die wirtschaftlichste Sanierungsart zu bestimmen.

4.2 Defizite

Der bauliche Zustand wird in der Regel durch eine optische Inspektion erfasst. Je nach landesspezifischen Verordnungen in Deutschland ist die optische Inspektion auch für den Nachweis der Kanaldichtheit ausreichend. Erfahrungsgemäß liegen nur in Ausnahmefällen Dichtheitsprüfungen vor bzw. werden als Ergänzungsbefund angefertigt. Flächendeckende Dichtheitsprüfungen sind für die Strategieentwicklungen weder wirtschaftlich noch zeitlich durchführbar. Für eine Strategieentwicklung ist die über den optischen Befund hinausgehende Schädigung jedoch im Hinblick auf Sanierungsumfang, -kosten, Wirtschaftlichkeitsberechnung und damit für die Verfahrensauswahl von Bedeutung. Liegen keine Informationen zur tatsächlichen Dichtheit vor, sollten die Auswirkungen dieser Informationslücke auf die Wahl von punktuellen bzw. haltungsweisen Sanierungsverfahren überprüft werden. Entsprechend sollen Haltungen identifiziert werden, bei denen erhebliche, optisch nicht feststellbare Undichtheiten vorhanden sind oder vermutet werden und eine haltungsweise Sanierung sinnvoll ist. Ein Verfahren über die Beurteilung der Muffendichtheit ist in [12] dargestellt.

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Hydraulische Defizite werden aufgrund von hydraulischen Kanalnetzrechnungen, Niederschlags-Abfluss-Messungen und Auswertungen sowie Beobachtungen vor Ort entsprechend den festgelegten Anforderungen zum Überstau- und Überflutungsschutz ermittelt.

4.3 Sanierungsumfang

Langfristig sind grundsätzlich alle Schäden zu beheben. Je nach Erfordernissen kann ein eingeschränkter Sanierungsumfang realisierbar oder sinnvoll sein. Gründe dafür können organisatorischer, technischer oder finanzieller Art sein. Entsprechend müssen Zwischenziele in definierten Zeiträumen geplant und erreicht werden. Dringende Sanierungsmaßnahmen sind im Sinne der Gefahrenabwehr in vertretbaren Zeiträumen durchzuführen und nachgeordneter Sanierungsbedarf anschließend anzugehen.

Abhängig von der Schädigung des konkreten Netzes, den Anforderungen sowie der örtlichen Verhältnisse werden die jeweiligen Investitionskosten unterschiedlicher Sanierungsumfänge ermittelt und dem Nutzen gegenübergestellt. Der Nutzen können die Beseitigung eines Gefährdungspotenzials und/oder die Verlängerung der mittleren Nutzungsdauer des Entwässerungsnetzes (Abbildung 3) [07,10] sein.

Mit Hilfe des Decision-Support-System •••kokas• können gezielt unterschiedliche Sanierungsumfänge praxisnah generiert und untersucht werden, um bereits im Vorfeld den für das konkrete Netz und die Ziele des Betreibers optimalen Umfang zu bestimmen.

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

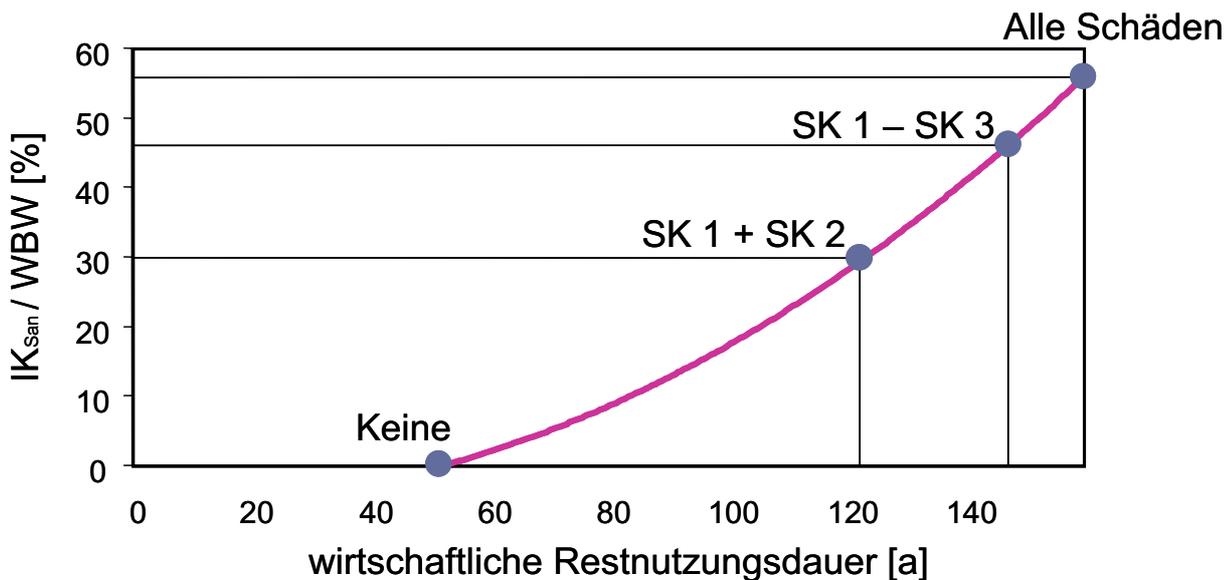


Abbildung 3: Kosten-Nutzen-Analyse über die Methode der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer zur Bestimmung des Sanierungsumfanges [07]

5 Beurteilungskriterien

5.1 Zustandsabhängige Nutzungsdauer

Für die globale Zustandsbeurteilung eines Kanalnetzes kann die im Mittel zu erwartende Nutzungsdauer bzw. Restnutzungsdauer als geeignetes Kriterium herangezogen werden. Die Nutzungsdauer ist außerdem der entscheidende Parameter zur Bestimmung des Substanzwertes einer Kanalhaltung bzw. eines Kanalnetzes. Darüber hinaus stellt die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer die Grundlage für die Berechnung der kalkulatorischen Kosten dar und hat somit einen unmittelbaren und erheblichen Einfluss auf die Höhe der Abwassergebühren. Demnach kommt einer netzbezogenen wirklichkeitsnahen Abschätzung der Nutzungsdauer des Kanalnetzes eine besondere Bedeutung zu. Die Zustandsklasse ist üblicherweise kein geeignetes Maß für die Beurteilung der Nutzungsdauer.

Die „betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer“ wird in Anlehnung an das Steuerrecht als Zeitraum definiert, in dem das Wirtschaftsgut mit einiger Sicherheit bei üblicher Nutzung für den Betrieb brauchbar ist. Verbindliche und einheitliche Vorgaben, wie die betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer, unter Berücksichtigung des tatsächlich vorhandenen Kanalzustandes, zu ermitteln ist, existieren bislang jedoch nicht. Von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) gibt es zwar Empfehlungen für die anzusetzenden Nutzungsdauern, die jedoch nicht durch praktische Erfahrungen belegt sind [08].

In [11] wurde ein technisches Verfahren entwickelt, mit dem die Nutzungsdauer eines Kanalnetzes unter Berücksichtigung des Kanalzustandes nachvollziehbar analysiert werden kann, um eine ortspezifische betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer abzuleiten. Abbildung 4 zeigt

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

das Vorgehen bei der Bestimmung der zustandsabhängigen sowie betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer eines Kanalnetzes. Das dargestellte Verfahren wurde in **••kokas•** integriert, so dass unterschiedliche Strategien im Hinblick auf Veränderungen der Nutzungsdauer des Kanalnetzes untersucht werden können.

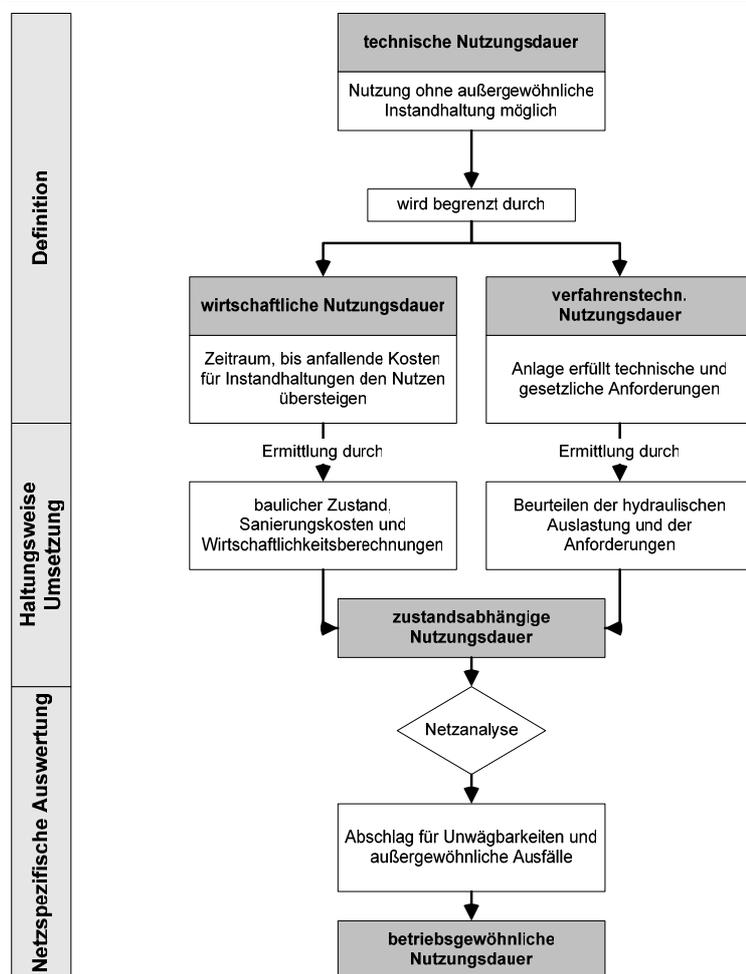


Abbildung 4: Vorgehen zur Bestimmung der zustandsabhängigen sowie betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer eines Kanalnetzes [11]

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

5.2 Substanzwert

Der Substanzwert (SW) stellt den materiellen Wert eines gebrauchten Wirtschaftsgutes, eines Kanalnetzes oder einer Haltung unter Berücksichtigung seines Alters sowie ggf. vorhandener Mängel dar. Er wird in jeweils aktuellen Preisen ausgedrückt und ist ein Maß für die zukünftige Entwicklung der Kanalnetzsubstanz sowie zur Beurteilung der Nachhaltigkeit der gewählten Sanierungsstrategie. Einflussgrößen für den Substanzwert sowie dessen Verlauf sind

- Schädigung einer Haltung und damit verbundener, ggf. wiederkehrender Sanierungsaufwand,
- Restnutzungsdauer im Verhältnis der mittleren Nutzungsdauer einer gleichartigen Haltung,
- Künftig geplante Sanierungen und deren Einfluss auf den Substanzwert.

Zum Zeitpunkt der ordnungsgemäßen Erstellung ist der Substanzwert einer Haltung gleich dem Wiederbeschaffungswert. Zum Zeitpunkt der Außerbetriebnahme der Haltung ist der Substanzwert verbraucht und beträgt Null. Der relative Substanzwert als Verhältnis von Substanzwert zum Wiederbeschaffungswert eignet sich zur Bewertung eines Netzes sowie zum Netzvergleich.

Die Grundsätze der Ermittlung und die Definition des Substanzwertes SW nach [04] entsprechen der Ermittlung des Sachwertes nach der Wertermittlungsrichtlinie WertR 2006. Der Substanzwert orientiert sich am Wiederbeschaffungswert (WBW) des Wirtschaftsgutes, d. h. an den Kosten, die für ein neues Wirtschaftsgut an gleicher Stelle mit den gleichen Eigenschaften zu bezahlen wären. Wegen des gebrauchten

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Zustands wird ein entsprechender Abschlag auf den Wiederbeschaffungswert notwendig, um den Substanzwert zum Zeitpunkt T zu erhalten. Das materielle Substanzdefizit ergibt sich als Differenz des aktuellen Substanzwertes und des Soll-Substanzwertes. Ein praxisnahes und am konkreten Schadensumfang orientiertes Verfahren zur haltungsweisen Ermittlung des Substanzwertes wurde im Rahmen von [18] sowie KANSAS [11] erarbeitet. Da es in [18], [11] und im Leitfaden [12] beschrieben ist, wird hier auf eine Darstellung verzichtet. Der Ansatz ist in *••kokas•* implementiert, so dass aufbauend auf die GSP auch Strategieuntersuchungen bzw. die Erarbeitung von nachhaltigen Strategien unterstützt werden.

In der Regel wird eine Verstetigung des Substanzwertes auf einem Niveau von mindestens 50 % des Wiederbeschaffungswertes angestrebt. Um einem schleichenden Werteverzehr, insbesondere bei jungen Netzen, vorzubeugen, ist zu prüfen, ob aufgrund der vorliegenden Schädigung des Netzes bereits bei einem Substanzwert größer 50 % des Wiederbeschaffungswertes ein dem Alter des Kanalnetzes unangemessen geringer Substanzwert (Substanzdefizit) vorhanden ist. Ein erheblicher Teil des Kanalnetzes befindet sich in diesem Fall nicht mehr im akzeptablen Zustandsbereich. Dadurch wird kurzfristig eine wesentliche Erhöhung der Sanierungsleistung bzw. des -budgets erforderlich (Intervention). Eine längerfristige Abweichung vom Sollwert bedeutet, dass die zwecks Funktionserhaltung dringend erforderlichen Investitionen aufgeschoben und damit in Form eines Investitionsstaus in die Zukunft verlagert werden.

Bei alten Kanalnetzen wird der rel. Substanzwert stets unter 50 % liegen. Obwohl eine Steigerung langfristig auf 50 % erforderlich ist, ist sie kurzfristig meist nicht durchführbar. Bei signifikanten Abweichungen von einem dem Alter angemessenen Substanzwert sollen jedoch gezielt Maßnahmenpläne erarbeitet werden, die eine Stabilisierung und

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

mittelfristig eine Steigerung des Substanzwertes gewährleisten. •••kokas• liefert hierbei die notwendigen Grundlagen, um unterschiedliche Strategien auf Nachhaltigkeit zu beurteilen.

6 Beurteilung von Sanierungsstrategien

6.1 Auswirkungen auf die Nutzungsdauer

Je nach Schädigung und Alter des betrachteten Kanalnetzes werden sich unterschiedliche mittlere zustandsabhängige Nutzungsdauern und Restnutzungsdauern (bezogen auf den Betrachtungszeitpunkt) ergeben. Je nach Wahl der Sanierungsstrategie kann die haltungsweise ermittelte optimale wirtschaftliche Nutzungsdauer jedoch tatsächlich über- oder unterschritten werden. Die Nutzungsdauer kann auf zwei Arten zur Bewertung von Sanierungsstrategien herangezogen werden:

- Durch die Bewertung des Zuwachses der Restnutzungsdauer kann eine Kosten-Nutzen-Rechnung unterschiedlicher Sanierungsumfänge durchgeführt werden (s. Kapitel 3). Insbesondere bei der Zustandsstrategie für schwer geschädigte Netze ist damit die Auswahl eines technisch optimalen Umfangs möglich [13]. Die Auswirkungen im Hinblick auf den Substanzwert sind jedoch separat zu beurteilen und zu beachten.
- Wird die mittlere Nutzungsdauer für das Gesamtnetz ermittelt, kann beurteilt werden, ob die angesetzten (z. B. kalkulatorischen) Nutzungsdauern durch die gewählte Strategie eingehalten bzw. über- oder unterschritten und ggf. eine Strategieanpassung vorgenommen werden muss.

Werden im Extremfall alle Haltungen mit Reparaturverfahren saniert, wird zwar die Nutzungsdauer verlängert, jedoch ggf. notwendige

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Erneuerungen in die Zukunft verschoben. Umgekehrt wird bei einer übermäßigen Auswahl von Erneuerungen die Nutzungsdauer evtl. über das notwendige Maß hinaus verkürzt, was u. U. den vorgesehenen kalkulatorischen Abschreibungen widerspricht.

Eine hohe netzspezifische zustandsabhängige Restnutzungsdauer deutet sowohl auf eine vergleichsweise geringe Schädigung als auch auf die Möglichkeit einer größeren Zahl von Reparaturen hin. Eine geringe netzspezifische zustandsabhängige Restnutzungsdauer bedingt deutliche Erneuerungen.

6.2 Substanzwertentwicklung

Die Auswirkungen unterschiedlicher Extrem-Strategien auf den Substanzwertverlauf sind in Abbildung 5 exemplarisch für ein junges, baulich gering geschädigtes Netz mit hydraulischen Defiziten wiedergegeben. Dargestellt ist der relative Substanzwert (rel. SW) als Verhältnis des Substanzwertes (SW) zum Wiederbeschaffungszeitwert (WBW) des Netzes im Untersuchungsgebiet. Folgende Sanierungsstrategien wurden untersucht [15,16]:

- Wirtschaftlichste Sanierungsalternative: Ziel dieser Strategie ist die Behebung aller Schäden mit dem langfristig geringsten Mitteleinsatz durch Auswahl des wirtschaftlichsten Sanierungsverfahrens (Reparatur, Renovierung, Erneuerung). Dabei wurde für Reparaturen und Renovierungen keine Steigerung des Substanzwertes einer Haltung angesetzt.
- Wirtschaftlichste Sanierungsalternative mit werterhöhendem Einfluss von Reparaturen und Renovierungen: wie oben.
- Erneuerungsstrategie: Die Sanierung des Kanalnetzes findet ausschließlich durch Erneuerungsmaßnahmen statt. Die zeitliche

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Anordnung der Maßnahmen ist lediglich abhängig von der Dringlichkeit (Sanierungspriorität SP).

- Reparaturstrategie: Es werden grundsätzlich alle Haltungen, ungeachtet des Wirtschaftlichkeitsvergleiches, mittels Reparaturverfahren saniert. Hydraulische Defizite bleiben dabei unberücksichtigt.
- Nichtstun: Es werden weder Reparatur-, oder Renovierungs- noch Erneuerungsmaßnahmen durchgeführt (Feuerwehrstrategie).

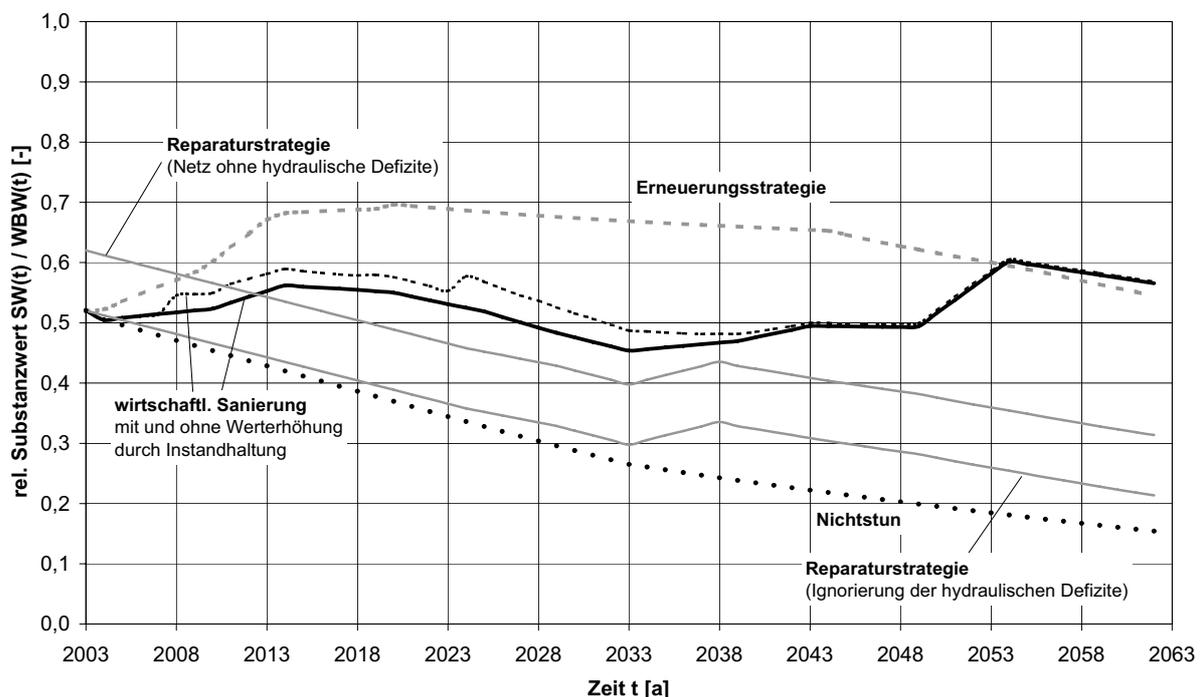


Abbildung 5: Relativer Substanzwertverlauf für unterschiedliche Strategien

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Werden keinerlei Sanierungsmaßnahmen durchgeführt, sinkt der Substanzwert kontinuierlich entsprechend dem Einfluss des Kanalalters. Durch den Ansatz der wirtschaftlichsten Strategie mit dem geringsten Mitteleinsatz wird eine langfristige und vorbeugende Betriebssicherheit erzielt. Dabei gelingt es, den Substanzwert innerhalb von rd. 12 a auf ein Niveau von rd. 55 % des WBW leicht anzuheben und zu stabilisieren. Erheblichen Einfluss auf den Substanzwertverlauf besitzen die geplanten hydraulischen Erweiterungsmaßnahmen sowie die auf Grund von Undichtheiten in erheblichem Umfang notwendigen haltungsweisen Sanierungsmaßnahmen (Erneuerungen bzw. Renovierungen). Mit der Erneuerungsstrategie kann der Substanzwert gegenüber der wirtschaftlichsten Sanierung nochmals deutlich gesteigert werden.

Wird für Reparatur- und Renovierungsmaßnahmen ein werterhöhender Einfluss angenommen, ergibt sich auch bei dieser optimistischen Betrachtung keine nachhaltige zusätzliche Wertsteigerung, sondern der Substanzwertverlauf wird lediglich gering verschoben.

Bei der Reparaturstrategie ergibt sich ein Substanzwertverlauf entlang des Szenarios „Nichtstun“, bis nach Ablauf der Nutzungsdauer durch Renovierungen umfangreiche Reinvestitionen erforderlich werden. Nach 30 a ergibt sich damit ein relativer Substanzwert von 30 %.

Die Substanzwertermittlung auf Grundlage der GSP (z. B. durch ••kokas•) ermöglicht, neben Aussagen zum materiellen Wert des Kanalnetzes, die Prognose der zukünftigen Entwicklung und damit die kurz-, mittel- und langfristigen Auswirkungen unterschiedlicher Steuerungs-Parameter zu untersuchen und Vorgaben zur strategischen Umsetzung der Maßnahmen zu erarbeiten. Die geplanten oder vorhandenen Strategien (Sanierungsumfang, Zeitplan, Verfahren zur Wahl der Sanierungsart) können mittels entsprechender Berechnungen auf nachhaltige Substanzwertentwicklung überprüft werden, um

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

frühzeitig Defizite identifizieren und ggf. die Kriterien zur Strategiesteuerung anpassen zu können.

6.3 Auswirkungen auf die Abwassergebühren

Werden die aus der GSP ermittelten Investitionsplanungen in die vorhandene Gebührenkalkulation übertragen und entsprechende Vorkalkulationen für die kommenden Jahre unter Berücksichtigung von Inflationsrate und Preissteigerung durchgeführt, ergibt sich der künftig zu erwartende Gebührenverlauf. Hilfreich ist dabei die haltungsgenaue Kenntnis kaufmännischer Angaben wie Anschaffungskosten, Wiederbeschaffungswert, Restbuchwert und Abschreibungssätze und deren zeitliche Prognose mit Hilfe der Angaben aus der GSP (Art der Maßnahme, Zeitpunkt der Sanierungen incl. der Erneuerungen, angestrebte Zeiträume bei der Umsetzung). Ziel ist die Vergleichmäßigung sowie die Vermeidung von extremen Anstiegen oder Abfällen in bestimmten Perioden. Zur Bewertung der Gebührenentwicklung empfiehlt sich, die Berechnungen für unterschiedliche Preissteigerungs- und Inflationsraten durchzuführen sowie als nominale und reale Gebührenentwicklung darzustellen.

Abbildung 6 zeigt die realen Gebührenverläufe für vier Netze mit unterschiedlichen Sanierungsstrategien. In den jungen Netzen mit vollständiger Sanierung (A und B) gelingt es, die Gebühren nach mäßigen Steigerungen langfristig zu stabilisieren sowie den Substanzwert zu erhalten. Bei den alten und schwer geschädigten Netzen C und D (Zustandsstrategie zur Gefahrenabwehr) mit deutlich geringerem und sinkendem Gebührenverlauf ist zu beachten, dass die Anforderungen an den Substanzwert langfristig nicht erfüllt werden.

Neben technischen Entscheidungskriterien werden in *•••kokas•* auch kaufmännische Randbedingungen berücksichtigt (z. B. Restbuchwert, Zinsen und kalkulatorische Abschreibungen). Auf Grundlage der

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

technischen und kaufmännischen Ergebnisse ist eine umfassende Beurteilung von Auswirkungen unterschiedlicher Strategien möglich.

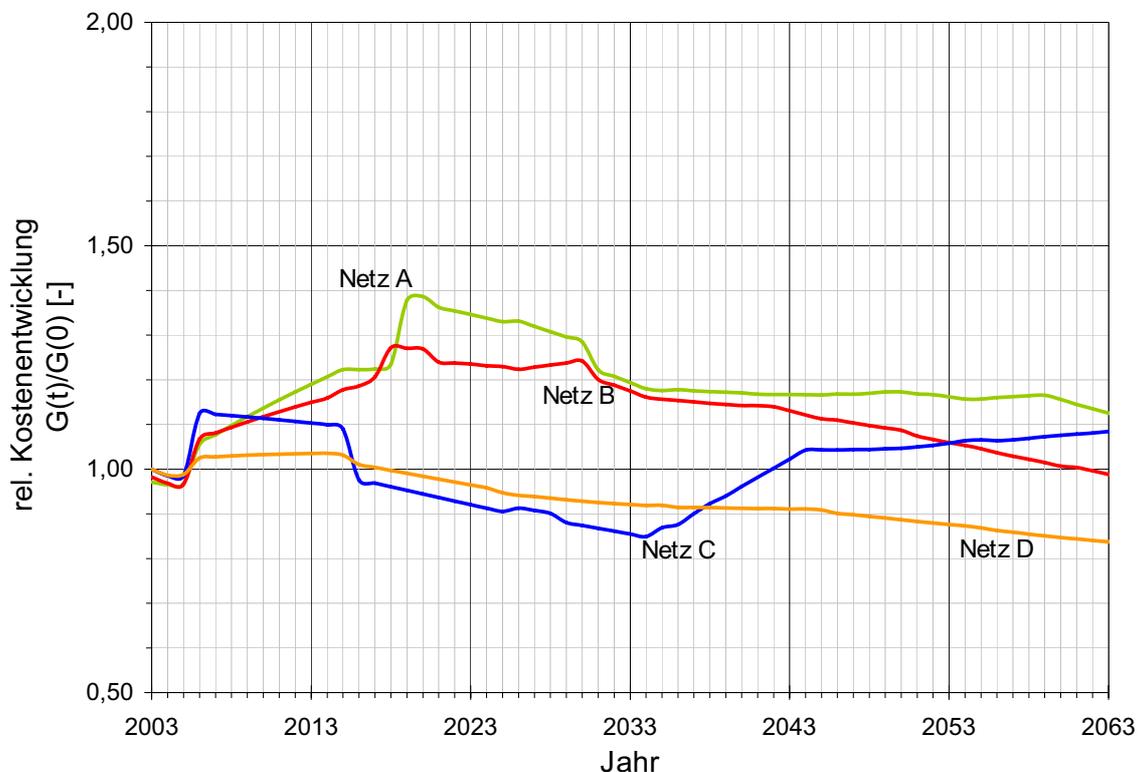


Abbildung 6: Vergleich der realen Gebührenentwicklungen

6.4 Erneuerungsrate

- Eine optimale Strategie ergibt sich, wenn die Erneuerungsrate der angesetzten Nutzungsdauer entspricht und diese mit der kalkulatorischen Nutzungsdauer übereinstimmt. Auch bei der Sanierung aller Defizite im Kanalnetz kann es vorkommen, dass

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

der geplante Erneuerungsanteil für das konkrete Kanalnetz zu gering ist und ein Substanzwertrückgang festgestellt wird oder der gewünschte Substanzwertzuwachs nicht erzielt werden kann. Ziel ist, einen für das Kanalnetz optimalen Kompromiss zwischen wirtschaftlicher Verfahrensauswahl und Erneuerungsstrategie zu erreichen. •••kokas• unterstützt hier entsprechende Variantenuntersuchungen.

7 Hinweise zur Auswahl der Sanierungsstrategie

Mit den dargestellten Vorgehen, Methoden, Kriterien und Möglichkeiten, von der Grundlagenermittlung über die Bearbeitung der GSP bis hin zur Überprüfung der Nachhaltigkeit der gewählten Strategie, ist der Netzbetreiber in der Lage, analog zu DIN EN 752-5 den Netzzustand zu beurteilen, Defizite zu erkennen sowie Maßnahmen für deren Beseitigung zu ermitteln und strategisch umzusetzen. Bei der Ermittlung einer nachhaltigen Sanierungsstrategie soll eine auf das Kanalnetz abgestimmte Kombination zwischen Reparatur-, Renovierungs- und Erneuerungsmaßnahmen gefunden werden, die mittel- bis langfristig einen Werterhalt des Kanalnetzes bei mäßiger Gebührenentwicklung gewährleistet.

Je nach Strategiezielen bestehen unterschiedliche Steuerungsmöglichkeiten und damit Strategiedefinitionen. Im Wesentlichen wird angestrebt, durch einen auf die Bedürfnisse des Netzbetreibers abgestimmten Zeitplan sowie Zwischen- und End-Zieldefinitionen im Sanierungsumfang einen Ausgleich zwischen den teils gegenläufigen Zielen zu finden. Dabei bietet sich die Unterscheidung von dringenden (kurz- bis mittelfristigen) und nachgeordneten Maßnahmen an. Dringende Maßnahmen im Zuständigkeitsbereich des Netzbetreibers müssen grundsätzlich und zügig beseitigt werden. Langfristige Defizite sollen anschließend vorgehen und behoben werden. Bei der Strategieentwicklung werden

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

entsprechend der Sanierungspriorität konkrete Zeiträume oder Zeitpunkte zugewiesen. Wird die Bearbeitung softwaretechnisch unterstützt, können verschiedene Varianten generiert und daraus die optimale Strategie und Berücksichtigung der Ziele entwickelt werden.

Durch die eingesetzten Sanierungsverfahren werden nicht nur die finanzielle Belastung, sondern auch direkt die Substanzwertentwicklung beeinflusst. Grundsätzlich bietet sich hier die transparente Entscheidungsfindung über Wirtschaftlichkeitsvergleiche der möglichen Alternativen an. Insbesondere bei der Zustandsstrategie mit reduziertem Sanierungsumfang kann sich das Risiko einer einseitigen, zu Reparaturen neigenden Maßnahmenwahl ergeben. Da die Zustandsstrategie sinnvoll bei schwer geschädigten und älteren sowie großen Netzen gewählt wird, besteht die Gefahr, dass trotz Sanierungstätigkeit des Netzbetreibers der nachhaltige Substanzwertverlauf außer Acht gelassen wird. Hier ist alleine die den Anforderungen genügende Aufrechterhaltung des Betriebs nicht ausreichend. In diesen Fällen kann mit den Instrumenten der Substanzwertstrategie und entsprechender EDV-technischer Umsetzung Substanzwertverfall entdeckt und vorgebeugt werden.

Bei alten Netzen sind bereits heute sowohl ein erhebliches Substanzwertdefizit durch Überalterung und ggf. hohe Schädigungsrate vorhanden als auch Reinvestitionsschübe bereits absehbar. Damit befindet sich der Netzbetreiber in einer Zwangslage, aus der er sich nur durch entsprechende Erhöhung der Sanierungstätigkeit mit Anpassungen des Abwasserentgeltes befreien kann. Sowohl bei jungen als auch bei alten Netzen empfiehlt sich daher die Anwendung der Substanzwertstrategie, mit der dem Nachhaltigkeitsgrundsatz widersprechende, defizitäre Strategien und Entwicklungen erkannt und Gegenmaßnahmen eingeleitet werden können.

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

Literatur

- [01] *ATV-DVWK (2004): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 1: Grundlagen, Merkblatt ATV-DVWK-M 143-1*
- [02] *DIN EN 752-2 (1996): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 2: Anforderungen*
- [03] *DIN EN 752-5 (1997): Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 5: Sanierung*
- [04] *DWA-M 143 Teil 14 (2005): Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden, Teil 14: Sanierungsstrategien*
- [05] *Berger, Christian; Lohaus, Johannes; Wittner, Andreas; Schäfer, Ruth (2002): Zustand der Kanalisation in Deutschland, Ergebnisse der ATV-DVWK-Umfrage 2001, Korrespondenz Abwasser (49) Nr. 3, S. 302-311*
- [06] *Berger, Christian; Lohaus, Johannes (2005): Zustand der Kanalisation in Deutschland – Ergebnisse der DWA-Umfrage 2004, Korrespondenz Abwasser (52) Nr. 5, S. 528-539*
- [07] *Jacobi, Dieter, Sympher, Klaus-Jochen (2003): Sewer Rehabilitation Strategies in Berlin, Water Science & Technology (46) Nr. 6, S. 379 – 387*
- [08] *Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) (2005): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, 6. Auflage, Kulturbuchverlag, Berlin*
- [09] *Milojević, N.; Wolf, M.; Sympher, K.-J. (2003): Zustandsabhängige Nutzungsdauer bestehender Abwasserkanäle, ATV-Landesverbandstagung Fürth, Tagungsband*
- [10] *Milojević, N.; Jacobi, D.; Sympher, K.-J. (1999): Generelle Sanierungsplanung – Umsetzung der EN 752-5 in Berlin, Korrespondenz Abwasser (46), Heft 2, S. 192*

1. Aachener Softwaretag in der Wasserwirtschaft

Decision-Support-System kokas zur Sanierungsplanung und Strategieentwicklung

- [11] *Pecher und Partner (2005):* Entwicklung einer ganzheitlichen Kanalsanierungsstrategie für Entwässerungsnetze Deutschlands (KANSAS), Abschlussbericht
- [12] *Pecher und Partner (2005):* Leitfaden KANSAS - Entwicklung einer ganzheitlichen Kanalsanierungsstrategie für Entwässerungsnetze Deutschlands
- [13] *Sympher, Klaus-Jochen, Cobbaert, Johan (2005):* Entwicklung und Durchführung von Kanalsanierungsstrategien 13. Europäisches Wasser-, Abwasser und Abfall-Symposium, München, Tagungsband
- [14] *Wagner, W. (2000):* Stellenwert der Nutzungsdauer von Abwasseranlagen unter Kostengesichtspunkten, Korrespondenz Abwasser (47) Nr. 7
- [15] *Wolf, Martin; Sympher, Klaus-Jochen; Milojević, Nikola (2005):* Nachhaltige Kanalsanierung - Auswirkungen unterschiedlicher Strategien auf Substanzwert und Abwassergebühr, Sanierungsstrategie, Schriftenreihe aus dem Institut für Rohrleitungsbau an der Fachhochschule Oldenburg (29), S. 514-529
- [16] *Wolf, Martin (2004):* Wechselbeziehung zwischen Substanzwert und den Investitionen bzw. dem Abwasserentgelt, ATV-DVWK Bundestagung, Würzburg, Tagungsband
- [17] *Wolf, Martin; Sympher, Klaus-Jochen.; Milojević, Nikola (2004):* Werterhalt durch ganzheitliche Sanierungsstrategie, Schriftenreihe aus dem Institut für Rohrleitungsbau Oldenburg, Bd. 28, Vulkan-Verlag Essen
- [18] *Wolf, Martin (2006):* Untersuchungen zu Sanierungsstrategien von Abwasserkanalnetzen und deren Auswirkungen auf Wertentwicklung und Abwassergebühren, Mitteilungen des Institutes für Wasserwesen der Universität der Bundeswehr München, Heft 95, Oldenbourg Industrieverlag, München