

## 1 ABSTRACT

KSI-Underground entwickelt und erprobt ein multimediales Wissensmanagement-System zur Prozessautomatisierung komplexer, zeitintensiver und fehleranfälliger technischer und wirtschaftlicher Entscheidungsprozesse bei Verwaltung und Betrieb kommunaler und privater Abwassernetze.

Aufbauend auf einer umfangreichen Wissensbasis soll das vorhandene Netzmanagement analysiert und zur Generierung von neuen Daten, Informationen, Wissen sowie konkreten Handlungsanweisungen genutzt werden. Hierdurch sollen die Kommunen in die Lage versetzt werden, bedarfsgerechte Investitionsentscheidungen für die Abwassersysteme zu treffen und diese Entscheidungsprozesse kontinuierlich zu optimieren. Die Lösung soll zur Informations- und Dienstleistungsdrehscheibe für Kommunen, private Netzbetreiber, Ingenieurbüros, Bauunternehmen und Lieferanten werden.

Das Konzept der Wissensmanagement Lösung umfasst eine webbasierte Lehr-, Lern- und Arbeitsplattform („UNITRACC“), ein System zum Auf- und Ausbau einer integrierten Wissensbasis, ein Kanalmanagementsystem zur Unterstützung der Entscheidungsprozesse („Status Kanal“) und ein Agentensystem zur personenbezogenen Generierung und Bereitstellung von Wissen.

Die praktische Erprobung von KSI-Underground mit 4 Anwendern in Deutschland soll u.a. den Nachweis über erhebliche Einsparmöglichkeiten bei den hohen Kosten für Bau, Betrieb und Pflege von Kanalinfrastrukturen leisten. Die Erfahrungen können Dritten als praxisorientiertes Know-how zur Verfügung gestellt werden.

## 2 AUSGANGSSITUATION

Für die Sammlung und Ableitung von Abwasser sorgen die unterirdischen Kanalisationen, die planmäßig seit 1842 errichtet werden und das größte Anlagevermögen im Besitz der Städte und Kommunen in der Bundesrepublik Deutschland bilden. Die Verwaltung der ca. 445.000 km (Stand 2001, Quelle: ATV-DVWK) öffentlichen Abwasserkanäle ist daher ein komplexer und kostenintensiver Prozess. Hinzu kommen etwa 900.000 km privater Grundstücksentwässerungsleitungen.

Der Anteil dringend zu sanierender Schäden beträgt bei den öffentlichen Kanälen ca. 17 % und bei den privaten Abwasserleitungen ca. 40 %. Die Kosten für die Bewirtschaftung (hier Betrieb, Unterhalt und Sanierung) dieser Netze belaufen sich für die nächsten 10 Jahre auf über 100 Mrd. €. Diese Zahl verdeutlicht die enorme Bedeutung der Netzbewirtschaftung in den kommunalen Haushalten.

Die Ressource Wasser als Konsumgut, Produktionsfaktor und Umweltmedium ist (auch aus volkswirtschaftlicher Sicht) der mengenmäßig bedeutendste Stofffluß eines Industriestaates wie Österreich. 81 % der in der Gütekarte 1998 dargestellten Fließgewässer weisen eine biologische Klassifizierung der Güteklasse II oder besser auf. Erreicht wurde dies durch Sanierungsmaßnahmen, die sich in erster Linie auf die Erweiterung der Kanalnetze und den Ausbau der Kläranlagen bezogen. Die hohen Qualitätsanforderungen, die Österreich sowohl an die Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung stellt, haben österreichische Unternehmen zu Höchstleistungen motiviert. Im Bereich der Wasserver- und Abwasserentsorgung wird in Österreich für die nächsten zehn Jahre ein Finanzbedarf von über 10,9 Mrd. Euro errechnet. (In: "Water & More", Initiative der IV und des BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Sept. 2001.)



In Anbetracht dieser gewaltigen Kosten ergibt sich die Notwendigkeit zum verantwortungsvollen Umgang mit den begrenzten Finanzmitteln, welcher aber durch die Komplexität der Entscheidungsprozesse erschwert wird. Denn die in der Bundesrepublik Deutschland vorhandenen Kanalisationen spiegeln aufgrund ihres Alters alle Entwicklungsetappen wieder, so dass man heute insgesamt sehr heterogene Netze mit einer Vielfalt von Querschnittsformen und -abmessungen, Rohrwerkstoffen, Rohrverbindungen, Bettungsarten, Konstruktionsprinzipien, Bauwerken, Leitungsarten, Entwässerungsverfahren usw. vorfindet und damit eine enorme Daten- und Informationsmenge zu berücksichtigen hat.

Die Entwicklung eines multimediasbasierten Wissensmanagementsystems, welches diese komplexen Entscheidungsprozesse automatisiert bzw. durch die Verwaltung und Wissensgenerierung aus strukturierten und unstrukturierten Daten unterstützt, hätte für alle Kommunen und Netzbetreiber erhebliche Kosteneinsparpotenziale zur Folge. Die Optimierung der hierfür benötigten betrieblichen, technischen, rechtlichen und kaufmännischen Verwaltungsabläufe ist somit prädestiniert, um auch für andere kommunale Infrastrukturen wie z.B. Straßenverwaltung, Gas- und Wasserversorgung als Referenzmodell fungieren zu können.

### 3 ZIELSETZUNG

Gesamtziel des Projektes ist die Entwicklung und Erprobung eines 100 % webbasierten und multimedial aufbereiteten Wissensmanagementsystems für **Verwaltung und Betrieb kommunaler und privater Entwässerungsnetze**, nachfolgend **KSI<sub>Underground</sub>** (KSI = Kommunale Serviceplattform für Abwasser Infrastrukturen) genannt.

**KSI<sub>Underground</sub>** soll vorrangig die bei Kommunen und Netzbetreibern zur Zeit vorhandenen, erheblichen Kosteneinsparpotenziale bei Verwaltung und Betrieb kommunaler Entwässerungsnetze aktivieren, durch:

- Verknüpfung des Wissens von kleinen und mittelständischen Unternehmen, öffentlichen Verwaltungen, Forschungseinrichtungen und Hochschulen sowie sonstigen Institutionen, Verbänden etc. auf einer zentralen und professionell organisierten und betriebenen Internetplattform
- Konservierung und Sicherung von Wissen
- Wissenstransfer durch effektive und schnelle Verarbeitung, strukturierte Filterung sowie komprimierte zur Verfügung Stellung der vorhandenen Informationsmengen
- Verbesserung von Kundenbeziehungen bzw. des Verhältnisses zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer sowie Anbahnung von Kooperationen und Partnerschaften
- Erkennung und Nutzung von Synergiepotenzialen durch Vermeidung von Paralleltätigkeiten und Doppelarbeiten
- Beseitigung der bei den betroffenen Stellen vorherrschenden Wissensdefizite
- Breite Ausnutzung des auf der Plattform vorhandenen Wissensbestandes durch in diesem Bereich Tätige bzw. an diesem Gebiet Interessierte
- Automatisierung komplexer Entscheidungsprozesse
- Neugewinnung von Wissen sowie Akquirierung individueller, noch nicht publik gemachter Wissensbausteine und (Praxis-) Erfahrungen – bei Bedarf in anonymisierter Form.

### 4 STRUKTUR VON KSI<sub>UNDERGROUND</sub>

Das zu Grunde liegende Gesamtkonzept eines Wissensmanagementsystems basiert auf vier zentralen Säulen:

Webbasierte Lehr-, Lern- und Arbeitsplattform „UNITRACC“ (s. Abschnitt 4.1)

Data Management mittels Text-Mining, Sematic Web (s. Abschnitt 4.2.1)

Prozessautomatisierung „Status-Kanal“ (s. Abschnitt 4.2.2)

Agentensystem (s. Abschnitt 4.2.3).

**KSI<sub>Underground</sub>** wird als Entwicklungsbasis die Ergebnisse des Forschungsprojektes **UNITRACC**, welches im Rahmen von **Lernet** (Go2Learning) vom **BMWA** der Bundesrepublik Deutschland gefördert und durch die **DLR** (Projektträger Multimedia) wissenschaftlich begleitet wird, nutzen. Dadurch verfügt **KSI<sub>Underground</sub>** (Abb. 2) über die umfangreichste Wissensbasis im Bereich des Leitungsbaus und der Leitungsinstandhaltung, die gegenwärtig international zur Verfügung steht. Diese Wissensbasis besteht aus multimedial aufbereiteten Fachbüchern, Baustellendokumentationen, Handlungsanweisungen, Skripten, Vorlesungen, Übungen und dem kompletten Kenn- und Planzahlenwissen, welches der Leitungsbauingenieur benötigt.

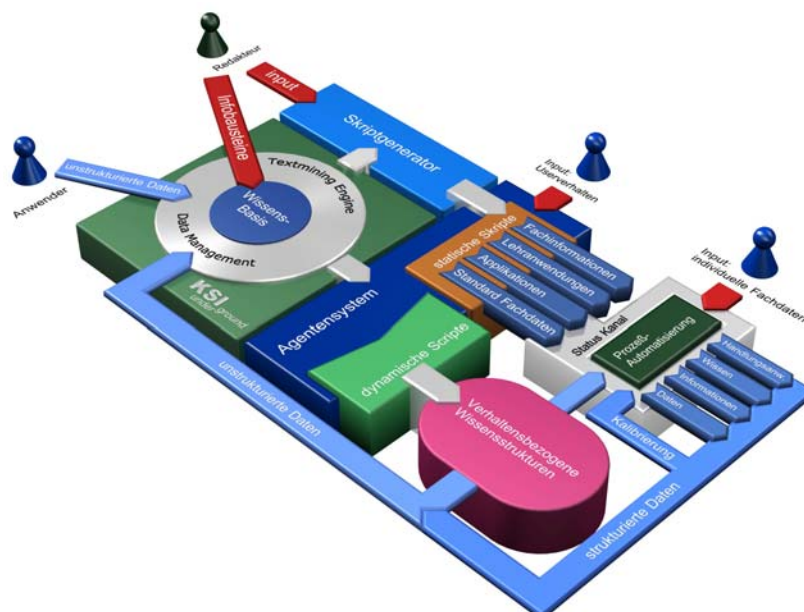


Abb. 2: Prinzipieller Aufbau von **KSI<sub>Underground</sub>**

#### 4.1 Webbasierte Lehr-, Lern- und Arbeitsplattform UNITRACC

UNITRACC, Underground Infrastructure Training and Competence Center, ist eine moderne E-Learning-Lösung mit dem Schwerpunkt Leitungsbau und Leitungsinstandhaltung. Die Zielgruppe stellt die gesamte Breite der in diesem Bereich des Tiefbaus tätigen Personenkreise dar: Facharbeiter, Techniker, Ingenieure in Ingenieurbüros und öffentlichen Verwaltungen, Studierende in Universitäten und Fachhochschulen, Teilnehmer in Aus- und Weiterbildungsinstituten sowie Auszubildende in Berufsschulen.

UNITRACC stellt ein komplementäres Angebot dar, das flexibel und individuell einsetzbar ist und im Hinblick auf Zeit und Kosten die Präsenzausbildung optimiert und ergänzt. Die Architektur dieser Plattform umfasst drei Bereiche:

- Informieren/Recherchieren im „Competence Center“
- Lehren/Lernen in der „Akademie“
- Arbeiten mit Softwaretools (ASP)

Ziele von UNITRACC sind:

- die Schaffung von Handlungskompetenz durch Bereitstellung von internationalen, den aktuellen Stand der Technik repräsentierenden Fachinformationen und wirtschaftlichen Daten
- Harmonisierung der Aus- und Weiterbildung durch Bereitstellung von Lehrmaterialien für Berufsschulen, Ausbildungszentren, Fachhochschulen und Universitäten
- die Bereitstellung von Softwaretools für Ingenieurdienstleistungen und Möglichkeiten zur Koordinierung und Abwicklung von Bau- und Forschungsprojekten.

Mit diesem Konzept wird einerseits eine zeitgemäße, betriebliche Kompetenzentwicklung gewährleistet, die den ständig wachsenden Qualifikationsanforderungen und der daraus resultierenden Notwendigkeit zu kontinuierlicher Weiterbildung entspricht. Andererseits helfen die Fachinformationen zur wirtschaftlichen, ökologischen und dem Stand der Technik entsprechenden Lösung aktueller Probleme und Aufgaben.

Die Integration der daten- und informationsverarbeitenden Arbeitsmittel in Ausbildungsinhalte und der effiziente Einsatz multimedialer Lernangebote ist die Herausforderung für eine webbasierte E-Learning und E-Working – Multifunktionsplattform wie UNITRACC. Das Konzept geht über das Angebot einer passiven Informationsaufnahme hinaus durch die Möglichkeiten eine Lernkompetenz zu erwerben, die eine eigenständige Orientierung und Fragestellungen mittels handlungsbezogenen, entdeckenden und selbständigen Lernens beinhaltet. Die größte Bedeutung bei der Schaffung von Handlungskompetenzen besitzen die Medien in Form von Normen und Regelwerken, Fachbüchern und –zeitschriften, Nachschlage- und Tabellenwerken, Dokumentationen, Firmeninformationen, Fachinformations- und Entscheidungshilfesysteme, denen sich der planende oder mit einer speziellen Aufgabe befasste Ingenieur in der Praxis zur Lösung eines Problems bedient.

Das Konzept von UNITRACC basiert auf der Bereitstellung einer zeitlich und räumlich unabhängigen Dienstleistungsplattform, die zielgruppen- und problemsensitiv eine „all in one hand“-Lösung zur Unterstützung des Arbeits- und Lernprozesses liefert.

**Zielgruppensensitiv**, weil Inhalte und Applikationen individuell auf Lern- und Qualifizierungsniveau des Nutzers angepasst werden. Dies ist wegen der Breite der Zielgruppe erforderlich, in der alle Instanzen von Berufsschulen bis zu Universitäten, Unternehmen und öffentlichen Verwaltungen enthalten sind.

**Problemsensitiv**, weil Applikationen individuell zur Aufgabenstellung bereitgestellt werden.

**„All in one hand“**, weil UNITRACC Lernen und Arbeiten verbindet, die erforderlichen Informationen, Daten und Applikationen an einer zentralen Stelle zur Verfügung stellt.

Alle Bereiche und Dienste werden mit Hilfe einer komplett webbasierten Unternehmens- und Projektmanagementsoftware betrieben und verwaltet. Für die Kommunikation zwischen allen Beteiligten stehen alle bekannten Kommunikationsmedien, wie E-Mail, Chat, Foren, etc. zur Verfügung.

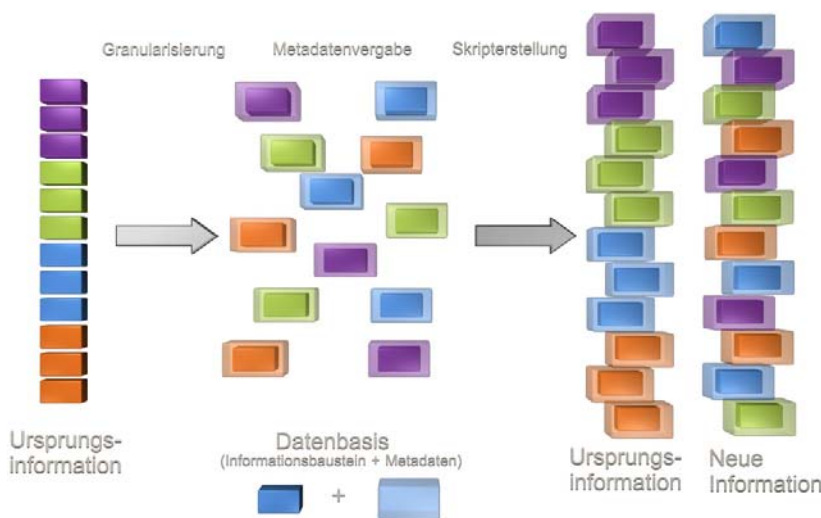


Abb. 3: Prinzip der Granularisierung, Metadatenvergabe und Neukombination von Informationsbausteinen

Die fachlichen Informationen und Applikationen liegen nicht als monolithische Blöcke vor, sondern werden in einem sog. Granularisierungsverfahren in kleinste Datenfragmente (**Informationsbausteine**) zerteilt (Abb. 3). Diese werden zur fachlichen und zielgruppenspezifischen Zuordnung mit Metadaten versehen und in der UNITRACC-Datenbank abgelegt. Anschließend werden die Informationsbausteine über Skripte der Datenbank bedarfsgerecht zu den verschiedensten Informations-, Lehr- und Lernmodulen sowie Applikationen zusammengesetzt und so dem Nutzer auf der Plattform zur Verfügung gestellt. Das Datenbankkonzept gewährleistet hierbei die Vermeidung von Redundanzen, da alle Infobausteine nur einmal vorkommen, aber beliebig oft verwendet werden können.

Ein webbasiertes Content Management System bietet den Nutzern von UNITRACC zusätzlich die Möglichkeit, eigene Inhalte in die Plattform zu integrieren.

#### 4.1.1 Competence Center

Im Competence Center werden vielseitige Handlungskompetenzen in Theorie und Praxis online kombiniert. Den Kern dieses Centers bildet eine umfassende, multimedial aufbereitete Datenbasis, die sich u.a. aus folgenden Modulen zusammensetzt, deren Inhalte in granularisierter Form die Basis für die UNITRACC-Datenbank bilden:

- multimediale Fachinformationssysteme
- Dokumentationen
- Handlungsanweisungen
- Bautabellen.

Multimediale Fachinformationssysteme stellen das Fachwissen didaktisch aufbereitet mit Hilfe multimedialer Elemente wie Videos, Computeranimationen und –simulationen dar. Durch diese Darstellungsformen bieten sie einen großen Spielraum für die Präsentation der Informationen. Beispielsweise werden die multimedial aufbereiteten Bilder als technische und als fotorealistic Darstellung präsentiert (Abb. 4).

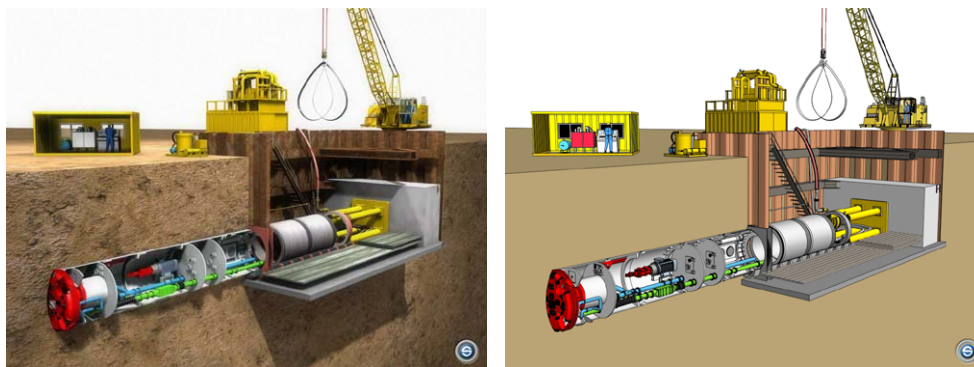


Abb. 4: Prinzip der Bilddarstellung (links: fotorealistic, rechts: technisch)

Die Fachinformationssysteme basieren auf den aktuellen Auflagen der Fachbücher von Prof. Dr.-Ing. Dietrich Stein. **Instandhaltung von Kanalisationen**, 941 Buchseiten, ist eine umfassende Bestandsaufnahme über die technische Entwicklung und Normung auf dem Gebiet der Instandhaltung von Kanalisationen mit den Schwerpunkten Wartung, Reinigung, Inspektion und Sanierung.

Ziel des Fachbuches **Grabenloser Leitungsbau**, 1000 Seiten, 1500 Einzelabbildungen und 329 Tabellen ist es, die Durchsetzung des grabenlosen Leitungsbaus durch eine fachlich fundierte und auf dem neuesten Stand der Technik basierende Wissensvermittlung zu unterstützen. Angesichts der zahlreichen Nachteile, welche durch die Verlegung in offener Bauweise verursacht werden, und des wachsenden Umweltbewusstseins der Bevölkerung ist es zwingend notwendig, in Zukunft viel stärker als bisher den grabenlosen Leitungsbau als Alternative bei der Planung und Bauausführung von Leitungen und Leitungsnetzen bzw. -netzgebieten zu berücksichtigen.

**Der begehbare Leitungsgang**, 497 Seiten, 292 Abbildungen und 97 Tabellen behandelt den begehbaren Leitungsgang aus bautechnischer, sicherheitstechnischer, ökologischer, ökonomischer und juristischer Sicht unter Nutzung internationaler Erfahrung der Praxis.

Durch Aufbau von Partnerschaften, national wie international, wird die Bildung von Kompetenznetzwerken mit Instituten und Weiterbildungseinrichtungen mit dem gemeinsamen Ziel der Bildungsförderung angestrebt.

Die englischen Übersetzungen dieser anerkannten Standardwerke bilden die Grundlage für die Wissensbasis der internationalen Plattform.

#### 4.1.2 Lehren und Lernen in der Akademie

Im Bereich Akademie steht die Authentizität der Daten im Vordergrund. Alle Lehrinhalte für die Zielgruppen werden in Abhängigkeit des Nutzerprofils, d.h. von Lernniveau, Lernzielen, Lernstrategien, dynamisch aus der Datenbank generiert und können mit Hilfe eines Redaktionssystems je nach Bedarf vom Lehrenden an die aktuelle Lernsituation angepasst und ergänzt werden. Damit wird nicht nur die Wissensvermittlung, sondern auch die Wissensdokumentation für den Lehrenden erleichtert.

Alle Lerninhalte für die Zielgruppen werden in Abhängigkeit zum Nutzerprofil, d.h. von **Lernniveau, Lernzielen, Lernstrategien**, dynamisch aus der Datenbank generiert und können mit Hilfe eines Redaktionssystems beliebig vom **Lehrenden** an aktuelle Lernsituationen angepasst und ergänzt werden. Damit wird nicht nur die Wissensvermittlung, sondern auch die Wissensdokumentation für den Lehrenden erleichtert. Für die Lerninhalte werden Skripte, dokumentierte Foliensammlungen sowie Übungen und Tests zur Verfügung gestellt. Virtuelle Vorlesungen und E-Seminare sind weitere Modelle zur Veranschaulichung der Lerninhalte.

Das Kursmanagement als Bestandteil der Akademie ist ein profil- und kontextbasiertes Serviceangebot für die Kursverwaltung und -erstellung. Der Lehrende kann über die Kursverwaltung die Kurse für seine Schüler sowohl steuern und verwalten als auch die möglichen Lernwege und die Art und Weise des Kursverlaufs bestimmen.



Der Kurseditor dient der Entwicklung von Lernmodulen, die alle Komponenten eines Kurses wie Textpräsentation, Grafiken, Links, Fragen, Bilder, Animationen usw. vereinen und unterstützt somit die Lehrenden bei der Erstellung von Content und dessen Beschreibung mit Metadaten (Daten über den erstellten Content, z.B. Länge, Inhalt, verwendete Medien etc.). Die Lernmodule können mit eigenen Inhalten kombiniert und/oder als Infobausteine aus dem gesamten Datenbestand von UNITRACC gewonnen werden.

UNITRACC bietet für die Erstellung eines Kurses verschiedene Suchmöglichkeiten an, so dass der Lehrende mit minimalem Zeitaufwand die Kurse optimal nach Länge, Inhalten, Eigenschaften, Schwierigkeitslevel zusammenstellen kann. Alle Inhalte können auf das Profil der Lernenden abgestimmt und über Evaluationstools kann für jeden einzelnen Schüler der Lernerfolg festgehalten werden.

Die über diese Form des Wissensaustausch erzeugten Informationen werden gesichert, archiviert und für die User im Zusammenhang mit dem betreffenden Content zugänglich gemacht – insofern ein Autor seine Freigabe erteilt hat.

Alle in UNITRACC verwendeten Medientypen wie Bilder, Animationen, Virtuelle Baustellen, Videos, Simulationen und Streaming Media stehen dem Lehrenden hierfür zur Verfügung und können über die Mediengalerie schnell und gezielt gefunden und in die Kurse integriert werden.

Eine besondere Darstellungsform sind die „**Virtuellen Baustellen**“, diese stellen mit hohem Animationsgrad und realitätsnah Verfahrensabläufe vom Aufbau einer Baustelle bis zu deren Räumung dar.

Die „**Interaktiven Baustellen**“ stellen mit Hilfe umfangreicher 3D-Szenarien Praxissituationen nach und gewähren dem Anwender virtuelle Übungsräume. Durch den hohen Freiheitsgrad der Interaktion wird vom Anwender ein hohes Maß an Entscheidungskompetenz gefordert bzw. geschult. Falsche Entscheidungen führen wie in der Praxis oft erst später zu Fehlern. Die „Interaktiven Baustellen“ sind modular aufgebaut, so dass neben der Variation von Parametern (z.B. Durchmesser der Leitung, Tiefenlage, Grundwasserstand) auch die Anzahl und Reihenfolge der Module durch den Ausbilder bestimmt werden können. Die hier beschriebenen Medientypen stellen nur einen Teil der in UNITRACC verwendeten dar.

## 4.2 KSI<sub>Underground</sub> als Wissensmanagementsystem

Auf UNITRACC aufbauend, wird KSI<sub>Underground</sub> um drei wesentliche Prozesse erweitert werden:

**Management strukturierter und unstrukturierter Daten:** Upload von unstrukturierten Daten und deren Umwandlung in Infobausteine zum Ausbau der Wissensbasis sowie zur Optimierung der Kontextbezüge und Kategorien aller Infobausteine

**Automatisierung von Prozessen („Status-Kanal“):** Prozessautomatisierung komplexer, zeitintensiver und fehleranfälliger technischer und wirtschaftlicher Entscheidungsprozesse bei Verwaltung und Betrieb kommunaler und privater Entwässerungsnetze durch Überführung, Visualisierung, Nachführung und Editierung der vorhandenen Daten in Kombination mit Fremddaten (amtliche Vermessung etc.) und die Generierung von neuen Daten, Informationen, Wissen sowie konkreten Handlungsanweisungen

**„Agentensystem“:** Generierung von verhaltensbezogenen Wissensstrukturen durch Evaluierung der Art und Weise, wie der User das System benutzt, mit dem Ziel der aktiven Wissensbereitstellung.

### 4.2.1 Data Management: Management strukturierter und unstrukturierter Daten

Dieser Prozess beinhaltet die Erweiterung der bestehenden Wissensbasis durch allgemeine oder persönliche Dokumente in diversen Formaten (Word, PowerPoint, PDF, TXT) sowie deren Umwandlung in Infobausteine. Es sollen zwei Varianten betrachtet werden, wobei nur Variante A nachfolgend erläutert wird.:

**Variante A:** Verwendung von Text-Mining zum Analysieren und Aufbereiten der unstrukturierten Daten aus den externen Dateien und Transformation zum Infobit.

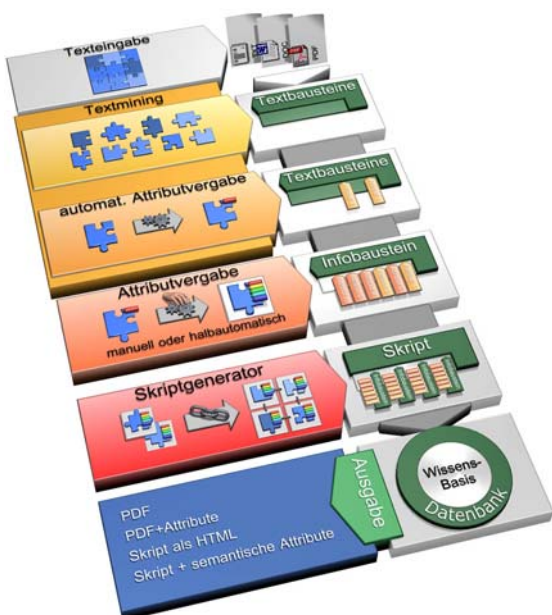
**Variante B:** Erstellung eines vereinfachten *Semantic Web* zur Nutzung aller unstrukturierten Informationen. Dabei werden die strukturierten Informationen nicht direkt berücksichtigt.

#### Variante A: Nutzung Text-Mining (Abb. 5)

**Upload:** Externe Dateien werden vom Benutzer auf die Plattform abgelegt

**Analyse von Einzeltexten:** Die unstrukturierten Informationen der Datei werden analysiert. Dabei werden die Textbausteine extrahiert und normalisiert, z.B. durch Erkennung des Datenformates oder der Sprache bzw. durch Hinweise auf Dokumentstruktur.

**Merkmalsextraktion:** Ziel ist die Hervorhebung wichtiger Ausdrücke sowie die Extraktion von repräsentativen Wörtern und Sätzen. Die Textbausteine werden dabei in Worte zerlegt. Aufgrund von Regeln (beispielsweise aus Wörterbüchern) können verschiedene Formen der Wörter auf eine Stammform zurückgeführt und eine Merkmalmatrix aufgebaut werden. Spalten dieser Matrix sind beispielsweise die



Wortklasse und die Häufigkeit des Vorkommens eines Wortes. Die Häufigkeit wird mit dem Textumfang normalisiert, damit ein Vergleich von Zeilen verschiedener Matrizen stattfinden kann.

**Analyse von Textkollektionen bzw. Textklassifikation:** Ziel dieser Analyse ist die Aufbereitung von Zusammenhängen (oder ggf. Unterschieden) von Textbausteinen, um die Dokumente in ein vorgegebenes Schema einzuordnen. Ein System zur Textklassifikation besteht aus Komponenten zum Wissenserwerb und zur Klassifikation. Der Wissenserwerb kann dabei vom Experten manuell durchgeführt oder mit lernenden Systemen teilautomatisch anhand von Trainingsbeispielen realisiert werden. Im zweiten Beispiel werden von Experten Regeln aufgestellt und über intelligente Algorithmen (Fuzzy-Logik, Neuronale Netze oder eine entsprechende Kombination der Neuronalen Fuzzy-Systeme) optimiert.

**Informationsextraktion:** Ziel dieser Extraktion ist das Erwerben und Strukturieren von Informationen aus den Texten. Die Relevanz wird dabei vom Experten und/oder System in Form von Regeln vorgegeben. Die Eingabe dieser Extraktion ist dabei die Menge von Merkmalen und von freien Textdokumenten; die Ausgabe sind die Werte für diese Merkmale.

**Textzusammenfassung:** Nach der Extraktion werden die Werte der Merkmale auf die wichtigsten Punkte reduziert. Als Ergebnis bekommt man die reduzierte Repräsentation, aus der die externe Zusammenfassung produziert wird.

**Transformation zum Infobit/Skript:** Abschließend werden die reduzierten Informationen inklusive einer Kategorisierung zum Informationsbaustein bzw. Skript zusammengesetzt und stehen im System als neue Information zur Verfügung.

#### 4.2.2 Prozessautomatisierung

Betrieb und Unterhalt der unterirdischen Entsorgungsnetze gehören zu den komplexesten kommunalen Aufgabengebieten. Die historisch gewachsenen Netze spiegeln die technische Entwicklung der letzten 100 Jahre wieder. Diese Situation und die geringe Datenbasis zur Beschreibung der baulichen Verhältnisse erschweren die bedarfsorientierte, fachlich richtige betriebliche Steuerung der Entwässerungsnetze.

Das „**Status-Kanal**“-Modul (Abb. 6) soll daher die Automatisierung dieser komplexen, zeitintensiven und fehleranfälligen technischen und wirtschaftlichen Entscheidungsprozesse für Inspektion und Sanierung, die Überführung, Visualisierung, Nachführung und Editierung der vorhandenen Daten in Kombination mit Fremddaten (z.B. amtliche Vermessung) und die Generierung von Informationen und Wissen, z.B. in Form von Handlungs- und Dienstabweisungen, ermöglichen. Dieser Output wird der Wissensbasis zugeführt. Betriebsabläufe werden dadurch wiederholbar und über die Zeit optimierungsfähig. Bei ausreichender Anzahl an evaluierten Entwässerungsnetzen wird davon ausgegangen, dass mit Hilfe der Wissensmanagement-Komponenten die Übertragbarkeit auf andere Netzstrukturen auch **ohne** ausreichende Datenbasis möglich wird. **KSI<sub>Underground</sub>** wird somit das „Betreiberwissen“ **automatisch ergänzen und übertragbar machen** und damit eine Konservierung und Fortschreibung von Erfahrungswissen gewährleisten.

**Beispiel** für die Optimierung bzw. Kalibrierung von Informationen und Wissensgenerierung am Beispiel der Prognose von Schadensentwicklungen:

Der bauliche Zustand von Abwasserleitungen wird mittels TV-Inspektion erfasst und in einem Datenblatt niedergeschrieben. Auftretende Schäden werden mithilfe eines standardisierten Kürzelsystems beschrieben. Bestandteil von **Status-Kanal** sind Modelle, welche die Veränderung von Schäden durch Alterung oder äußere Einflüsse beschreiben (Veränderungsmodelle). Dadurch wird es möglich, die Veränderung eines Schadens basierend auf einem vorliegenden Schadensbericht für einen zu wählenden Zeithorizont zu prognostizieren. Wird in einem Abstand von n Jahren die Abwasserleitung neu inspiziert, können diese Informationen zur Kalibrierung der Alterungsmodelle genutzt werden. Je mehr Wiederholungsinspektionen nun mit dem System verglichen werden, desto genauer wird die Prognose.

Somit wird aus der Information über den Schaden Wissen über das Verhalten der Abwasserleitung in der Zukunft gewonnen.

Mit diesem Wertschöpfungsprozess ist dieses Konzept insbesondere für alle Städte und Kommunen national und international interessant, die über keine qualifizierte Datenbasis verfügen. Zur Realisierung sollen im Rahmen des Forschungsprojektes Fuzzy-Entscheidungssysteme und künstliche Neuronale Netze mit dem Ziel kombiniert werden, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem Fuzzy-Entscheidungssysteme optimiert werden können, ohne dass zusätzliches Expertenwissen notwendig wird.

Die konsequente webbasierte Umsetzung realisiert darüber hinaus die Forderung, kommunale Prozesse mittels eGovernment-Lösungen zu optimieren. Durch die Bereitstellung in Form des „Application Service Providing“ werden die Dienstleistungen für alle Kommunen und Ingenieurbüros, unabhängig von ihrer Größe, individuell angepasst und zugänglich gemacht.

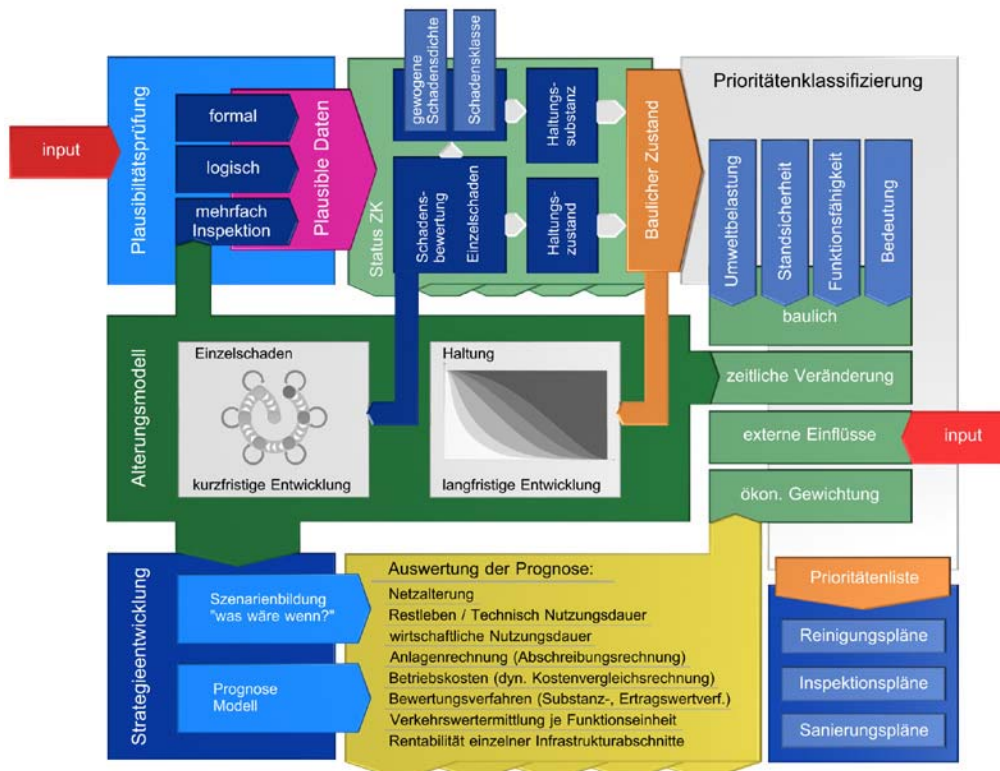


Abb. 6: Schematischer Aufbau von Status Kanal

#### 4.2.3 Agentensystem

Die Integration des Agentensystems (Abb. 7) in KSI<sub>Underground</sub> verfolgt mehrere Ziele.

Dem Nutzer sollen je nach aktuellem Arbeitskontext weiterführende Informationen aus anderen Bereichen der Plattform angeboten werden. Dadurch soll seine Arbeit unterstützt oder einfach nur seine Aufmerksamkeit auf andere relevante Aspekte gelenkt werden.

Weiterhin werden KSI<sub>Underground</sub> durch das statistische Auswerten der Nutzeraktionen („Usage Mining“) und seiner Reaktionen auf die vom Agentensystem aktiv bereitgestellten Informationen zusätzliche, neue Informationen zugeführt und damit eine autonome Erweiterung der Wissensbasis erreicht.

Die Erweiterung der Wissensbasis basiert dabei auf der Tatsache, dass die Verknüpfung von Informationen selbst einen neuen Informationsgehalt in sich trägt. Die Verknüpfung kann kausale oder parallele Zusammenhänge aufdecken oder auch Präferenzen oder Trends erkennbar machen.

Zur Steigerung der Qualität der Informationen werden automatische und nutzeraktive Maßnahmen ergriffen. Zunächst wird versucht zufällige Verknüpfungen ohne Informationsgehalt durch Schwellwerte zu eliminieren. Verknüpfungen, die keinen Sinn machen, werden von Nutzern nicht verfolgt und werden per Verfallsdatum gelöscht.

Andererseits hat jeder Nutzer die Möglichkeit, die Ergebnisse des Agentensystems zu bewerten und zu kommentieren. Dieses "demokratische" System sollte bei Überschreitung einer kritischen Nutzermasse die Qualität der Informationen ebenfalls verbessern.

Neben der passiven Arbeitsweise des Systems (Nutzer arbeitet in seinem Kontext und bekommt an einer festen Bildschirmposition weiterführende Informationen), kann man auch direkte Anfragen an das Agentensystem stellen. Ohne einen konkreten Vorgang in der Plattform kann das System zur Recherche oder zum offenen "Browsing" benutzt werden. Die Arbeitsweise der Anfragenbearbeitung ist analog zu der oben beschriebenen.

Zusammenfassend lässt sich das geplante Agentensystem als eine Komponente von KSI<sub>Underground</sub> beschreiben, welche die Arbeit der Nutzer aktiv unterstützt und die ohne redaktionellen Aufwand die Quantität und Qualität der Wissensbasis erhöht.

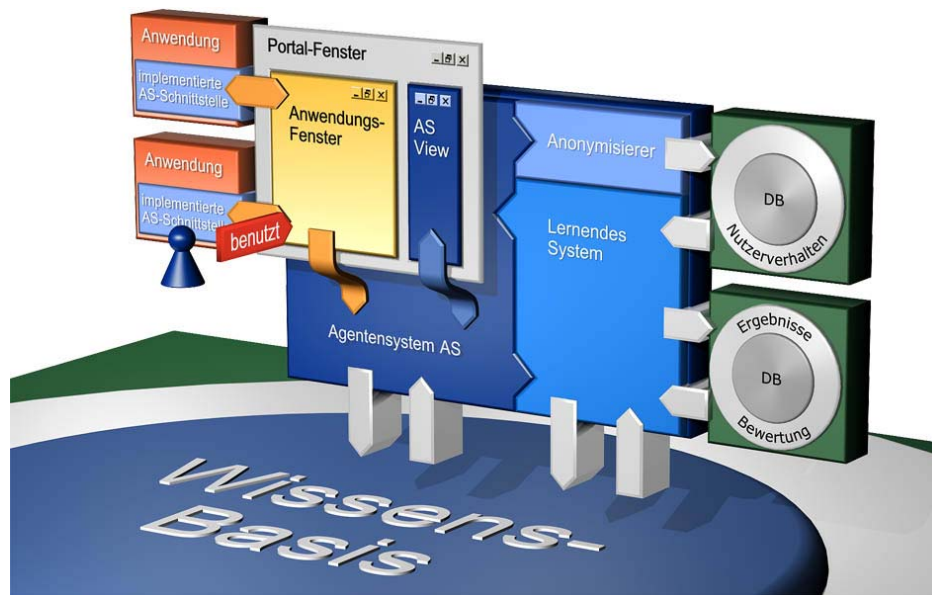


Abb. 7: Prinzipdarstellung der Wirkungsweise des Agentensystems

## 5 ZUSAMMENFASSUNG

Eine funktions- und leistungsfähige Infrastruktur ist ein wesentlicher Standortfaktor im nationalen und internationalen Wettbewerb der Regionen. Mit dem gestiegenen Umweltbewusstsein und den damit einhergehenden Verschärfungen der gesetzlichen Bestimmungen sind auch die Anlagen zur Sammlung und Ableitung (Kanalisationen) sowie zur Behandlung von Abwasser (Kläranlagen) als ein diesbezüglich wichtiger Faktor identifiziert worden.

Unter diesen Aspekten und der besonderen Bedeutung der Entwässerungsnetze als standortrelevanter Faktor erfüllt **KSI<sub>Underground</sub>** im ausnehmenden Maße Forderungen nach Referenzmodellen und Steigerung der Wertschöpfung von mittelständischen Unternehmen und öffentlichen Verwaltungen. Dies wird im Besonderen darin deutlich, dass angesichts des Anlagevermögens (Wiederbeschaffungswert) von Entwässerungsnetzen es dringend geboten ist, diese mit modernen Methoden effizient und gesetzeskonform zu verwalten, zu betreiben und instand zu halten. Ziele sind daher einerseits die Sicherung des Anlagevermögens, d.h. mindestens Ausgleich des Werteverzehrs infolge Betrieb und Abnutzung durch Maßnahmen der Instandhaltung, sowie Sicherstellung der Einhaltung der vom Gesetzgeber vorgeschriebenen ökologischen Randbedingungen und Anforderungen. Die darüber hinaus verfolgte Zielstellung der Prozessautomatisierung der komplexen Verwaltungs- und Betriebsabläufe einerseits und der Konservierung, Ergänzung, Fortschreibung und Distribution des gesammelten Betreiber-Know-hows andererseits ermöglicht die Integration der o.g. Aspekte in betriebliche Abläufe.

Die wesentlichen Vorteile von **KSI<sub>Underground</sub>** – auf der Basis des bereits mit UNITRACC Erreichten – liegen in ihrer strukturrelevanten Bedeutung, dadurch dass **KSI<sub>Underground</sub>** als eGovernmentlösung in Form des application service providing für alle Kommunen, unabhängig von ihrer Größe, individuell angepasst und zugänglich gemacht wird. Durch die Schaffung einer eGovernmentsoftware zum Management der Entwässerungsnetze unterstützt **KSI<sub>Underground</sub>** somit maßgeblich die Entwicklung der Kommunen zu modernen, effizienten Dienstleistungsstandorten.

## 6 LITERATURVERZEICHNIS

- Berger, C., Lohaus, J., Wittner, A., Schäfer, R. (2002). Zustand der Kanalisation in Deutschland – Ergebnis der ATV-DVWK-Umfrage 2001, KA-Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall 49 (2002), H.3, S.302-311
- Daten zur Umwelt 2000 (2003). [www.umweltbundesamt.org/dzu/default.html](http://www.umweltbundesamt.org/dzu/default.html), Stand 31.03.2003
- Europäische Kommission: Lebenslanges Lernen (2003). <http://europa.eu.int/comm/education/life/>, Stand 31.03.2003
- Digitales Marketing in Bildungsunternehmen (1998). In: Schröder, H./ Wazel, G. (Hrsg.): Fremdsprachenlernen und interaktive Medien, Frankfurt 1998
- Stein, Dietrich (1998). Instandhaltung von Kanalisationen, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 1998
- Stein, D. (2001). Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2001
- Stein, D. und Stein, R. (2000). Fachinformationssystem - Instandhaltung von Kanalisationen (CD-Rom), Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2000
- Stein, D.; Stein, R. (2001). Technical Information System - Rehabilitation and Maintenance of Drains and Sewers, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2001
- Stein, Dietrich (2003). Grabenloser Leitungsbau, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2003
- Stein, Dietrich (2002). Der begehbare Leitungsgang, Ernst & Sohn Verlag, Berlin 2002