

**– Synopse –  
Leitfaden zur strategischen  
Sanierungsplanung von  
Entwässerungssystemen außerhalb  
von Gebäuden**

September 2012



## Inhalt

Frage 1:	Welche Ziele können vom Netzbetreiber für die Anwendung des Modells formuliert werden? .....	3
Frage 2:	Welche Eingangsdaten (Must have, nice to have) (Inhalt und Umfang (Mindestnetzgröße)) werden benötigt? – Schadenskürzel oder Zustandsklassen – Ergebnisse der Dichtheitsprüfung – Erst- und Folgeinspektionsdaten – örtliche und bauliche Randbedingungen.....	5
Frage 3:	Welche Schnittstellen und Datenformate sind vorhanden für Ein- und Ausgabedaten .....	7
Frage 4:	Können weitere, und wenn ja welche, Investitionserfordernisse (z. B. hydraulische Randbedingungen) im Modell mit berücksichtigt werden? .....	9
Frage 5:	Kriterien für die Alterungs- und Zustandsdefinition .....	10
Frage 6:	Kriterien für die Versagensdefinition der Haltung.....	12
Frage 7:	Grundsätzliche Modellbeschreibung und mathematischer Ansatz mit Gewichtung- und Stellparametern, Art und Umfang der im Modell berücksichtigten Informationen .....	13
Frage 8:	Darstellung der finanzmathematischen Grundlagen und des Zusammenhangs zwischen baulicher Zustandsentwicklung und Finanzmittelbedarf.....	15
Frage 9:	Möglichkeit des Modells, unter Vorgabe finanzieller und zeitlicher Rahmenbedingungen (Budgetvorgaben) Szenarien mit den Sanierungsalternativen Reparatur, Renovierung und Erneuerung zu generieren .....	17
Frage 10:	Wird, und wenn ja wie, die Sanierungshistorie des Kanalnetzes im Modellansatz berücksichtigt?.....	19
Frage 11:	Welche Ausgabedaten liefert das Modell? .....	20
Frage 12:	Interpretation der Ausgabedaten/Hilfen des Modells, insbesondere zur Beurteilung der Prognosequalität und -sicherheit.....	22
Frage 13:	Referenzen und praktische Anwendungsbeispiele.....	24

**Frage 1: Welche Ziele können vom Netzbetreiber für die Anwendung des Modells formuliert werden?**

<b>Kohortenüberlebensmodell</b>	
<b>AQUA-WertMin</b>	<b>DynaStrat</b>
<p>Mit dem Programm AQUA-WertMin (A-WM) können mindestens alle formulierten Ziele des Abschnittes 3ff des Merkblattes DWA-M 143-14 „Sanierung von Entwässerungssystemen außerhalb von Gebäuden – Teil 14: Sanierungsstrategien“ vom November 2005 und darüber hinausgehende individuelle Anforderungen erfüllt werden.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aktualisierung veralteter Zustandsdaten (flächendeckende haltungsscharfe aktuelle Zustandsschätzung)</li> <li>• Zustandsvorhersage ohne Sanierung (z. B. prognostische Karte für 2020)</li> <li>• Haltungsscharfe Restnutzungsdauer (z. B. für Entscheidung über koordinierte Sanierung)</li> <li>• Finanziell aussagekräftige Zustandsbewertung (Unterscheidung von Reparatur- und Substanzschäden)</li> <li>• Strategieprognose für vorgegebenes Budget</li> <li>• Jahresbaulose mit Maßnahmen und Kosten (sowie bepreisten Alternativoptionen)</li> <li>• Budgetfestlegung in Kenntnis der langfristigen Wirkungen</li> <li>• Integrierte Berücksichtigung hydraulischer Sanierungserfordernisse bei der Budgetplanung</li> <li>• Prognosegestützte Beplanung von Wiederholungsinspektionen zum optimalen Abbau relevanter Informationsdefizite bzgl. des flächendeckend haltungsscharf aktualisierten Netzzustands.</li> </ul>
<b>Markov-Modell</b>	
<b>GompSoft</b>	<b>STATUS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächendeckende haltungsscharfe Prognose der Zustandsentwicklung von Kanalhaltungen und Schächten in Jahresschritten</li> <li>• Ermittlung der individuellen Restnutzungsdauer von Kanalhaltungen und Schächten</li> <li>• Ermittlung der jeweiligen Netzlänge in kritischem Zustand innerhalb des Analysezeitraums</li> <li>• jährlich erforderliche Sanierungslängen bzw. -investitionen zur Einhaltung eines Mindestzustands im Kanalnetz</li> <li>• Simulation von Sanierungsstrategien und deren Auswirkungen auf Zustand und Kostenentwicklung.</li> </ul>	<p>Generell können mit STATUS alle Ziele formuliert werden, welche sich anhand von Berechnungen oder ermittelten Daten überprüfen lassen. Diese Zieldefinitionen können auch räumlich (gebietsorientiert) und/oder zeitlich (Sanierungsperioden) differenziert mit jeweils unterschiedlichen Vorgaben erfolgen. Diese Vorgaben können individuell alle Attribute umfassen bzw. berücksichtigen, die den analysierten Objekten (Haltungen, Schächten etc.) zugeordnet sind. Die Zieldefinition orientiert sich an der individuellen Fragestellung des Netzbetreibers und ist in STATUS nicht eingegrenzt sondern frei definierbar. Definierte Ziele sind in ihrem Verlauf innerhalb der Strategie prognostizierbar. Beispiele sind unter anderem:</p> <p><b>Technische Kenngrößen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mittleres Alter</li> <li>• Mittlere Restnutzungsdauer</li> </ul> <p><b>Kaufmännische Kenngrößen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substanzwert (relativ und absolut)</li> <li>• Restbuchwerte</li> <li>• Abschreibungsverluste</li> </ul> <p><b>Politische Kenngrößen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gebührenkonstanz/-verstetigung</li> <li>• Risikominimierung</li> </ul>

**Frage 1: Welche Ziele können vom Netzbetreiber für die Anwendung des Modells formuliert werden? (fortgesetzt)**

<b>Nutzungsdaueroptimierungsmodell</b>	
<b>kokas</b>	<b>StratIS-kanal</b>
<p>Das Modell <b>kokas</b> unterstützt die folgenden Ziele des Netzbetreibers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ermitteln des Substanzwertes und Prognose der zukünftigen Entwicklung des Substanzwertes bei unterschiedlichen Strategien</li> <li>• Ermitteln bzw. Überprüfen der zustandsabhängigen, betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer des Netzes</li> <li>• Ermitteln der für einen nachhaltigen Netzerhalt erforderlichen Steuerparameter (Erneuerungsrate, Auswahl der Sanierungsart) und Randbedingungen (Sanierungsumfang, Budget)</li> <li>• Prognose der Entwicklung unterschiedlicher Strategien und Veränderung der Zustandsklassenverteilung</li> <li>• Ermitteln von differenzierten Sanierungsbudgets in technischer und betriebswirtschaftlicher Hinsicht</li> <li>• Prognose gebührenfähiger Kosten unterschiedlicher Strategien, differenziert nach Kostenarten</li> <li>• Identifizieren von Handlungsschwerpunkten im Netz</li> <li>• Identifizieren von Maßnahmepaketen im Netz</li> <li>• Erstellen einer generellen Sanierungsplanung nach DIN EN 752 (haltungswise Sanierungsalternativen, Kosten, Wirtschaftlichkeitsberechnung)</li> </ul>	<p>Das Modell <i>stratIS</i> berücksichtigt folgende Kenngrößen, auf deren Basis Einzel- oder Kombinationsziele definiert werden sowie die Randbedingungen/Ergebnisse für die anderen Kenngrößen bestimmt bzw. prognostiziert werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substanzwertentwicklung</li> <li>• Entwicklung des Betriebsrisikos</li> <li>• Zustandsentwicklung</li> <li>• Budgetentwicklung, differenziert nach Betriebs- und Investitionskosten</li> <li>• Entwicklung der kaufmännischen/gebührenrelevanten Kenndaten</li> <li>• Erneuerungsrate</li> <li>• Mittleres Kanalnetzalter</li> <li>• Mittlere Nutzungsdauer</li> </ul> <p><b>Kenngrößen zur operativen Zieldefinition sind:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Art der Auswahl der Sanierungsart</li> <li>• Sanierungsumfang</li> <li>• Zeitplan zur Umsetzung der Maßnahmen</li> <li>• Weitere kaufmännische Randbedingungen zur Auswahl der Sanierungsart</li> <li>• Zusätzlich können die Zustandsklassen „veralteter“ Befahrungsdaten aktualisiert werden und jeweils das Risiko des Eintritts in die vom Netzbetreiber definierte Interventionsklasse bestimmt werden.</li> </ul>

**Frage 2: Welche Eingangsdaten (Must have, nice to have) (Inhalt und Umfang (Mindestnetzgröße)) werden benötigt?**

- **Schadenskürzel oder Zustandsklassen**
- **Ergebnisse der Dichtheitsprüfung**
- **Erst- und Folgeinspektionsdaten**
- **örtliche und bauliche Randbedingungen**

<b>Kohortenüberlebensmodell</b>	
<b>AQUA-WertMin</b>	<b>DynaStrat</b>
<p><b>Alle Ordnungsdaten</b> (Schacht-Nr., Kanal- und Haltungs-Nr. oder Strang-Nr.).</p> <p><b>Stammdaten</b> (Baujahr, Haltungslänge, Schachttiefe, mittlere Haltungstiefe, Profilart, -breite u. -höhe, DN, Ø Schacht, Material, Straßenname, Entwässerungsbezirk, Entwässerungssystem, Wasserschutzzone).</p> <p><b>Zustandsdaten</b> (TV-Datum mit bis zu sechs stufenlosen Zustandsklassen der Substanzwertklassifizierung des Punktedichteverfahrens Jansen ZK 1,0 bis ZK 6,0).</p> <p><b>Kostendaten</b> (Erneuerungs-, Renovations-Reparaturkosten und alle relevanten Vermögenswerte, die auch berechnet werden können). Mindestnetzgröße 20 km bzw. 500 Haltungen.</p> <p><b>a) Schadenskürzel oder Zustandsklassen</b> Stufenlose Zustandsklassen bis max. 6 ZK.</p> <p><b>b) Ergebnisse der Dichtheitsprüfung</b> als Zustandsklasse.</p> <p><b>c) Erst- und Folgeinspektionsdaten</b> als Zustandsklassen mit TV-Datum.</p> <p><b>d) örtliche und bauliche Randbedingungen</b> als Zustandsklasse und Sanierungskosten (Erneuerungs- bzw. Renovierungskosten).</p>	<p><b>Must have:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestandsdaten: DN, Tiefe, Entwässerungssystem, Rohrwerkstoff, Schachtkoordinaten</li> <li>• Baujahre</li> <li>• Befahrungsprotokolle</li> </ul> <p><b>Nice to have</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Randbedingungen zur Festlegung differenzierter Interventionsklassen</li> <li>• Ergebnisse von Dichtheitsprüfungen</li> <li>• Inspektionsbefunde von Hausanschlüssen</li> <li>• Kenntnisse über systematische Fehlspezifikationen in Befahrungsprotokollen</li> <li>• zukünftig verwendete Sanierungsverfahren bzw. Rohrwerkstoffe mit abgerechneten Projekten</li> <li>• konkret vorgesehene Baumaßnahmen</li> <li>• Geplante budgetbelastende netzfremde Investitionen (z. B. Kläranlagenausbau)</li> </ul> <p>Betreiberspezifische Priorisierungskonzepte (z. B. Hausanschluss-Sanierung, Koordinierung mit Straßendeckenerneuerung, hydraulische Ertüchtigung, Fremdwasserreduktion, funktionelle Netzumstrukturierung, priorisierte Teilnetze)</p>
<b>Markov-Modell</b>	
<b>GompSoft</b>	<b>STATUS</b>
<p><b>Must have:</b></p> <p>Benötigt werden mindestens folgende Eingangsdaten für jede zu untersuchende Haltung bzw. jeden Schacht:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltungs-ID bzw. Schacht-ID</li> <li>• Baujahr</li> <li>• Länge</li> </ul> <p>Weiterhin Ergebnisse der Zustandsklassifizierung, mindestens für eine repräsentative Stichprobe des zu untersuchenden Netzes</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• (substanzorientierte) Zustandsklassen mit Inspektionsjahr; Folgeinspektionen können auch berücksichtigt werden</li> </ul> <p><b>Nice to have:</b></p> <p>Zur besseren Auswertung und Modellverfeinerung können verwendet werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• weitere Stammdaten (Material, Kanalart, Profil, DN, Einbautiefe usw.)</li> <li>• örtliche und bauliche Randbedingungen</li> <li>• Einheitspreise für Sanierung und Reparaturen, Inflationsrate, Diskontsatz</li> </ul>	<p><b>Notwendige Daten (Must have)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Grunddaten (Länge, Baujahr, DN, Kanalart, Material, Profil, Tiefenlage)</li> <li>• Inspektionsdaten (mindestens 15 % des Netzes) mit Inspektionsjahr</li> <li>• Mindestnetzgröße 20 km/500 Haltungen</li> <li>• STATUS besitzt ein eigenes Kostenmodell welches individuell an das örtliche Preisniveau angepasst wird</li> </ul> <p><b>Der Ergebnispräzision dienliche Daten (Nice to have)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weitere Grunddaten</li> <li>• Wiederholungsinspektionen</li> <li>• Räumliche Bezüge</li> <li>• Klassifizierungsdaten</li> <li>• Prüfdaten (z. B. Dichtheitsprüfung)</li> <li>• Örtliche, bauliche Randbedingungen (z. B. Bodenart, Verkehrsbelastungen/Straßenklassen)</li> <li>• Netzspezifische Kostendaten und kaufmännische Informationen</li> <li>• Existierende langfristige Planungen (ABK/GEP)</li> <li>• Messdaten (z. B. Durchflussmessungen, Setzungsmessungen)</li> <li>• Sonstige ggf. strategie-/entscheidungsrelevanten Informationen (Bauperioden, Grundwasserstände, Bergsenkungsgebiete, Hydraulik)</li> </ul>

Frage 2: Welche Eingangsdaten (Must have, nice to have) (Inhalt und Umfang (Mindestnetzgröße)) werden benötigt?

- Schadenskürzel oder Zustandsklassen
- Ergebnisse der Dichtheitsprüfung,
- Erst- und Folgeinspektionsdaten,
- örtliche und bauliche Randbedingungen

(fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<p>Eine Mindestnetzgrößenvorgabe existiert aufgrund des weitgehend haltungsorientierten Ansatzes nicht. Entsprechend können, z. B. als Pilotprojekt zur Abstimmung mit dem Netzbetreiber, auch Teilnetze betrachtet werden.</p> <p><b>Mindestens benötigt:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanalstammdaten: Haltungsweise Angaben zur Kanalgeometrie: Tiefenlage, Länge, Material, Profilart und -form</li> <li>• Baujahr der Haltung</li> <li>• Ergebnisse der Zustandserfassung (optische Inspektion) als Schadenskürzel</li> </ul> <p><b>Wünschenswerte Daten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Dichtheitsprüfung</li> <li>• Zustandsklasse (Schadensklasse des Einzelschadens, Zustandsklasse der Haltung)</li> <li>• Zustandsdaten – Wiederholungsinspektionen</li> <li>• Weitere Kanalstammdaten: z. B. Entwässerungssystem, Kanalart, Eigentumsart</li> <li>• Lagekoordinaten zur Anbindung ans GIS und räumlicher Visualisierung</li> <li>• Angaben aus Vermögensbewertung und Gebührenkalkulation</li> </ul>	<p><b>Must have:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanalgeometriedaten</li> <li>• Baujahr</li> <li>• Zustandsdaten der (Erst-)Inspektion (Schadensdaten)</li> </ul> <p><b>Nice to have:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse von Folgeinspektionsdaten</li> <li>• Ergebnisse der Zustandsbewertung im Hinblick auf die Sanierungs-Dringlichkeit</li> <li>• Ergebnisse von Dichtheitsprüfungen</li> <li>• Weitere Kanalstammdaten (Kanalart, Entwässerungssystem, Abwasserart, Eigentum usw.)</li> <li>• Kaufmännische/kalkulatorische Randbedingungen (Restbuchwert, Anschaffungskosten usw.)</li> <li>• Die Technikauswahl und/oder Preise beeinflussende Randbedingungen (z. B. GW-Stand, Oberflächenart, Bodenart)</li> <li>• Randbedingungen des hydraulischen Zustands oder zu sonst geplanten Umbaumaßnahmen</li> <li>• Lagekoordinaten (zur Visualisierung/Anbindung an GIS-Systeme)</li> <li>• Randbedingungen weiterer Spartenbetreiber bzw. des Städtebaus</li> <li>• Differenzierte Kostendaten des Netzbetreibers</li> </ul> <p>Keine Anforderung bzgl. Mindestnetzgröße, Einsatz auch für Teilnetze/Pilotgebiete möglich</p>

Frage 3: Welche Schnittstellen und Datenformate sind vorhanden für Ein- und Ausgabedaten

Kohortenüberlebensmodell	
AQUA-WertMin	DynaStrat
<p><b>Schnittstellen:</b></p> <p>1. A-WM Importmenü für MS Access 2003 Datenbanktabellen als Import in die internen Accesstabellen. Der Import erfolgt über eine Auswahlbox mit den erkannten Feldnamen (abzuspeichernde Importdatei).</p> <p>2. Importtransformationen externer Accessdatenbanken oder ODBC-Datenquellen mit verknüpften Tabellenstrukturen können individuell angelegt werden.</p> <p>A-WM ist eine MS-Access 2003 Anwendung.</p> <p>Sämtliche importierten und errechneten Daten können in Accessarbeitsblättern editiert und über Windowstastentbefehle nach vorheriger Markierung mit Strg + C / + V nach Access oder Excel rauskopiert werden.</p> <p>Export aller Daten über Exportmenü.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es werden alle kognitiv interpretierbaren Tabellen- und ASCII-Formate eingelesen, incl. gescannter maschinenschriftlicher Dokumente. Alle Formatanpassungen des Modells werden ohne Programmierung über tabellarische Blatt- und Zeilenformate gesteuert.</li> <li>• Veraltete Formate, Kürzel (auch Kurztexte statt Kürzeln) und Schadensmaße (cm statt %) werden auf den aktuellen Standard umcodiert und dem Auftraggeber zur Verfügung gestellt.</li> <li>• Die bei älteren Ausdrucken unvermeidbaren OCR-Lesefehler werden praktisch lückenlos identifiziert und – hierarchisch gegliedert – vollautomatisch, halbautomatisch oder manuell behoben.</li> <li>• Befahrungsdaten beliebiger Formatierung werden auf Wunsch auf das Kodiersystem DIN EN 13508-2 umgestellt (nach Umsteigekatalog ATV-DVWK-M 152) und im Format XML 2006 zum Reimport bereitgestellt.</li> <li>• Die Ausgabe der importierten (bereinigten und transformierten) und der errechneten Daten erfolgt in einer vom Auftraggeber gewünschten Formatierung (meist Importformat des Kunden-GIS)</li> </ul>
Markov-Modell	
GompSoft	STATUS
<p>Eingabeformate: txt, csv, xls, mdb</p> <p>Ausgabeformate: txt, csv, xls, Grafikformate (z. B. für Diagramm-Export als Bitmap)</p> <p>Alle Daten werden im Rahmen einer Plausibilitätsprüfung auf Vollständigkeit und Widersprüchlichkeiten geprüft.</p>	<p>Es können Daten aus gängigen Datenbankformaten und Textdateiformaten gelesen werden, für die eine Dokumentation der Datenstrukturen (Spaltendefinitionen, Tabellendefinitionen etc.) vorliegt z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Arbeitshilfen Abwasser (CSV/XML)</li> <li>• DWA (XML)</li> <li>• Tiffany (Access)</li> <li>• Kandis (dbase/Access)</li> <li>• ArcView/IKIS (dbase)</li> <li>• IBAK (CSV)</li> <li>• MS-Access, MS-SQL, Oracle, MySql, Interbase, Firebird, Dbase MaxDB jeweils mit Datenmodellinformationen</li> </ul> <p>Weiterhin können Daten aus allen digitalen Dateiformaten gelesen werden für die eine Dateitypdefinition (interne Struktur des Binärformates) und eine Dokumentation des Datenmodells (Proprietäre Dateiformate) vorliegt.</p> <p>Der Export erfolgt in den mit dem Arbeitgeber vereinbarten Formaten. Ein direkter Export in die Datenhaltung des Arbeitgebers ist in der Regel möglich, aber nicht empfohlen.</p>

Frage 3: Welche Schnittstellen und Datenformate sind vorhanden für Ein- und Ausgabedaten (fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<p>Das Modell •••kokas• verfügt über flexible <b>numerische</b> und <b>grafische Schnittstellen</b>.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Datenein- und Ausgabe sowie Visualisierung über ArcGIS Geodatabase (ESRI)</li> <li>• Grafische Ausgabe über AutoCAD MAP (DXF/DWG), shape, Google Earth</li> </ul> <p><b>Import</b> aus folgenden Formaten:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ASCII-Daten</li> <li>• ++systems</li> <li>• DWA-M 150</li> <li>• ISYBAU</li> <li>• Tiffany</li> <li>• Shape</li> <li>• Externe Datenbanken (z. B. Access, ODBC)</li> </ul> <p><b>Export</b> der Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltungsberichte</li> <li>• Sanierungsberichte</li> <li>• Zusammenfassende Netzberichte</li> </ul> <p>Alle Daten liegen in einer offenen MS Access Projektdatenbank vor. Die Daten können daher flexibel in den gängigen und den o. a. Schnittstellen ausgegeben werden.</p>	<p><i>stratIS</i> arbeitet auf Basis einer GeoDatenbank, die flexible numerische und grafische Im- und Export Schnittstellen unterstützt. Insbesondere werden unterstützt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Numerische Daten: u. a. ASCII, XML, Access, Excel, Isybau, Kanal+ +, Pecher, Kandis, Shape, Tiffany</li> <li>• Geodaten: u. a. Esri-Shape, AutoCad MAP, Kanal+ +</li> <li>• Datenbankbindung: u. a. MS-Access, SQL, ESRI-Geodatabase, ODBC</li> </ul>

**Frage 4: Können weitere, und wenn ja welche, Investitionserfordernisse (z. B. hydraulische Randbedingungen) im Modell mit berücksichtigt werden?**

<b>Kohortenüberlebensmodell</b>	
<b>AQUA-WertMin</b>	<b>DynaStrat</b>
<p>Es können alle Besonderheiten der hydraulischen und baulichen Sanierung je Haltung in Form der Erneuerung und Renovation mit den angefallenen Kosten rückwirkend ab 1980 mit dem Sanierungsjahr und der Sanierungsart (Erneuerung bzw. Renovation) in Kombination mit den zukünftigen Maßnahmen und Kosten eines vorliegenden Abwasserbeseitigungskonzeptes (Abeko) bis 2050 überrechnet werden. Das gilt auch für die Vermögenswerte. In den Planungsvorgaben können alle Parameter für eine x-beliebige Vermögensbewertung, Inspektionsplanung, Zustandsprognose und Strategie individuell je Haltung und Schacht projektbezogen gesteuert werden.</p> <p>Editierung auch individuell je Haltung und Schacht direkt in den Arbeitsblättern.</p>	<p>Hydraulischer (oder sonstiger funktionsbedingter) Sanierungsbedarf wird (alternativ) in drei Prioritätsstufen berücksichtigt:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Terminierter Sanierungsbedarf (spätestes Umsetzungsjahr, vorrangig im Rahmen der Budgetvorgabe)</li> <li>2. Dringender Sanierungsbedarf (keine Teilsanierung, keine Renovierung, nur aufdimensionierte Erneuerung)</li> <li>3. Grundsätzlicher Sanierungsbedarf (keine Renovierung)</li> </ol> <p>Gebietsbezogene Prioritäten können berücksichtigt werden. Konkret geplante Sanierungsmaßnahmen werden termingerecht berücksichtigt (vorrangig im Rahmen der Budgetvorgabe). Sanierungsfremder Finanzbedarf (z. B. Kläranlagenausbau) kann terminiert eingestellt werden. Die Realisierung der entsprechenden Maßnahme belastet das Budget, verbessert den Netzzustand aber nicht.</p>
<b>Markov-Modell</b>	
<b>GompSoft</b>	<b>STATUS</b>
<p>Ja, durch Überlagerung der Ergebnisse der Alterungsprognose mit den Ergebnissen hydraulischer oder sonstiger Untersuchungen.</p>	<p>Generell können alle Daten, Informationen, Attribute etc., für die ein Bezug auf Objekte (Haltungen, Schächte etc.) oder Objektgruppen besteht oder hergestellt werden kann als Entscheidungs- bzw. Selektionskriterium im Modell berücksichtigt werden wie z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• GEP (Generalentwässerungsplan): Definition des Entwässerungsbedarfes</li> <li>• ABK (Abwasserbeseitigungskonzept): Definition des zukünftigen Sanierungsbedarfs (baulich &amp; hydraulisch)</li> <li>• Bodenkarten, Grundwasserkarten, Wasserschutzgebiete, Senkungsgebiete</li> <li>• Bebauungspläne, Stadtplanerische Aspekte/Informationen</li> <li>• Sanierungsmaßnahmen anderer Maßnahmenträger</li> <li>• Objekte mit speziellen Zustandsausprägungen (Unterbogen einer bestimmten Schadensschwere, ausschließlich Stutzenschäden, In-/Exfiltrationen etc.)</li> </ul> <p>Präferenzen in der Sanierung (Netzbetreiber, Politik)</p>
<b>Nutzungsdaueroptimierungsmodell</b>	
<b>kokas</b>	<b>StratIS-kanal</b>
<p>Mit dem Modell •••kokas• können folgende Investitionserfordernisse und Randbedingungen berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• hydraulischer und umweltrelevanter Zustand inklusive erforderlicher Maßnahmen,</li> <li>• Maßnahmen anderer Maßnahmenträger,</li> <li>• technische und preisbildende Randbedingungen,</li> <li>• Möglichkeiten, Ziele und Präferenzen des Netzbetreibers (z. B. kurz- oder mittelfristige Finanzplanung, personelle und finanzielle Ressourcen, Sanierungsziele, prioritäre Sanierungsverfahren),</li> <li>• kalkulatorische Abschreibung.</li> <li>• Flexible, freie Definition des Sanierungsumfangs, z. B. nach Schutzziele (Dichtheit, Betriebssicherheit und Standsicherheit) gemäß DWA-M 149-3, Schadensklassen usw.</li> <li>• Differenzierung nach beliebigen örtlichen Randbedingungen (z. B. Wasserschutzgebiet, Grundwasser, Bebauungsdichte, etc.)</li> </ul>	<p>Ja. Insbesondere</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dichtheit (sofern keine Angaben vorliegen, kann ein Dichtheitsprognosemodell verwendet werden)</li> <li>• Hydraulischer Sanierungsbedarf</li> <li>• Städtebauliche oder sonstige Netz-Umbaumaßnahmen</li> <li>• Planungen weiterer Spartenbetreiber</li> <li>• Vorgaben des Netzbetreibers zur Maßnahmenwahl (Präferenzen/Auswahl der Sanierungsart)</li> <li>• Vorgaben des Netzbetreibers zum Sanierungsumfang</li> <li>• Vorgaben des Netzbetreibers bzgl. gebührenrelevanter oder kaufmännischer Randbedingungen</li> <li>• Umsetzungszeiträume bzw. Interventionsklasse des Netzbetreibers</li> <li>• Gebietsprioritäten/Handlungsschwerpunkte des Netzbetreibers</li> </ul>

Frage 5: Kriterien für die Alterungs- und Zustandsdefinition

Kohortenüberlebensmodell	
AQUA-WertMin	DynaStrat
<p>Es wird deterministisch und zufallsbedingt je nach Datenstatus gerechnet. Die Sanierungsstrategie erfolgt zufallsbedingt.</p> <p>Haltungsindividuelle Alterungsgeschwindigkeiten und Verweilzeiten in den Zustandsklassen (Kohortenüberlebensmodell von HOCHSTRATE und HERZ).</p> <p>Der Anwender kann die Datenmasse entsprechend der historischen und zukünftigen Zustandsentwicklung für Kanäle mit ähnlichem Zustandsverhalten (Entwässerungsart, Rohrmaterial etc.) standardmäßig oder individuell eichen und prognostizieren.</p>	<p><b>Haltungszustand</b>  <b>Definition 1</b> (für Berechnungszwecke)                      Zweidimensionale Klassifizierung nach Sanierungspriorität PK (Dringlichkeit) und Substanz ZK (Abnutzungsvorrat). Klassenzählung im System des Netzbetreibers (z. B. ATV, ISYBAU, S&amp;K). Versteigte Klassen (Nachkommastellen)</p> <p><b>Haltungszustand</b>  <b>Definition 2</b> (für Dokumentation)                      4 diskrete Zustandsgruppen ZG (ohne Nachkommastellen)                      ZG 1 Vordringlicher Substanzschaden                      ZG 2 Vordringliche Reparaturschäden                      ZG 3 Nachrangige Schäden                      ZG 4 Schadensfreie Haltung                      ZG wird definiert durch PK, ZK, und PK_INT (nutzerdefinierte Interventionsklasse, gegebenenfalls nach Sachgesichtspunkten differenziert)</p> <p><b>Alterung:</b>                      Der Alterungsprozess wird definiert durch netzspezifische relative Verweilzeiten in den Zustandsklassen und haltungsindividuelle Alterungsgeschwindigkeiten.                      Es werden haltungsindividuelle langfristige Verlaufsprognosen für PK, ZK, und ZG erstellt. Die Prognosequalität ist bei Wiederholungsinspektionen überprüfbar.</p>
Markov-Modell	
GompSoft	STATUS
<p>Alterung und Zustandsentwicklung wird für Kanalhaltungen und Schächte mit ähnlichem Alterungsverhalten (Gruppierung, z. B. nach Entwässerungsart und Material) sowie in Abhängigkeit von individuellen Eigenschaften der Kanalhaltungen und ihrer Umgebung (individuelle Alterungspfade) anhand der vorliegenden Zustandsbefunde (substanzorientierte Zustandklassifizierung) ermittelt. Dies wird ausgedrückt durch einen jährlich fortzuschreibenden Wahrscheinlichkeitsvektor für die definierten Zustandsklassen (Zustandswahrscheinlichkeitsvektor).</p>	<p>Das Alterungsmodell wird netzindividuell erstellt. Anhand von alterungsrelevanten Merkmalen werden Gruppen vergleichbaren Alterungsverhaltens gebildet. Grundlage des Modells sind zwei Kenngrößen:</p> <p><b>Haltungszustand (HZ):</b>                      Der Haltungszustand kennzeichnet das aktuelle Maß der Funktionserfüllung zum Betrachtungszeitpunkt. Er ist ein Maß für die Sanierungspriorität/-dringlichkeit einer Haltung. Er wird in Zustandsklassen ausgedrückt und ergibt sich aus der Schadensklasse des schwersten Einzelschadens in der jeweiligen Haltung.</p> <p><b>Haltungssubstanz (HS):</b>                      Die Haltungssubstanz kennzeichnet das Potenzial der weiteren Funktionserfüllung zum Betrachtungszeitpunkt. Sie ist ein Maß des verbleibenden Abnutzungsvorrates und des gegebenenfalls zu erwartenden Sanierungsumfanges. Sie wird ermittelt aus der Schadensschwere, aller Schäden eines Objektes sowie deren räumlicher Ausdehnung und Verteilung.                      Die Alterung eines Netzelementes (Haltung) erfolgt individuell anhand der gruppengestützten Alterungsfunktionen und der individuellen Merkmale.</p>

Frage 5: Kriterien für die Alterungs- und Zustandsdefinition (fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<p>Das Prognosemodell •••kokas• verfolgt den Ansatz einer „technisch-wirtschaftlichen“ Alterung (siehe Frage 6: Versagensdefinition). Der Alterungsprozess bis zum Ablauf der Nutzungsdauer wird dabei differenziert aus der Kombination folgender Ansätze beschrieben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alterung als Verschlechterung des Substanzwertes: Annahme eines linearen, progressiven oder degressiven Verlaufes zwischen Wiederbeschaffungswert (WBW) zum Zeitpunkt des Neubaus und dem Ablauf der Nutzungsdauer.</li> <li>• Alterung als Zunahme der Schäden: Berücksichtigung einer Zunahme der spezifischen Reparaturkosten (Kostensteigerungsfaktor <math>\alpha</math>). Beeinflusst die wirtschaftliche Nutzungsdauer sowie die Substanzwertprognose.</li> <li>• Alterung als Zunahme der Sanierungsdringlichkeit (Zustandsklasse gemäß Definition DWA-M 149): stochastischer Ansatz (Überlebensfunktionen nach Prof. Herz). Beeinflusst den Zeitpunkt der Umsetzung von Maßnahmen und die Verlängerung der Nutzungsdauer aus betrieblichen Gründen.</li> <li>• Berücksichtigung einer frei definierbaren Interventionsklasse, bei deren Erreichen Maßnahmen ausgelöst werden.</li> </ul>	<p>Das Prognosemodell <i>stratIS</i> verfolgt den Ansatz einer technisch-wirtschaftlichen Optimierung der Nutzungsdauer (s. Frage 6). Der Prozess der Zustandsverschlechterung („Alterung“) bis zum Ablauf der Nutzungsdauer wird dabei differenziert aus der Kombination folgender Ansätze dargestellt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verschlechterung des Substanzwertes: Annahme eines linearen, progressiven oder degressiven Verlaufes zwischen Wiederbeschaffungswert (WBW) zum Zeitpunkt des Neubaus (<math>t=0</math>) und dem Ablauf der Nutzungsdauer (s. Frage 6, <math>t = ND_{zust}</math>).</li> <li>• Verschlechterung des baulichen Zustandes durch Zunahme von Schäden bzw. der Instandhaltungskosten: Berücksichtigung einer Zunahme der Reparaturkosten. Beeinflusst die zustandsabhängige Nutzungsdauer sowie die Substanzwertprognose.</li> <li>• Zunahme der Sanierungsdringlichkeit (gemäß Definition DWA-M 149-3): stochastischer Ansatz. Beeinflusst den Zeitpunkt bis zum Erreichen der Interventionsklasse (Beginn der Umsetzung von Maßnahmen) und ggf. die Verlängerung der Nutzungsdauer aus betrieblichen Gründen um <math>\Delta ND_{betr}</math>.</li> </ul>

Frage 6: Kriterien für die Versagensdefinition der Haltung

Kohortenüberlebensmodell	
AQUA-WertMin	DynaStrat
<p>Durch eine haltungsweise Interventionsklasse in Verbindung mit einer individuellen Sanierungsverzögerung können erhöhte Schutzbedürfnisse bestimmter Netzabschnitte oder einzelner Haltungen in besonders gefährdeten Bereichen aufgrund der Dichtheit, Standsicherheit, betrieblichen Sicherheit und betriebswirtschaftlichen Aspekte etc. (Kreuzungen von Bahntrassen bzw. Unterführungen, Autobahnen, Flughäfen bzw. Wasserschutzgebieten etc.) modelliert werden.</p> <p>Damit kann die Sanierungspriorität nicht akzeptierter Haltungen in Abhängigkeit der negativen Aufenthaltszeit in diesen Interventionsklassen gesteuert werden. Je länger ein Kanal sich in diesem nicht akzeptierten Zustand befindet, desto größer wird die Sanierungspriorität, bis er an erster Stelle steht.</p> <p>Im Extremfall wird beim Eintreten der Kanäle in die Zustandsklasse 3 bei gesetzter Interventionsklasse IV 3 und der Sanierungsverzögerung SV 1 die Nutzungsdauer beendet.</p> <p>In Kombination mit SV 2 würde die Nutzungsdauer erst bei Eintritt in die Zustandsklasse 1 enden. Die Nutzungsdauer wird dann erst bei einer vorzeitigen Sanierung vor Erreichen der Zustandsklasse 1 beendet.</p>	<p>Es werden vier Versagensfälle definiert:</p> <p>Typ 1 Behebbarer Ausfall                      Typ 2 Endgültiger Ausfall                      Typ 3 Funktionsdefizit                      Typ 4 Funktionsverlust</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typ 1 wird dokumentiert als Zustandsgruppe ZG 2 (Reparaturschaden), vgl. Frage 5.</li> <li>• Typ 2 wird dokumentiert als Zustandsgruppe ZG 1 (Substanzschaden), vgl. Frage 5.</li> </ul> <p>Typ 1 und 2 sind abhängig von normativ gesetzten Interventionsklassen (erhöhte, normale, reduzierte Zustandsanforderung), die im Netz differenziert festgelegt werden können.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Typ 3 ist unabhängig vom Bauzustand (z. B. unzureichende Dimensionierung). Typ 3 wird in drei Prioritätsstufen gegliedert, vgl. Frage 4.</li> <li>• Typ 4 Funktionsverlust (z. B. durch Einsturz) wird ggf. per Befahrungsprotokoll erfasst, aber nicht prognostiziert.</li> </ul>
Markov-Modell	
GompSoft	STATUS
<p>Erreichen der Interventionsklasse bzw. eines Wahrscheinlichkeitswertes für diese Klasse, d. h. Unterschreiten eines gegebenen strukturellen Mindestzustands.</p>	<p>Versagen ist das <b>Nichterfüllen</b> von Forderungen oder Anforderungen und kann temporär oder endgültig sein.</p> <p>Beim Versagen einer Haltung mit hoher Sanierungsdringlichkeit (Haltungszustand) und gleichzeitig nicht weitgehend aufgezehrtem Abnutzungsvorrat (Haltungssubstanz) handelt es sich in der Regel um temporäres Versagen, welches ohne Erneuerung behebbar ist.</p> <p>Ein totales/endgültiges Versagen liegt vor, wenn das Versagen ausschließlich durch Erneuerung behoben werden kann. Dieser Versagensfall tritt ein, wenn bei hoher Sanierungsdringlichkeit (Haltungszustand) gleichzeitig:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• die bauliche Substanz (der Abnutzungsvorrat) aufgezehrt ist</li> <li>• die hydraulische Situation nicht mehr den Anforderungen entspricht (z. B. Überstauhäufigkeit)</li> <li>• funktionale Änderungen</li> </ul> <p>eine Erneuerung zwingend erforderlich machen.</p>
Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein Versagen tritt ein, wenn die zustandsabhängige Nutzungsdauer als Minimum aus wirtschaftlicher Nutzungsdauer und verfahrenstechnischer Nutzungsdauer der Haltung erreicht ist.</li> <li>• Da die technische Nutzungsdauer durch Reparaturmaßnahmen beliebig lange verlängert werden kann, wird als Versagenszeitpunkt der wirtschaftlich optimale Zeitpunkt einer Erneuerung angesetzt. Die Bestimmung dieses Zeitpunktes basiert auf dem Ansatz des minimalen Projektkostenbarwertes gemäß KVR-Leitlinien*).</li> </ul> <p>Die Nutzungsdauer kann zudem durch betriebliche Randbedingungen, die den Zeitpunkt der Umsetzung beeinflussen, verändert werden.</p> <p><small>*) Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien), überarbeitete Auflage Juli 2012, ISBN 978-3-941897-55-7, 207 S., DWA, Hennef</small></p>	<p>Ein Versagen (Erneuerung der Haltung) tritt ein, wenn die Haltung ihre zustandsabhängige Nutzungsdauer <math>ND_{zust}</math> als Minimum aus optimaler Nutzungsdauer <math>ND_{optimal}</math> und verfahrenstechnischer Nutzungsdauer <math>ND_{verf.-techn.}</math> erreicht hat.</p> <p><math>ND_{optimal}</math>: Da eine Haltung aus technischer Sicht durch Reparaturmaßnahmen beliebig lange in Betrieb gehalten werden kann, wird der wirtschaftlich optimale Zeitpunkt einer Erneuerung angesetzt. Dieser wird durch Wirtschaftlichkeitsberechnung auf Basis der Barwertmethode zwischen Erneuerung und Reparatur/Renovierung auf Grundlage haltungsscharf ermittelter Sanierungskosten bestimmt.</p> <p><math>ND_{optimal}</math>: Wird durch Randbedingungen wie Hydraulik, Städtebau, Maßnahmen weiterer Spartenbetreiber beeinflusst und bestimmt.</p> <p>Die tatsächliche Nutzungsdauer kann zudem durch betriebliche Randbedingungen um <math>\Delta ND_{betr}</math> die den Zeitpunkt der Umsetzung beeinflussen, verändert werden.</p>

Frage 7: Grundsätzliche Modellbeschreibung und mathematischer Ansatz mit Gewichtungs- und Stellparametern, Art und Umfang der im Modell berücksichtigten Informationen

Kohortenüberlebensmodell	
AQUA-WertMin	DynaStrat
<p>Die Eichung des Kohortenüberlebensmodells dient dazu, den örtlichen Alterungsprozess der Kanalhaltungen mathematisch zu modellieren. Es wird festgestellt, in welchem Verhältnis sich die Gesamtlebensdauer einer Haltung in die Verweilzeiten von mindestens vier bis maximal sechs stufenlosen Zustandsklassen aufteilt.</p> <p>Die Eichung erfolgt in drei Schritten. Im ersten Schritt werden die Zustandsübergangsfunktionen, im zweiten die Übergangzeitpunkte und im dritten die Gesamt- und Restnutzungsdauern ermittelt.</p> <p>Bei der alternativen Eichung der Zustandsübergangsfunktionen können die Parameter als feste Vorgabe bzw. Startwert der Iteration individuell festgelegt oder es kann der Kurvenverlauf in den Steigungen modelliert werden. Standardeichung bei geändertem Datenbestand.</p> <p>Individuelle Sanierungsstrategien mit allen Sanierungskosten, den Vermögenswerten und mit diversen Abschreibungsmethoden kombinierbar.</p> <p>Nachrechnung vorhandener Sanierungskonzepte mit den historischen und zukünftigen Investitionen, um den Sanierungserfolg mit der netzspezifischen Zustandsentwicklung (Alterung) zu überprüfen.</p>	<p>Das Strategiemodell ist ein Drei-Säulen-Modell, es modelliert – neben dem Alterungsprozess – die Sanierungsoptionen Teilsanierung, Renovierung und Erneuerung im Hinblick auf Kosten und Wirkungen. Das Modell besteht aus sechs Komponenten:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Haltungsscharfe Analyse und Prognose des physischen Alterungsprozesses, vgl. Frage 5.</li> <li>2. Normative Definition des behebbaren und endgültigen Ausfalls, vgl. Frage 6.</li> <li>3. Modellierung der tatsächlich vom Netzbetreiber verwendeten Sanierungsverfahren mit örtlich kalibrierten Preisen. Ergebnis: Kostenfunktionen für Erneuerung, Renovierung (R), Teilsanierung (T).</li> <li>4. Simulation des Alterungs- und Sanierungsprozesses in Jahresschritten, bestehend aus: <ul style="list-style-type: none"> <li>– Alterung (für ein Jahr)</li> <li>– Sanierungsoptionen (Maximal 3, T, R, E)</li> <li>– Maßnahmenwahl (Dynamische Kostenvergleichsrechnung/ KVR-Leitlinien)</li> <li>– Berechnung des Rest-Budgets</li> <li>– Dokumentation von Kenngrößen (z. B. Investitionen, Aufwand, Buchwert, Abschreibung u. ä. nach Anforderung)</li> </ul> </li> </ol>
Markov-Modell	
GompSoft	STATUS
<p>Auf Grundlage der Eingangsdaten werden für Haltungsgruppen mit ähnlichen Eigenschaften sogenannte Alterungs- bzw. Zustandsübergangsfunktionen kalibriert. Das Alterungsmodell basiert auf einem Semi-Markov-Modell. Der Zustandswahrscheinlichkeitsvektor jeder Haltung wird individuell fortgeschrieben und ist zur Zustandsprognose auswertbar.</p> <p>Diverse Einflussgrößen können entweder durch Stratifizierung oder Parametrisierung einbezogen werden. Als Einflussgrößen können prinzipiell alle vorliegenden Informationen verwendet werden.</p> <p>Als „Stellparameter“ kann eine Gewichtung der Eingangsgrößen vorgenommen werden. Die Alterungsfunktionen lassen sich auch durch Schätzung bestimmen. Es besteht die Möglichkeit, Bandbreitenprognosen (lange, mittlere und kurze angenommene Lebensdauer) zu berechnen.</p> <p><b>Vertiefende Literaturhinweise:</b></p> <p>LE GAT, Y. (2006): Modelling the Deterioration Process of Drainage Pipelines. Paper for the Urban Water Congress. Urban Water Journal, Volume 5, Issue 2.</p> <p>SCHMIDT, T. (2010): „Modellierung von Kanalalterungsprozessen auf der Basis von Zustandsinformationen“. Dissertation, Fak. Bauingenieurwesen, TU Dresden.</p>	<p>Das Strategiemodell gliedert sich in drei Abschnitte, die nacheinander für jedes Strategiejahr durchlaufen werden:</p> <p><b>Alterung des Netzbestandes</b> um ein Jahr mit objektindividueller Bestimmung von Zustand und Substanz (Mathematischer Hintergrund sind die Weibull-Verteilung und Semi-Markov-Ketten sowie das per Clusteranalyse individualisierte Alterungsmodell).</p> <p><b>Ranglistenbildung</b> für alle Objekte des Netzes anhand betreiberspezifischer Vorgaben wie z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustand und Substanz</li> <li>• Wahrscheinliche Hauptsanierungsart</li> <li>• Profilgröße</li> <li>• Hauptschadensartart</li> <li>• Hydraulische Vorgaben</li> </ul> <p><b>Sanierungsentscheidung</b> für das jeweilige Strategiejahr anhand des individuellen Entscheidungsmodells.</p> <p>Vorgaben sind dabei betreiberspezifisch und individuell möglich. Alle Kriterien, welche bei einer realen Sanierungsentscheidung berücksichtigt werden, können im Modell hinterlegt werden.</p> <p>Die <b>Stellparameter</b> innerhalb des Modells sind die gleichen wie im Entscheidungsprozess innerhalb der Entscheidungsstrukturen des Netzbetreibers.</p>

Frage 7: Grundsätzliche Modellbeschreibung und mathematischer Ansatz mit Gewichtungs- und Stellparametern, Art und Umfang der im Modell berücksichtigten Informationen (fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<p>•••kokas• ist ein Prognosemodell auf Basis eines haltungsscharfen technisch-wirtschaftlichen Alterungsmodells, kombiniert mit einer stochastischen Auswertung charakteristischer Cluster.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Alterungsmodell: Technisch-wirtschaftlicher Ansatz zur Bestimmung der wirtschaftlichen Nutzungsdauer als optimaler Zeitpunkt der Erneuerung</li> <li>Schaden: Annahme einer Schadenszunahme durch Alterung durch Zunahme der Reparaturkosten (Kostensteigerungsrate <math>\alpha</math>). Bei entsprechendem Umfang der Datengrundlage Clusterbildung (Baujahr, Material, Nennweite, Überdeckung, äußere Randbedingungen)</li> <li>Haltung: Berechnung der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer über Sanierungsmaßnahmen, -kosten und Wirtschaftlichkeitsvergleich mit Erneuerungskosten</li> <li>Netz: Stochastischer Ansatz auf Basis der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer geschädigter Haltungen und zugeordneter Zustandsklassen für charakteristische Cluster</li> </ul> <p>Berücksichtigung weiterer Randbedingungen, die die Nutzungsdauer begrenzen</p>	<p>Weitgehend haltungsgenaueres Prognosemodell</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Haltungsscharfe Ermittlung der Sanierungsalternativen und Kosten auf Basis konkreter Schadensdaten nach dem 3-Säulenmodell (Reparatur, Renovierung, Erneuerung) (wählbare Entscheidungsparameter und Genauigkeitsstufen)</li> <li>Haltungsscharfe Berechnung von zustandsabhängigen Nutzungsdauer (s. Frage 6) durch Kostenvergleichsrechnungen gemäß KVR-Leitlinien sowie von Substanzwert und Kostenverläufen</li> <li>Ermittlung der Kostensteigerungen aufgrund von Zustandsverschlechterung auf Basis von Stichtags-, Mehrfachbefahrungen oder Aufzeichnungen des Netzbetreibers</li> <li>Stochastischer Ansatz auf Basis von Überlebensfunktionen zur (weitgehend) haltungsscharfen Berechnung und Prognose der Sanierungsdringlichkeit und Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit pro ZK bzw. der Interventionsklasse</li> <li>Stochastischer Ansatz für charakteristische Grundgesamtheiten auf Basis von Überlebensfunktionen zur Bestimmung der Nutzungsdauer ungeschädigter Haltungen</li> </ul> <p>Berücksichtigung bereits durchgeführter und geplanter zukünftiger Sanierungen sowie deren Auswirkungen</p>

**Frage 8: Darstellung der finanzmathematischen Grundlagen und des Zusammenhangs zwischen baulicher Zustandsentwicklung und Finanzmittelbedarf**

<b>Kohortenüberlebensmodell</b>	
<b>AQUA-WertMin</b>	<b>DynaStrat</b>
<p>Vorgabe eines Finanzrahmens je Sanierungsjahr für Erneuerungs- und Renovatinsanteile. Der Sanierungserfolg ist abhängig vom erforderlichen alterungsbedingten Finanzmittelbedarf und den vorhandenen Finanzmitteln sowie dem voreingestellten Sanierungskonzept je Sanierungsjahr.</p> <p>Berechnung mit und ohne Auf- und Abzinsungen möglich.</p> <p>Der Anwender kann alle Standardparameter individuell seinen Bedürfnissen anpassen.</p> <p>Das Modell berechnet parallel deterministisch und zufallsbedingt in der Strategie alle Abschreibungsmethoden mit normativer (materialbezogener AfA) und in Kombination mit Umstellung auf zustandsabhängiger Nutzungsdauer. Im Baujahr kann keine, die halbe oder volle Abschreibung und nach dem OVG-Urteil Münster können die Abschreibungsverhältnisse mit und ohne Buchverlust berücksichtigt werden.</p> <p>Das Umstellungsjahr von materialbezogener auf zustandsabhängiger Abschreibung kann rückwirkend bis 1980 festgelegt werden.</p>	<p>Das Modell beschreibt den Zusammenhang zwischen Budgetvorgabe (getrennt nach Aufwand und Investition) und der resultierenden Netzzustandsentwicklung. Der Finanzmittelbedarf hängt (im Rahmen eines fachlichen Ermessensspielraums) von der angestrebten Netzzustandsentwicklung ab.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein unzureichendes Budget erkennt man am fehlenden Abbau des Sanierungsrückstaus, bzw. dessen Zunahme in der Prognose.</li> <li>• Ein überhöhtes Budget erkennt man am Auftreten von Budgetüberschüssen.</li> <li>• Dazwischen liegt der fachliche Ermessensspielraum. Beim fachlichen Ermessen ist der Zielkonflikt zwischen dem schnellen Abbau eines Sanierungsrückstaus, der Kostenverstetigung und der Kostenminimierung vom Netzbetreiber angemessen zu berücksichtigen.</li> <li>• Zur Orientierung werden die kaufmännischen Abschreibungen im Vergleich mit den Investitionen prognostiziert.</li> </ul> <p>Zwei weitere Indikatoren zur Orientierung sind die mittleren Restnutzungsdauern bis zum behebbaren Ausfall (relevant für Betriebssicherheit und Personalbedarf) und bis zum endgültigen Ausfall (relevant für Substanzwert des Netzes/Generationengerechtigkeit).</p>
<b>Markov-Modell</b>	
<b>GompSoft</b>	<b>STATUS</b>
<p>Basierend auf Zustandsprognose und Strategiesimulationen können erforderliche Sanierungs- und Reparaturkosten den einzelnen Haltungen zugeordnet werden. Für festgelegte Budgets kann die Zustandsentwicklung des Netzes prognostiziert werden.</p> <p>Die jeweils anfallenden Sanierungs- und Reparaturkosten und die langfristig vermiedenen Kosten werden auf den Ausgangszeitpunkt diskontiert und mit Methoden der dynamischen Investitionsrechnung gegeneinander aufgerechnet.</p>	<p>Das Kostenmodell zur Vermögenswertbestimmung von STATUS ermittelt (in Anlehnung an DWA-A 133) für jedes Objekt, basierend auf den kostenrelevanten Randbedingungen (z. B. Tiefe, DN) individuelle Kosten für die jeweiligen Hauptsanierungsarten und Wiederbeschaffungskosten (WBK). Es kann bei Vorliegen örtlicher Preise/Preisindizes oder anderer netzspezifischer Kosteninformationen diese entweder direkt zur Kalkulation verwenden oder eine Kalibrierung des Kostenansatzes vornehmen.</p> <p>Mit Hilfe einer Monte-Carlo-Simulation wird die statistische Schwankungsbreite der WBK, die aufgrund nicht vorhersehbarer Wechselwirkungen bei Kanalbaumaßnahmen existieren, berücksichtigt. Die Wertermittlung ermöglichte eine Umstellung der Vermögensverwaltung von der Strangfassung nach Straßen auf eine differenziertere haltungs- bzw. schachtbezogenen Erfassung.</p> <p>Da der im Anlagevermögen geführte Restbuchwert oft nur grob Aussagen über den realen Wert bzw. Werteverlauf eines Entwässerungssystems liefert, wird bei der Wertermittlung zusätzlich der objektindividuelle Abnutzungsvorrat (Substanz) berücksichtigt.</p>

Frage 8: Darstellung der finanzmathematischen Grundlagen und des Zusammenhangs zwischen baulicher Zustandsentwicklung und Finanzmittelbedarf (fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bestimmung der zustandsabhängigen Nutzungsdauer sowie des Substanzwertes aus Alter und baulichem, hydraulischem und umweltrelevantem Sanierungsaufwand für jede Haltung</li> <li>Ermittlung der Sanierungsalternativen und -kosten aus dem Schadensbild unter Berücksichtigung der technisch möglichen Sanierungsalternativen Reparatur, Renovierung und Erneuerung gemäß DIN EN 752 auf Grundlage des Sanierungsportfolios des Netzbetreibers</li> <li>Berechnung des Wiederbeschaffungswertes der Haltung aus den Haltungsgeometriedaten und spezifischen Einheitspreisen unter Berücksichtigung der örtlichen Randbedingungen</li> <li>Haltungsscharfe Wirtschaftlichkeitsberechnungen in Anlehnung an LAWA-Empfehlungen und KVR-Leitlinien</li> <li>Finanzmathematische Parameter: Einmalige und wiederkehrende Sanierungskosten, Kostensteigerung aufgrund der Alterung, Nutzungsdauern der Sanierungsverfahren, realer Zinssatz, reale Preissteigerungsrate</li> <li>Umsetzung gemäß der dynamischen Sanierungspriorität sowie vorgegebener Sanierungsbudgets</li> </ul>	<p>Für geschädigte Haltungen werden haltungsscharf direkt aus dem Schadensbild nach dem 3-Säulen-Modell (Reparatur, Renovierung, Erneuerung) die Sanierungsart sowie der Zeitpunkt der optimalen Erneuerung bestimmt. Es wird angenommen, dass die Haltung bis zum Ablauf der berechneten Nutzungsdauer durch die gewählte Instandhaltungsmaßnahme, ggf. durch Wiederholungssanierungen, in Betrieb gehalten wird. Die dafür zu den jeweiligen Zeitpunkten anfallenden Kosten einschl. Kostensteigerungen durch Zustandsverschlechterungen werden als Zeitreihe angesetzt und berücksichtigt.</p> <p>Für zum Betrachtungszeitpunkt noch ungeschädigte Haltungen werden nach Erreichen der Interventionsklasse spezifische Betriebskosten angesetzt, die für charakteristische Cluster durch statistische Auswertungen der Sanierungskosten der geschädigten Haltungen ermittelt werden.</p> <p>Die Umwandlung von Zustandsklassen-Informationen in Kostendaten ist nicht erforderlich, da direkt mit konkreten Schadensdaten und daraus, im Sinne einer automatisierten Sanierungskonzeption gem. EN 752, abgeleiteten Kostendaten gerechnet wird.</p>

Frage 9: Möglichkeit des Modells, unter Vorgabe finanzieller und zeitlicher Rahmenbedingungen (Budgetvorgaben) Szenarien mit den Sanierungsalternativen Reparatur, Renovierung und Erneuerung zu generieren

Kohortenüberlebensmodell	
AQUA-WertMin	DynaStrat
<p>Es können x-beliebige budgetabhängige Sanierungsstrategien für Erneuerungs- und Renovationsjahreskosten in Kombination mit Festlegung der Haltungen für die bevorstehende Ersterneuerung, Folgererneuerung, Erstrenovierung und Folgerenovierung berechnet werden. Die Reparaturkosten werden projektspezifisch gesteuert und können je Zustandsklasse in €/m × Jahr vorgegeben werden.</p> <p>Darüber hinaus kann die Sanierungsstrategie für Baulose je Haltung mit vorgegebenen Sanierungskosten für Erneuerung und Renovation mit Rangfolge je Jahr rückwirkend von 1980 bis 2050 durchgeführt werden.</p>	<p><b>Variierbare Strategievorgaben:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interventionsklassen</li> <li>• Jahresbudgets</li> <li>• Sanierungsarten (z. B. Rohrwerkstoffe und Reparaturverfahren)</li> <li>• Präferenzen für Sanierungsoptionen (relevant, falls die wirtschaftliche Optimierung keine eindeutige Empfehlung liefert)</li> <li>• vorab festgelegte Sanierungsmaßnahmen</li> <li>• vorab festgelegte netzfremde Investitionen</li> <li>• Gebietspräferenzen</li> </ul> <p><b>Netzbezogene Strategieergebnisse:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsentwicklung (PK, ZK, ZG)</li> <li>• Substanzwertentwicklung (absolut [€]. relativ [%], Restnutzungsdauer bis zum behebbaren und zum endgültigen Ausfall [Jahre]).</li> <li>• Zahlungsströme (Investitionen, Aufwand, AfA [€])</li> <li>• Sanierungsleistung in m (Erneuerung, Renovierung, Teilsanierung [m]), Angabe jeweils je Kalenderjahr von heute bis 2080</li> <li>• Prognostische Zustandskarten (für gewählte Prognosejahre)</li> </ul>
Markov-Modell	
GompSoft	STATUS
<p>Es können drei Typen von Strategieprognosen durchgerechnet und mit den Ergebnissen der Nullprognose verglichen werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorgabe jährlicher Sanierungsbudgets (wie entwickeln sich Erneuerungs- und Renovierungslänge, Netzzustand und Reparaturkosten?)</li> <li>• Vorgabe einzuhaltender Mindestzustände (wie entwickeln sich Erneuerungs- und Renovierungslänge, Netzzustand sowie Sanierungs- und Reparaturkosten?)</li> <li>• Vorgabe jährlicher Erneuerungs- und Renovierungslängen (wie entwickeln sich Erneuerungs- und Renovierungskosten, Netzzustand und Reparaturkosten?)</li> </ul> <p>Diese Berechnungen können für beliebige Planungshorizonte durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden grafisch synoptisch präsentiert.</p>	<p>Mit STATUS können alle entscheidungsrelevanten Kriterien modelliert werden, einschließlich individueller, auch im zeitlichen Verlauf der Prognoserechnung variabler Vorgaben z. B.:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hauptsanierungsarten</li> <li>• Budgetgrößen</li> <li>• Technische, ökologische und hydraulische Anforderungen</li> <li>• Netzspezifische Randbedingungen</li> <li>• Finanzieller und personeller Mitteleinsatz</li> </ul> <p>Bei den Vorgaben sind auch Kriterienabhängigkeiten und Querbezüge definierbar sowie Vorgaben dynamisch anhand von Prognoseergebnissen (z. B. Zielerreichung bei Kriterien) entsprechend eines vorher definierten Regelsystems anpassbar.</p> <p>Auf diese – am realen Sanierungshandeln von Netzbetreibern orientierte – Vorgehensweise bildet „STATUS“ eine solide Grundlage für Wirksamkeitsanalysen realer Sanierungsentscheidungen und Folgenüberprüfung hinsichtlich unterschiedlicher Kennziffern wie Substanzwertentwicklung, Sanierungskosten, Gebührenhöhe, Mitteleffizienz.</p>

**Frage 9: Möglichkeit des Modells, unter Vorgabe finanzieller und zeitlicher Rahmenbedingungen (Budgetvorgaben) Szenarien mit den Sanierungsalternativen Reparatur, Renovierung und Erneuerung zu generieren (fortgesetzt)**

<b>Nutzungsdaueroptimierungsmodell</b>	
<b>kokas</b>	<b>StratIS-kanal</b>
<p>Für jede Haltung werden grundsätzlich alle drei möglichen Sanierungsalternativen Reparatur, Renovierung und Erneuerung ermittelt und stehen für die Szenarien unter Vorgabe finanzieller und zeitlicher Rahmenbedingungen zur Verfügung.</p> <p>Varianten im Modell •••kokas• zur Untersuchung von Strategien und Budgetvorgaben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Schadensumfang: Berücksichtigung eines definierten Sanierungsumfanges (z. B. nur dringende Schäden, Zustandsstrategie)</li> <li>• Verfahrensauswahl: Berücksichtigung von über die Wirtschaftlichkeit hinausgehenden Kriterien bei der Verfahrensauswahl (z. B. Projektkostenbarwertdifferenz, kaufmännische Daten, Budgetvorgaben)</li> <li>• Zeitachse: Variation des Zeitplanes durch Variation der Interventionsklasse zur Durchführung der Maßnahmen</li> <li>• Budgetplanung: Ermitteln der Kriterien zum Einsatz vorgegebener Mittel zur Investition bzw. für den Aufwand (Kosten-Nutzen-Analyse).</li> </ul> <p>Varianteuntersuchungen ergeben die auf das konkrete Netz abgestimmten Parameter der Sanierungsstrategie. Alternativszenarien zeigen die Auswirkungen weiterer Strategien praxisnah auf.</p>	<p>Grundsätzlich werden für alle Haltungen die Kosten der Sanierungsarten Reparatur, Renovierung und Erneuerung ermittelt. Operative Einflussgrößen, die zur Generierung von Szenarien zur Verfügung stehen, sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gewählter Schadensumfang: z. B. nur dringende Schäden sollen saniert werden</li> <li>• Kriterien zur Verfahrensauswahl: Berücksichtigung von über die Wirtschaftlichkeitsberechnung hinausgehenden Kriterien (z. B. Abstand der Projektkostenbarwerte, Abschreibungsgrad der Haltung, spezielle Budgetvorgaben usw.)</li> <li>• Zeiträume für die Umsetzung: Variation des Zeitplanes für die Umsetzung oder Variation der Interventionsklasse und deren Eintrittsrisiko, bei deren Erreichen die Sanierung ausgeführt wird.</li> </ul> <p>Szenarien können darüber hinaus durch Vorgabe entsprechender Ziele gemäß Frage 1 generiert werden. Darauf aufbauend werden durch Variations- und Optimierungsrechnungen die bestmöglichen Kombinationen der Einzelziele bestimmt und die Auswirkungen auf die weiteren Einflussparameter berechnet.</p>

**Frage 10: Wird, und wenn ja wie, die Sanierungshistorie des Kanalnetzes im Modellansatz berücksichtigt?**

<b>Kohortenüberlebensmodell</b>	
<b>AQUA-WertMin</b>	<b>DynaStrat</b>
<p>Es kann rückwirkend ab 1980 bis 2030 Haltungsweise die historische und zukünftige Erneuerung und Renovation aus hydraulischen oder baulichen Aspekten mit den angefallenen und zukünftigen Kosten je Sanierungsjahr und Rangfolge im Sanierungsjahr modelliert werden.</p> <p>Die zugehörigen Vermögenswerte können mit der jeweiligen Abschreibungsart auch in Kombination mit einer Umstellung auf die individuelle zustandsabhängige Nutzungsdauer nachgerechnet werden.</p>	<p>Dokumentierte Reparaturen und Renovierungen werden wie folgt berücksichtigt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentierte Reparaturstellen können die Reparaturbereitschaft einschränken (Option) und damit die Restnutzungsdauer bis zum endgültigen Ausfall verkürzen.</li> <li>• Renovierungen werden modelltechnisch wie Erneuerungen modelliert, allerdings mit einem anderen Rohrwerkstoff und in der Regel einer kürzeren Nutzungsdauer (in Absprache mit dem Auftraggeber)</li> <li>• Die Fortschreibung des buchhalterischen Restwerts und der Abschreibungen berücksichtigt die Renovierung als Werterhöhung und die höhere AfA für renovierte Haltungen.</li> </ul>
<b>Markov-Modell</b>	
<b>GompSoft</b>	<b>STATUS</b>
<p>Sanierte Kanalhaltungen erhalten als Baujahr das Sanierungsjahr und die Stammdateneigenschaften des sanierten Kanals.</p> <p>Nicht mehr im Bestand befindliche (bereits sanierte) Kanalhaltungen können bei Bedarf und Eignung (Zustandsdaten aus Inspektion) für die Kalibrierung des Alterungsmodells verwendet werden.</p>	<p>Ja, durch die Modellierung der örtlichen Alterungsprozesse werden die erwartenden Restnutzungsdauern der Sanierungsverfahren individuell in Abhängigkeit des aktuellen baulichen Zustandes realistisch eingeschätzt.</p> <p>Da die Sanierungshistorie den Alterungsprozess beeinflusst wird selbige durch die Alterungsmodellierung anhand der realen Netzdaten entsprechend berücksichtigt.</p> <p>Da sich aufgrund der Netzgröße Änderungen im Sanierungsverhalten nur langsam im Bestand niederschlagen, wirkt sich der Umstand ( ) Berücksichtigung des vergangenen Sanierungsverhaltens) auch nicht negativ auf die Prognose aus.</p> <p>In entsprechend ausreichenden zeitlichen Abständen (5 bis 10 Jahre) sollte jedoch das Modell verifiziert werden, um diesen Effekt zu berücksichtigen.</p> <p>Die bisher angesetzten Abschreibungsdauern lassen sich mit dieser Art realitätsnaher Prognose überprüfen und gegebenenfalls korrigieren.</p>
<b>Nutzungsdaueroptimierungsmodell</b>	
<b>kokas</b>	<b>StratIS-kanal</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berücksichtigung von Zeitpunkt, Art und Ort sowie Kosten der in der Vergangenheit durchgeführten Maßnahmen.</li> <li>• Berücksichtigung ggf. erforderlicher Wiederholungssanierungen sowie Auswirkungen auf Nutzungsdauer aufgrund in der Vergangenheit durchgeführter Sanierungen.</li> </ul>	<p>Ja. Berücksichtigt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitpunkt, Art und Kosten der bereits durchgeführten Sanierung. Sofern keine Angaben zu Kosten vorliegen, werden diese näherungsweise bestimmt.</li> <li>• Auswirkung auf zukünftige Sanierungen bzw. ggf. Kosten für Wiederholungssanierungen.</li> <li>• Auswirkungen der bereits in der Vergangenheit ausgeführten Sanierung auf die Nutzungsdauer der Haltung.</li> </ul>

**Frage 11: Welche Ausgabedaten liefert das Modell?**

<b>Kohortenüberlebensmodell</b>	
<b>AQUA-WertMin</b>	<b>DynaStrat</b>
<p>Alle importierten und errechneten Daten werden je Haltung und Schacht in Form editierbarer Arbeitsblätter und automatisch erzeugten Drucklisten und Diagrammen mit statistischen Datenauswertungen ausgegeben.</p> <p>Individueller Export aller importierter und berechneter Daten.</p>	<p><b>Netzbezogene Daten:</b></p> <p>Zustandsentwicklung, Substanzwertentwicklung, Zahlungsströme, prognostische Karten (vgl. Frage 9). Angabe jeweils je Kalenderjahr von heute bis 2080</p> <p><b>Haltungsbezogene Daten:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustandsübergangsjahre (ÜJ_PK, ÜJ_ZK, ÜJ_ZG, ENDJAHR_P, ENDJAHR_Z, [insgesamt 15 Kalenderjahre]. Daraus ist PK, ZK, ZG für jedes Prognosejahr ableitbar)</li> <li>• Sanierungsjahre: 1., 2., 3. Sanierung [drei Kalenderjahre])</li> <li>• Sanierungsart : 1., 2., 3. Sanierung, drei Buchstaben [T/R/E])</li> <li>• Maßnahmespezifische Sanierungskosten (strategiekonform: Teilsanierung, Renovierung, Erneuerung [vier Beträge], davon einer redundant)</li> <li>• Nächstes Inspektionsjahr: prognosegestützte Planungsempfehlung [ein Kalenderjahr]</li> <li>• Haltungsbezogene Daten können durch Tabellensortierung gruppiert werden, z. B. zu Jahres-Baulosen und -inspektionslosen</li> </ul>
<b>Markov-Modell</b>	
<b>GompSoft</b>	<b>STATUS</b>
<p>GompSoft liefert Ergebnisse in Tabellen- und Grafikformaten (z. B. csv, txt, bmp)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• jährliche Zustandsvektoren für jede Haltung bzw. Schacht (je nach Strategie)</li> <li>• jährliche Investitionskosten (je nach Strategie)</li> <li>• Restnutzungsdauer bzw. Substanz-Restwert (somit auch Anlagevermögen), als abgeleitete Größen aus der Zustandsprognose</li> </ul> <p>Diese Ausgabedaten werden grafisch für Haltungs- und Schacht-Typen sowie für das Netz insgesamt dargestellt.</p>	<p>Folgende Daten werden für jedes betrachtete Einzelobjekt für jedes Jahr einer Strategie ausgegeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zustands- und Substanzklasse (Gesamteinschätzung, Stand-sicherheit, Dichtigkeit, Betriebssicherheit)</li> <li>• Substanzwert absolut (monetär) und relativ (bezogen auf WBK)</li> <li>• Sanierungs-, Unterhalts-, Zinskosten, Abschreibung, Abschreibungsverluste</li> <li>• Wahrscheinliche Hauptsanierungsart im Sanierungsfall</li> <li>• Geschätzte Restnutzungsdauer</li> <li>• Substanzwert und Buchwert</li> </ul> <p>Folgende Daten werden für das Gesamtnetz für jedes Jahr einer Strategie ausgegeben:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Substanzwert absolut (monetär) und relativ (bezogen auf WBK)</li> <li>• Instandhaltungskosten (Unterhalt/Investition), reale Investition und Abschreibungsverluste</li> <li>• Ausfallrisiko</li> <li>• Prioritätenliste für die Umsetzung in der Bedarfsplanung</li> <li>• Altersentwicklung</li> <li>• Gebührenindizes</li> <li>• Erforderliche Investitionsquote</li> </ul>

Frage 11: Welche Ausgabedaten liefert das Modell? (fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<p>Das Modell •••kokas• erzeugt die folgenden Ergebnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltungsweise Sanierungsalternativen, Kosten, zustandsabhängige Nutzungsdauer, wirtschaftliche bzw. aufgrund von weiteren Kriterien ermittelte Sanierungsart (Reparatur, Renovierung, Erneuerung)</li> <li>• Zeitpunkt der Erneuerung der Haltung</li> <li>• Zeitpunkt, bei dem die Haltung eine definierte Interventions-Sanierungsdringlichkeit erreicht</li> <li>• Substanzwert zum Bewertungsstichtag und prognostizierte Substanzwertentwicklung (haltungsweise und Gesamtnetz)</li> <li>• Idealer Substanzwert als Grundlage zur Bewertung des Substanzwertverlaufes</li> <li>• Kalkulatorische Daten zum Bewertungsstichtag und kalkulatorische Entwicklung des Anlagevermögens (Kanalnetz) als Grundlage für Gebührenprognose</li> <li>• Betriebsgewöhnliche Nutzungsdauer des Kanalnetzes bzw. für definierte Grundgesamtheiten</li> <li>• Erforderliche Erneuerungsrate</li> </ul> <p>Gesamt-Sanierungsbudget sowie erforderliche Jahresbudgets, differenziert</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haltungsweise Sanierungsalternativen und -kosten, gewählte Sanierungsart und deren Kosten</li> <li>• Zeitpunkt der prognostizierten Erneuerung</li> <li>• Zeitpunkt, bei dem die Haltung die definierte Interventionsklasse mit vorgegebener Eintrittswahrscheinlichkeit erreicht</li> <li>• Zeitreihen der in Frage 1 dargestellten Kenngrößen, insbesondere Substanzwert-, Budget-, Zustands-, Risiko- und Gebührenverlauf für die berechneten Szenarien</li> <li>• Aktualisierte Zustandsklasse aus „veralteten“ Befahrungsdaten</li> <li>• Handlungsprotokoll mit allen Berechnungsergebnissen</li> <li>• Örtliche Schwerpunkte für die Sanierung (bei Übernahme von Lagekoordinaten)</li> <li>• Grundlagen zur Erarbeitung einer Inspektionsstrategie</li> </ul>

Frage 12: Interpretation der Ausgabedaten/Hilfen des Modells, insbesondere zur Beurteilung der Prognosequalität und -sicherheit

Kohortenüberlebensmodell	
AQUA-WertMin	DynaStrat
<p>Sämtliche importierten und errechneten Daten werden in editierbaren Arbeitsblättern (20 Stück) abgelegt und daraus automatisch Drucklisten (37 Stück inklusive Fehlerprotokolle) und (Verlaufs-) Diagramme (43 Stück) erstellt. Es kann jeder Arbeitsschritt manuell nachgerechnet und anhand der Drucklisten und Diagramme kontrolliert werden.</p> <p>Datenstatus aller Arbeitsschritte (insgesamt 14 Stück vom Import bis zur Strategie).</p> <p>Eingriffe in die Arbeitsblätter aktualisieren bzw. setzen den Datenstatus bis auf die Plausibilität zurück. Fehlerprotokolle für jeden Arbeitsschritt.</p> <p>Hilfe (F1-Taste) mit Inhaltsverzeichnis (Explorer), Indexsuche und Stichwortsuche.</p> <p>Programmhandbuch mit dem „Leistungsumfang des Programms“ und „Generellen Arbeitsablauf“ für alle Arbeitsschritte und deren Abhängigkeiten.</p> <p>Übungsdatei zur Nachrechnung der Projektdemodatei.</p> <p>Download der Vollversion aus der Homepage &lt;<a href="http://www.kanal-software.de">www.kanal-software.de</a>&gt;</p> <p>Ohne Dongle ist die Vollversion eine kostenlose Viewerversion.</p>	<p>Die Überprüfung der Prognosequalität kann von jedem Netzbetreiber ohne vertiefte statistische Kenntnisse durchgeführt werden. Es ist lediglich das Klassifizierungsergebnis einer Stichprobe [IST] mit den entsprechenden Vergleichszahlen der früheren Prognose [SOLL] gegenüber zu stellen.</p> <p><b>Stichprobe:</b> Erforderlich sind Wiederholungsinspektionen mit Zustandsklassifizierung im Umfang von mindestens 100 Haltungen, die nach der Erstellung der Prognose durchgeführt wurden. Überprüfungsrelevant sind die ganzzahligen Prioritätsklassen (PK_IST) und Substanzklassen (ZK_IST). Die vergleichsrelevanten prognostizierten Klassen stützen sich auf die Ergebnisse der vorletzten Befahrung, die im Regelfall etwa 10 Jahre alt sind. Überprüfbar ist also die Prognosequalität über einen Zeitraum von 10 Jahren.</p> <p><b>Prüfkriterium:</b> Der Längenbesatz der Zustandsgruppen ZG_1 vordringlicher Substanzschaden und ZG_2 vordringlicher Reparaturschaden sollte sich zwischen SOLL- und IST-Wert nur wenig unterscheiden. .</p>
Markovmodell	
GompSoft	STATUS
<p>Alle den Modellen zugrunde liegenden mathematischen Funktionen sind offen gelegt und mehrfach national und international veröffentlicht worden (siehe z. B. Referenzen zu Frage 7).</p> <p>Mit einem Chi<sup>2</sup>-Test wird bei der Parametereichung die Signifikanz der die Alterung bestimmenden Einflussfaktoren geprüft.</p> <p>Es werden grafische und parametrische Auswertungsmöglichkeiten für die Genauigkeit der Kalibrierung der Alterungsfunktion angeboten.</p> <p>Die Kalibrierung des Alterungsmodells kann anhand einer ex-post-Prognose (Hochrechnung aus der Vergangenheit auf den aktuellen Zustand) überprüft werden.</p>	<p>Alle den Modellen zugrunde liegenden mathematischen Funktionen sind offen gelegt und mehrfach national und international veröffentlicht worden.</p> <p>Prognosen sollen bei ähnlichen Daten ähnliche Ergebnisse liefern und damit stabil sein. Zum anderen sollten die Ergebnisse den tatsächlichen Netzalterungsprozess so präzise wie möglich abbilden.</p> <p>Das Prognosemodell von „STATUS“ wird mithilfe von verfügbaren Wiederholungsinspektionen überprüft. Dabei wird durch die Gegenüberstellung der auf der Basis von Erstinspektionen prognostizierten Werte mit den tatsächlichen Werten der Wiederholungsinspektionen die Altersentwicklung verifiziert (Ex-Post-Prognose).</p> <p>Bei der netzindividuellen Modellierung des Alterungsverhaltens werden die Ergebnisse der Modellierung (identifizierte Haltungsgruppen ähnlichen Alters) nachträglich zusätzlich anhand der Erfahrungswerte der Netzbetreiber überprüft und ggf. Neumodellierungen angestoßen.</p>

Frage 12: Interpretation der Ausgabedaten/Hilfen des Modells, insbesondere zur Beurteilung der Prognosequalität und -sicherheit (fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ein- und Ausgabedaten sowie Programmparameter sind vom Anwender einsehbar und konfigurierbar (White-Box-Konzept)</li> <li>• Entscheidungsmatrix zur Bestimmung der Sanierungsalternativen sind in Zusammenarbeit mit dem Netzbetreiber konfigurierbar (Betreiberprofil)</li> <li>• Protokollierung aller Ergebnisse haltungsweise (auch eine manuelle Modifikation durch den Bearbeiter über die grafische Benutzerschnittstelle ist möglich)</li> <li>• Entscheidungsfindung jederzeit nachvollziehbar</li> <li>• Analyse der Güte der verwendeten Verteilungsfunktionen.</li> </ul> <p>Für mittelfristige Prognosen mit einem Zeitrahmen zwischen 10 bis maximal 20 Jahre besteht aufgrund des haltungsweisen und konkret am Sanierungsaufwand praxisnah orientierten Ansatzes eine hohe, insbesondere lokale Prognosegenauigkeit. Für langfristige Prognosen über 30 Jahre hinaus sind die Auswirkungen unterschiedlicher Strategien quantifizierbar sowie maßgebliche Kenngrößen ermittelbar.</p> <p>Das Programm ermöglicht Risiko- und Sensitivitätsanalysen durch Parametervariation und die Betrachtung unterschiedlicher Szenarien (prognostizierte Nutzungsdauer der Sanierungsarten, Sanierungsumfang, Variation der erwarteten Zustandsverschlechterung).</p>	<p>Sämtliche Ein- und Ausgabedaten sowie die verwendeten Programmparameter sind vom Auftraggeber anpassbar und einsehbar.</p> <p>Die Entscheidungsgrundsätze zur Auswahl der Sanierungsart bilden nachvollziehbar die Präferenzen des Netzbetreibers ab.</p> <p>Sämtliche Ergebnisse werden haltungsscharf geführt und sind zum Zwecke der Plausibilitätsprüfung jederzeit einsehbar.</p> <p>Möglichkeit der Modellverifikation durch gezielte Szenarienberechnung zur Nachbildung bekannter Budgets oder Netz-Konfigurationen.</p> <p>Evaluation von Wiederholungsbefahrungen zur Modellverifikation.</p> <p>Das Modell ermöglicht Sensitivitätsanalysen entscheidungsrelevanter Parameter.</p> <p>Transparente Vorgehensweise auf Basis der Grundsätze zur Erarbeitung einer operativen Sanierungskonzeption. Dadurch hohe Transparenz und Genauigkeit lokal und für kurz- und mittelfristige Prognosen (10 – 20a). Für langfristige Prognosen werden Auswirkungen unterschiedlicher Strategien aufgezeigt, quantifiziert sowie Tendenzen aufgezeigt, aus denen wichtige strategische Kenngrößen abgeleitet werden können (z. B. Budgetkorridore, Entwicklung der Gebühren usw.).</p>

**Frage 13: Referenzen und praktische Anwendungsbeispiele**

<b>Kohortenüberlebensmodell</b>	
<b>AQUA-WertMin</b>	<b>DynaStrat</b>
<p><b>Download der aktuellen Referenzliste und von Artikeln, Veröffentlichungen etc. aus der Webseite</b> &lt;www.alterungsmodell.de&gt;</p> <p><b>Installationsroutine ohne Registereinträge.</b></p> <p><b>Sanierungs- und Anwenderforum.</b></p> <p><b>Telefonhotline und Anwenderschulungen.</b></p> <p><b>Projektberatungen.</b></p> <p>Multilingual mit deutscher und englischer Programmversion. Weitere Sprachen werden bei Bedarf geliefert. Dongle zur Freischaltung der Demo-, Miet- oder Vollversion. Kostenlose Viewerversion inklusive Programmhandbuch und Installationsanleitung.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Biberach a. d. Riß/H. Fischer, T: 07351 51-280</li> <li>• Bielefeld (Teilnetz)/Fr. Hauptmeier, T: 0521 51-2847</li> <li>• Bietigheim-Bissingen/H. Westram, T: 07142 74-435</li> <li>• Bramsche/H. Schulte, T: 05461 887-170</li> <li>• Bretten/H. Gruber, T: 07252 921-660</li> <li>• Erftverband/Bergheim/H. Engelhard, T: 02271 88-1242</li> <li>• Erftstadt,/H. Klinkhammer, T: 02235 409-876</li> <li>• Esslingen/H. Scheuing, T: 0711 3512-2413</li> <li>• Freudenstadt/H. Orzschig, T: 7441 890-830</li> <li>• Goslar/H. Zeyen, T: 05321 3376-14</li> <li>• Hannover (Teilnetz), T: 02271 88-1242</li> <li>• Leinfelden-Echterdingen/H. Acker, T: 0711 94786-41</li> <li>• Leipzig (Teilnetz)/H. Schröter, T:0341 969-1308</li> <li>• Mannheim (Teilnetz)/H. Eberle, T: 0621 293-5240</li> <li>• Mönchengladbach (Teilnetz)/H. Belke, T: 02166 688-3730</li> <li>• Öhringen/H. Geiger, T: 07941 68-164</li> <li>• Remscheid/H. Teiche, T: 02191 16-26 08</li> <li>• Renningen/ H. Hakius, T: 07159 924-138</li> <li>• Reutlingen/ H. Gimbel, T: 07121 303-2780</li> <li>• Singen/Fr. Richter, T: 07731 85-431</li> <li>• Wertheim/ H. Rutschmann, T: 09342 301-342</li> <li>• Wilhelmshaven/ H. Meyer, T: 04421 9685-80</li> <li>• Würzburg/H. Schlosser, T: 0931 37-4141</li> </ul>
<b>Markov-Modell</b>	
<b>GompSoft</b>	<b>STATUS</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Test bei Praxispartnern im Rahmen des EU-Projektes CARE-S</li> <li>• Untersuchungen an GompitZ am Lehrstuhl Stadtbauwesen, TU Dresden im Rahmen von Forschungsprojekten</li> </ul> <p><b>Anwendung bei Netzbetreibern:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Technische Werke Emmerich am Rhein GmbH, Hr. Antoni (2010): Bewertung des Abwassernetzes der Stadt Emmerich am Rhein</li> <li>• Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Hr. Hippe (2010): Modellierung des Alterungsverhaltens des Kanalnetzes Weilerswist</li> <li>• Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Hr. Hippe (2011): Modellierung des Alterungsverhaltens des Kanalnetzes Erftstadt</li> <li>• 2011: Anwendung in Anchorage, USA</li> </ul>	<p><b>Referenzprojekte in der strategischen Instandhaltungsplanung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanalnetz Stadt Stuttgart</li> <li>• Kanalnetz Stadt Mülheim a. d. Ruhr</li> <li>• Kanalnetz Stadt Bottrop</li> <li>• Kanalnetz Stadt Düsseldorf</li> <li>• Kanalnetz Stadt Bergkamen</li> <li>• Kanalnetz Stadt Remscheid</li> <li>• Vergleichsrechnung der Instandhaltungskosten zur Gebührekalkulation für das Kanalnetz der Stadt Santiago, Chile</li> <li>• Kanalnetz Stadt Lünen</li> <li>• Entwässerungsdurchlässe des North-South Expressways, Malaysia</li> <li>• Kanalnetz Stadt Kempten</li> <li>• Trinkwassernetz Stadt Ouagadougou, Burkina Faso</li> <li>• Optimierung des Wasser- und Abwassernetzes von Ain al Basha (Jordanien)</li> <li>• Kanalnetz Stadt Lünen</li> <li>• Kanalnetz Stadt Gladbeck</li> </ul> <p><b>Forschungsprojekte:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bestimmung von Kostensenkungs-/Einsparpotenzialen bei Untersuchung und Sanierung öffentlicher und privater Abwasseranlagen am Beispiel der Stadt Dortmund</li> </ul>

Frage 13: Referenzen und praktische Anwendungsbeispiele (fortgesetzt)

Nutzungsdaueroptimierungsmodell	
kokas	StratIS-kanal
<p>Das Modell •••kokas• wird seit 1997 angewandt und laufend fortentwickelt. Es wurde bereits in zahlreichen Projekten zur Strategieplanung sowie generellen Sanierungsplanung eingesetzt. Referenzen des BMBF Verbundvorhaben Kanalsanierungsstrategie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stadtentwässerung Rosenheim</li> <li>• Stadt Neuburg an der Donau</li> <li>• Berliner Wasserbetriebe</li> </ul> <p><b>Pilotprojekte/Gutachten zur Standardisierung der Vorgehensweise</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• KWL Leipzig</li> <li>• Stadtentwässerung Dresden</li> </ul> <p><b>Generelle Sanierungsplanung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Berliner Wasserbetriebe</li> <li>• Deutsche Bahn AG, Werk Eberswalde</li> <li>• Traunstein</li> <li>• Ansbach</li> <li>• Ingolstadt</li> </ul> <p><b>Strategische Planung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Freiburg/badenova</li> <li>• Xella</li> <li>• basf Ludwigshafen</li> <li>• Berliner Wasserbetriebe</li> <li>• KWL Leipzig</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Universität der Bundeswehr, München: 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</li> <li>• Ismaning (laufend)</li> <li>• Schäftlarn (laufend)</li> </ul>