

Finanzierung und Werterhaltung von Kanälen

Selektive Kanalinspektion als Grundlage zur Ermittlung der Zustands- und Kostenentwicklung des Kanalnetzes im VW-Werk Wolfsburg

Edgar Hartwig, Wolfsburg; Roland Krug, Saarbrücken;

Zusammenfassung

Durch die schleichende Netzzustandsverschlechterung haben herkömmliche flächendeckende Kanalinspektionen nur dann einen Sinn, wenn eine schnelle Umsetzung des Sanierungskonzeptes innerhalb von drei bis fünf Jahren gewährleistet ist. Dieser Zielkonflikt wird bei größeren Kanalnetzes insbesondere bei Industriebetrieben durch die Aufrechterhaltung der Produktion und betrieblichen Logistik und dem Umfang der unterlassenen Instandhaltung (Erneuerungsrückstau) noch verschärft.

Um kurzfristig eine verlässliche Kosten- und Zustandsentwicklung zu dokumentieren, wurde für das rund 120 km lange Hauptsammlernetz des VW-Werkes Wolfsburg eine selektive Inspektionsstrategie gemäß der DIN EN 752, Teil 5 vom Nov. 1997 durchgeführt. Die verschobene Erstinspektion wird dann unmittelbar vor der Sanierung nachgeholt. Durch diese Vorgehensweise können mit erheblich geringerem Kostenaufwand von rund 25 % zeitnahe und zuverlässige Zustandsbefunde gewährleistet werden.

Gleichzeitig entstand damit eine Netzübersicht über räumliche und zeitliche Handlungsschwerpunkte. In einem auf 10 Jahre angelegten Konzept wird Volkswagen auf dieser Basis eine gezielte, kontinuierliche Inspektion der sanierungsbedürftigen Netzbereiche mit direkt anschließender Schadensbeseitigung durchführen.

Die bei der selektiven Vorgehensweise eingesparten Mittel fließen unmittelbar in das notwendige Sanierungsvolumen ein.

Schlagworte: Abwasserableitung, Kanalisation, Kanal-TV, Sanierung, Nutzungsdauer, Finanzen/Kosten, Strategieprognose

1. Einleitung

Im Werk Wolfsburg betreibt die Volkswagen AG ein umfangreiches Kanalnetz im Trennverfahren.

Die Länge der Regen- und Schmutzwasserkanäle beträgt ca. 350 km, davon befinden sich ca. 70 % unterhalb der Produktionshallen. Rund 230 km Kanalnetz entfallen auf kleindimensionierte Anschlußkanäle, die von den einzelnen Abwasser- und Regenwasseranfallstellen zu den Sammelkanälen führen. Das Netz der Haupt- und Sammelkanäle ab in der Regel DN 150 bis DN 200, die durch Revisionschächte direkt zugänglich sind, besitzt eine Länge von rund 120 km. Der Anteil des Hauptnetzes, der unterhalb der Produktionshallen liegt, beträgt dabei ca. 57 %.

Erstellt wurde dieses Netz seit 1938.

Die Entsorgungsleitungen liegen unterhalb der Hallen und sind durch Produktionsanlagen in vielen Fällen überbaut, so daß überwiegend eine schlechte Zugänglichkeit besteht.

Bereits bei der Aufnahme und Bewertung des Kanalnetzes entstehen so Schwierigkeiten, da die Produktion immer Vorrang hat. Eine flächendeckende Bewertung des Netzzustandes scheiterte bisher an den immensen Kosten für Kanalreinigung und -befahrung und der dazu gehörenden ingenieurtechnischen Bewertung, da das gesamte Netz befahren werden mußte.

Daher wurde nach einer kostengünstigen Alternative für eine aussagekräftige Bewertung des Kanalnetzes gesucht. Volkswagen wollte im Ergebnis eine Aussage über den Verkehrswert, der Schadensbeurteilung, Restnutzungsdauer und Investitionsrahmen erhalten, ohne daß die Kosten für die eigentliche Bewertung den gesamten zur Verfügung stehenden Budgetrahmen verbrauchen.

Von Volkswagen wurde daher aufgrund dieser Randbedingungen und Anforderungen eine Untersuchung in Auftrag gegeben, die in folgenden Punkten von den bisher üblichen Vorgehensweisen abweicht, wobei unmittelbar rund 75 % der Kosten für Kanalreinigung und TV-Inspektion eingespart wurden:

- Zustandsfeststellung der Werkskanalisation durch eine selektive Vorgehensweise, in der nur bestimmte Netzabschnitte durch TV-Inspektion untersucht werden [4, 5]
- Ermittlung des mittelfristig erforderlichen Investitionsrahmen für die Instandhaltung des Netzes durch Simulation des Alterungsprozesses und der voraussichtlichen Nutzungsdauer der Netzelemente [1].

Die Vorgehensweise und Ergebnisse des ersten Punktes sind Gegenstand des vorliegenden Artikels. Für die Vorgehensweise zu dem zweiten Punkt wird auf die angegebene Literatur [3, 6, 7, 8] verwiesen.

2. Vollständige, flächendeckende und selektive Zustandsuntersuchungen

Unabdingbare Planungsgrundlagen für Aussagen über die Zustands- und Kostenentwicklung von Kanalnetzen sind neben den Bestandsdaten und dem Alter der Netzelemente ihr baulicher Zustand.

Der bauliche Zustand kann durch eine Vollerfassung des Netzzustandes oder durch eine selektive Teilerfassung mit repräsentativer Hochrechnung erstellt werden.

Eine Vollerfassung des Netzzustandes nimmt bei großen Kanalnetzen oft einen Zeitraum von 5 bis 10 Jahren in Anspruch. Halbwegs verlässliche Einschätzungen des Erhaltungszustands des Gesamtnetzes sind bei diesem Vorgehen frühestens nach Inspektion von 70 % des Gesamtnetzes, also etwa 5 bis 7 Jahre nach Beginn der Erstinspektion möglich. Darüber hinaus sind die Inspektionsergebnisse zu diesem Zeitpunkt teilweise schon wieder veraltet. Die Selbstüberwachungs- und Eigenkontrollverordnungen der Länder (z.B. Bayern, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen, Hessen etc.) sehen als Regelfall eine flächendeckende Erstinspektion des Gesamtnetzes mit nachfolgenden Wiederholungsinspektionen in festen Zeitabständen vor [9]. Ein derartiges Vorgehen ist sehr kostenaufwendig und liefert nur unzureichende Zustandsdaten für eine vorausschauende Sanierungsplanung.

Alternativ kann eine Zustandsfeststellung über eine selektive Vorgehensweise bei der Kanalinspektion mit statistischer und prognostischer Auswertung erfolgen. In Deutschland wurde diese Vorgehensweise bislang kaum zur Zustandsbeurteilung in der Kanalisation angewendet. Im europäischen Ausland wurde die selektive Kanalinspektion bereits seit mehreren Jahren publiziert und angewendet. [11]. Die europäische Norm DIN-EN 752, Teil 5, (Nov. 1997) zeigt im Abschnitt 7.5.1 beide Möglichkeiten auf: "Die baulichen Untersuchungen können entweder eine vollständige Untersuchung des Entwässerungssystems oder eine selektive Vorgehensweise umfassen."

Da nur Teile des Kanalnetzes untersucht werden, reduziert sich der Inspektionsaufwand erheblich, die Zustandsaussagen stehen schneller zur Verfügung und sind aktueller. Aus diesem Grund wurde für die Untersuchung des Netzzustandes sowie der Zustands- und Kostenentwicklung des Kanalnetzes im VW-Werk Wolfsburg der Kanalnetzzustand durch eine selektive Inspektionsstrategie festgestellt.

3. Verfahren der selektiven Zustandsuntersuchung

3.1 Grundlagen

Die Vorgehensweise, von repräsentativen Stichproben auf die Grundgesamtheit zu schließen, ist als Hochrechnung allgemein bekannt und ist eine bei Wahlprognosen, amtlichen Statistiken sowie Markt- und Meinungsforschungen häufig genutzte Methode der beurteilenden Statistik.

Von repräsentativen Stichproben spricht man, wenn sie den Schluß auf bestimmte Merkmale der Grundgesamtheit zulassen. Als Merkmal wird dabei eine definierte Eigenschaft einer statistischen Einheit (speziell hier: einer Kanalhaltung) bezeichnet. Jede Kanalhaltung besitzt eine größere Anzahl von Merkmalen, die in unterschiedlichen Merkmalsausprägungen auftreten.

Infolgedessen ist die Grundgesamtheit aller Kanalhaltungen hinsichtlich der interessierenden Merkmale sehr unterschiedlich. Daher wird zweckmäßigerweise bei der selektiven Zustandsuntersuchung eine geschichtete Auswahl an zu inspizierenden Haltungen getroffen (geschichtete Stichprobe).

Gruppen von Haltungen, die jeweils durch eine bestimmte Kombination gleicher Merkmalsausprägung gekennzeichnet sind (Merkmalsträger), werden dabei als Schichten bezeichnet.

3.2 Schichtung des Netzes

Zur Einteilung des Gesamtnetzes in Schichten kommen alle verfügbaren Haltungsmerkmale in Betracht, die Einfluß auf den Kanalnetzzustand erwarten lassen, wie zum Beispiel

- Rohrdimension und Profilart
- Rohrmaterial und Verlegeart
- Boden- und Grundwasserverhältnisse
- Entwässerungssystem und Abwasserart (häuslich, gewerblich/industriell, aggressiv)
- Alter
- Tiefenlage der Kanäle und Lage im Verkehrsraum
- örtliche Besonderheiten im Bauablauf und/oder Betrieb (Sorgfalt der Erstellung in Verbindung mit Qualität der Überwachung, Art des Verbaues, Häufigkeit und Art der Wartung, Wartungsdefizite).

Außer der bloßen Differenzierung nach einzelnen Merkmalen (z.B. Rohrmaterial) steht die historische Entwicklung bestimmter Materialeigenschaften im Zusammenhang mit bestimmten Schadenstypen und damit dem Kanalzustand. Zu nennen sind hier die historische Entwicklung der Muffenbildung von Betonrohren (Falzmuffen-Glockenmuffen), Dichtungen (Zementmörteldichtung, Asphalt und andere Vergußmaßen, plastische Dichtbänder bis zu Elastomerdichtungen), Einführung von Normen und Qualitätsrichtlinien.

Eine konkrete Differenzierung erübrigt sich jedoch in der Regel, da diese Merkmale mit einem gewissen Unschärfegrad über das Alter der Kanalhaltungen erfaßt werden. Ebenfalls werden zeitbedingte Veränderungen im Bauverfahren und Herstellungsqualität über das Alter erfaßt.

Bei den oben genannten und gegebenenfalls weiteren Einflußmerkmalen ist zu berücksichtigen, ob und mit welchem Aufwand die einzelnen Merkmale erhoben werden können. Dies trifft

insbesondere auf den letztgenannten Punkt "örtliche Besonderheiten" zu, der kaum flächendeckend über die gesamte Geschichte des jeweiligen Kanalnetzes recherchiert werden kann. Zudem muß praktischerweise die Anzahl der Merkmale begrenzt werden, da jedes Merkmal jeweils in mehreren Ausprägungen auftritt und die Anzahl von Schichten durch die Kombination rapide ansteigt. So werden bei z.B. 7 Merkmalen à 4 Ausprägungen theoretisch bereits bis zu $7^4 = 2401$ Schichten erhalten. Welche Merkmale konkret bei der Bildung von Schichten zu berücksichtigen sind, hängt von den jeweiligen örtlichen Gegebenheiten des Kanalnetzes ab.

Für das Kanalnetz im VW-Werk Wolfsburg erfolgte nach Analyse der Einflußfaktoren, ihrer Relevanz, der Anzahl der Ausprägungen und ihrer Verfügbarkeit eine Differenzierung nach den Merkmalen Rohrdimension, Material, Alter, Entwässerungsverfahren und Lage der Kanäle. Damit wurden theoretisch 167 Schichten unterschiedlichen Umfangs erhalten. Die aus den theoretisch möglichen Kombinationen resultierende Schichtenzahl wurde durch systematische vergleichende Untersuchungen auf 99 Schichten reduziert.

3.3 Stichproben der TV-Untersuchung

Die Genauigkeit einer statistischen Aussage hängt generell nicht vom relativen sondern dem absoluten Stichprobenumfang ab. Mit zunehmender Anzahl von Untersuchungen steigt somit die Sicherheit der Aussage. Bei der Festlegung der als Stichprobe zu inspizierenden Haltungen ist daher eine Mindestanzahl an Untersuchungen je Schicht einzuhalten.

Im VW-Werk Wolfsburg wurden in den vergangenen 5 Jahren bereits rund 16,5 km Kanalnetz durch TV-Inspektion untersucht. Diese Untersuchungen sollten bei der selektiven Zustandsuntersuchung mit einbezogen werden.

Stichproben müssen grundsätzlich zufällig und repräsentativ bezüglich der Grundgesamtheit sein. Die Verwendung vorhandener Untersuchungen war daher sorgfältig zu prüfen. Damit sie als Teil einer repräsentativen Stichprobe verwendet werden konnten, wurde überprüft und abgesichert, daß ihre Auswahl von dem auszuwertenden Merkmal (sprich Kanalzustand) stochastisch unabhängig erfolgte.

Weiterhin konnten Untersuchungen verwendet werden, die eine 100 % Inspektion einer Schicht umfaßten. Dies traf häufig bei Schichten mit kleinem Besatz zu.

Der erforderliche Restumfang der als Stichprobe zu inspizierenden Haltungen wurde nach Auswertung der Verwendbarkeit der vorhandenen Untersuchungen festgelegt. Insgesamt wurden zusätzlich rund 12 km noch zu inspizierende Kanäle verteilt über das gesamte Werksge­lände ausgewählt. Dieser verhältnismäßig kleine Umfang konnte innerhalb kurzer Zeit (4 Wochen) inspiziert werden. Damit war eine zügige Weiterbearbeitung der durchzuführenden Studie möglich.

4. Zustandsbewertung und Klassifizierung

Die Schadensbeschreibungen wurden bei der TV-Inspektion auf Datenträger abgespeichert. Die Ergebnisse früherer Untersuchungen lagen teilweise analog vor und wurden daher zunächst EDV-mäßig erfaßt. Durch eine Sichtung der Videos mit Kontrolle und Korrektur der Schadensansprache wurde sichergestellt, daß eine weitgehend einheitliche Datenbasis aus der Zustandsuntersuchung vorliegt. Der gesamte Zustandsdatenbestand wurde in eine Kanaldatenbank übernommen und eine EDV-gestützte Zustandsklassifizierung nach baulicher Priorität und technischer Wertminderung durchgeführt. Verwendet wurde eine 6-stufige Klassifizierung, Zustandsklasse 1 bezeichnet Haltungen mit schwersten Schäden, Zustandsklasse 6 Schadensfreiheit.

Die Zustandsklassenverteilung der inspizierten Kanäle (Stichprobe) ist in Bild 1 dargestellt.

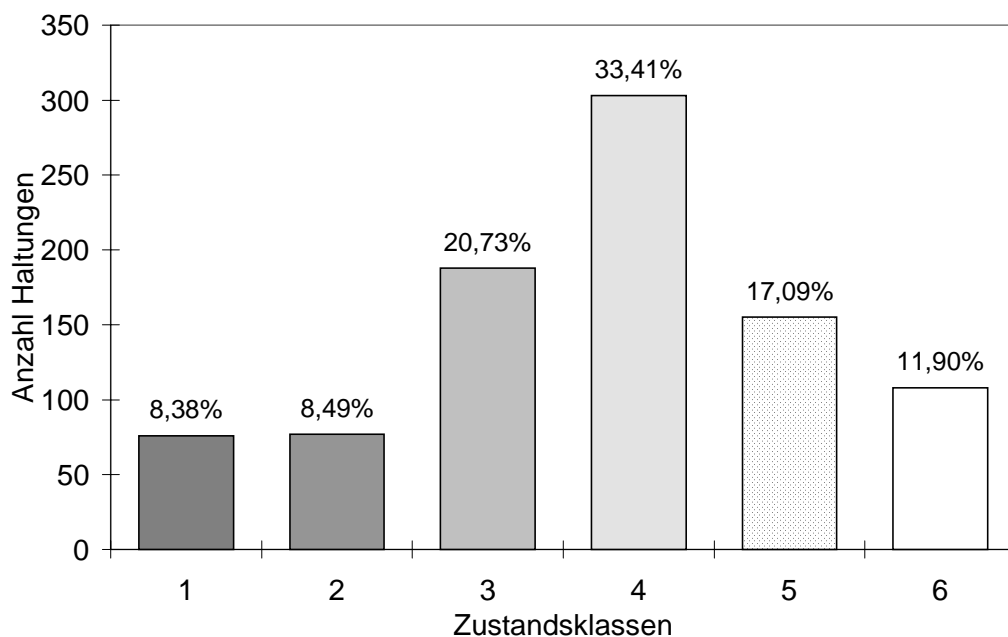


Bild 1: Zustandsklassenverteilung der Stichprobe (inspizierte Kanäle)

5. Übertragung der Ergebnisse auf das Gesamtnetz und Auswertung

Die Ergebnisse der Zustandsbewertung der Stichprobe wurden anschließend auf die Grundgesamtheit (alle Kanäle) hochgerechnet. Die Zustandsverteilung (Bewertung der baulichen Priorität von Sanierungsmaßnahmen) im Gesamtnetz von 120 km Haupt- und Sammelkanäle zeigt Bild 2. Danach befinden sich 15,4 % der Kanäle (18,5 km) in den Zustandsklassen 1 und 2 und erfordern somit zügige und umgehende Schadensbeseitigungsmaßnahmen. 58,3 % (70

km) liegen in den Zustandsklassen 3 und 4 und weisen damit mittlere Schädigungen auf. Immerhin 26,3 % der Kanäle (31,6 km) zeigen nur geringe Schädigungen beziehungsweise sind schadensfrei (Zustandsklasse 5 und 6). Im Wesentlichen entspricht damit der Netzzustand und die Zustandsklassenverteilung dem Zustand, der auch bei anderen Kanalnetzen beobachtet wird.

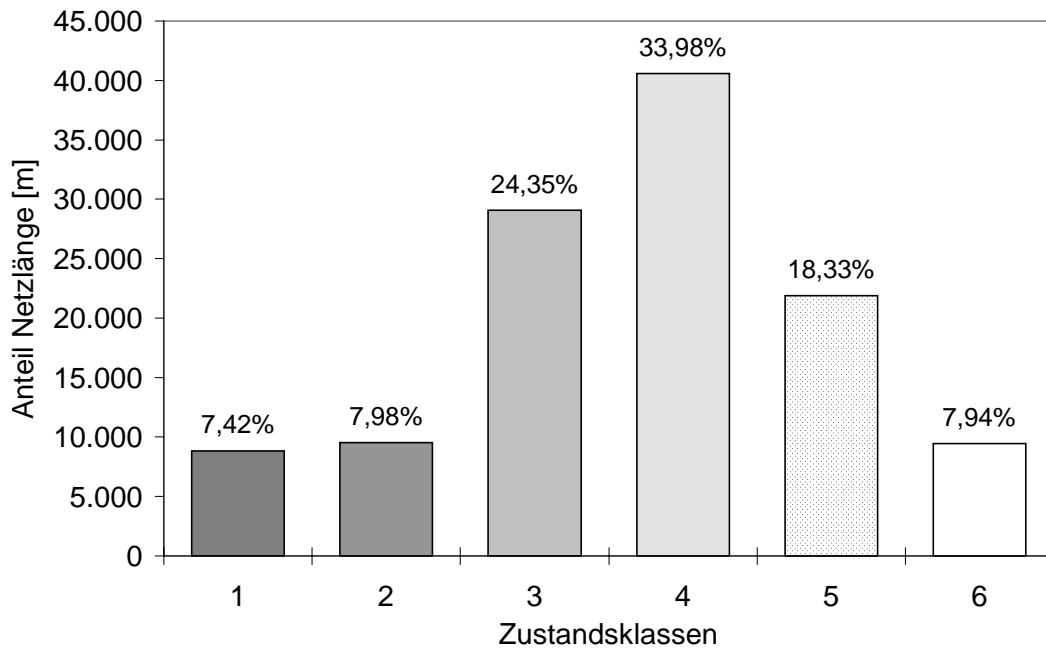


Bild 2: Zustandsklassenverteilung (bauliche Priorität) im Gesamtnetz

Die Zustandsinformationen des Gesamtnetzes erlauben noch weitere differenzierte Auswertungen (Bilder 3 - 6). Dargestellt ist in allen Bildern die absolute Anzahl der Haltungen je Zustandsklasse. Der Prozentwert über den einzelnen Säulen gibt den relativen Anteil von Haltungen des jeweiligen Säulentyps (Alter, Materialart, Durchmesser etc.) je Zustandsklasse an.

In Bild 3 sind beispielhaft die Zustandsverteilungen der Kanäle der Baujahrgänge 1938 - 1940 und 1980 - 1989 gegenübergestellt. Die Zustandsverschlechterung durch Alterung macht sich in einer Abnahme des Mittelwertes der Zustandsklasse von 4,5 auf 3,24 bemerkbar. Rund 32 % der Kanäle aus der Gründungszeit des Werkes befinden sich in Zustandsklasse 1 und 2 und besitzen eine hohe Sanierungspriorität, im Baujahreszeitraum 1980 bis 1989 beträgt der Anteil lediglich 5,5 %. Der Anteil unbeschädigter bzw. geringgeschädigter Kanäle beträgt im Alterszeitraum 1980 bis 1989 über 50 %, bei Kanälen aus der Gründungszeit immerhin noch knapp 20 %.

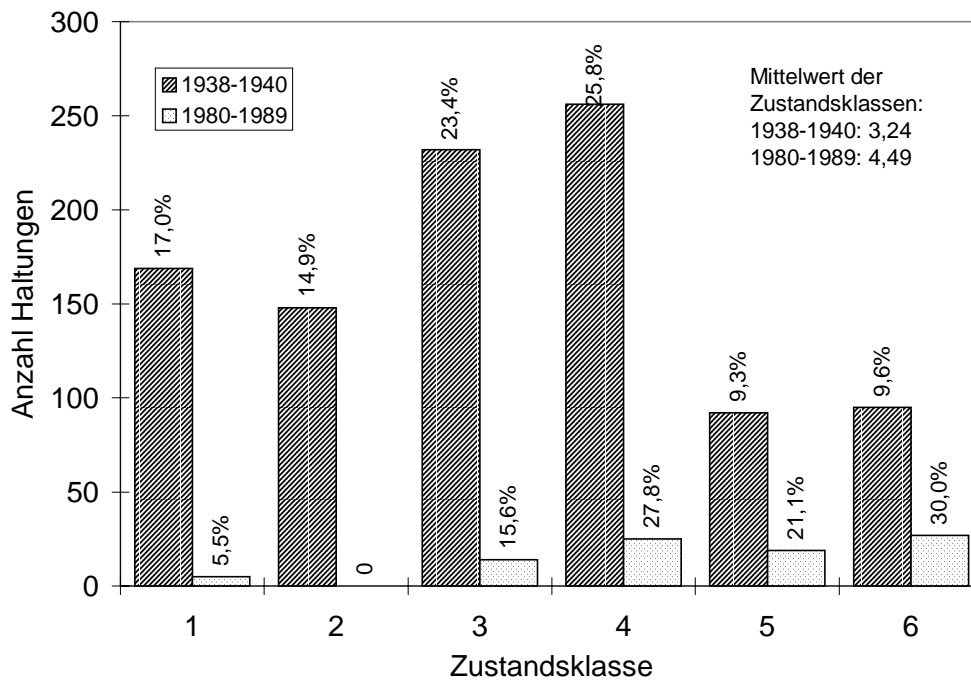


Bild 3: prognostizierte Zustandsverteilung der Haltungen Baujahr 1938-1940 bzw. 1980-1989 im Gesamtnetz

Neben der Auswertung der Altersabhängigkeit des Bauzustandes sind Auswertungen nach Profilart und Größe, Rohrmaterial und Lage der Kanäle aufschlußreich, da die Kosten für Sanierung und Erneuerung insbesondere von diesen Merkmalen abhängen.

Gering ist der Unterschied des Zustands bezogen auf die Materialien Steinzeug und Beton (Bild 4). Die Betonkanäle zeigen einen geringfügig höheren Anteil in den besseren Zustandsklassen 4 - 6 als Steinzeugkanäle. Die Sondermaterialien PVC, AZ und Guß (sonstige) schneiden deutlich besser als die Beton- und Steinzeugrohre ab, allerdings ist der Gesamtanteil dieser Materialien so gering, daß diese Aussage nicht unbedingt repräsentativ ist. Auch ist das durchschnittliche Alter der Kanäle aus PVC, AZ und Guß deutlich geringer als das der Beton- und Steinzeugrohre, was sicherlich einen Einfluß auf das gute Abschneiden der Sondermaterialien hat.

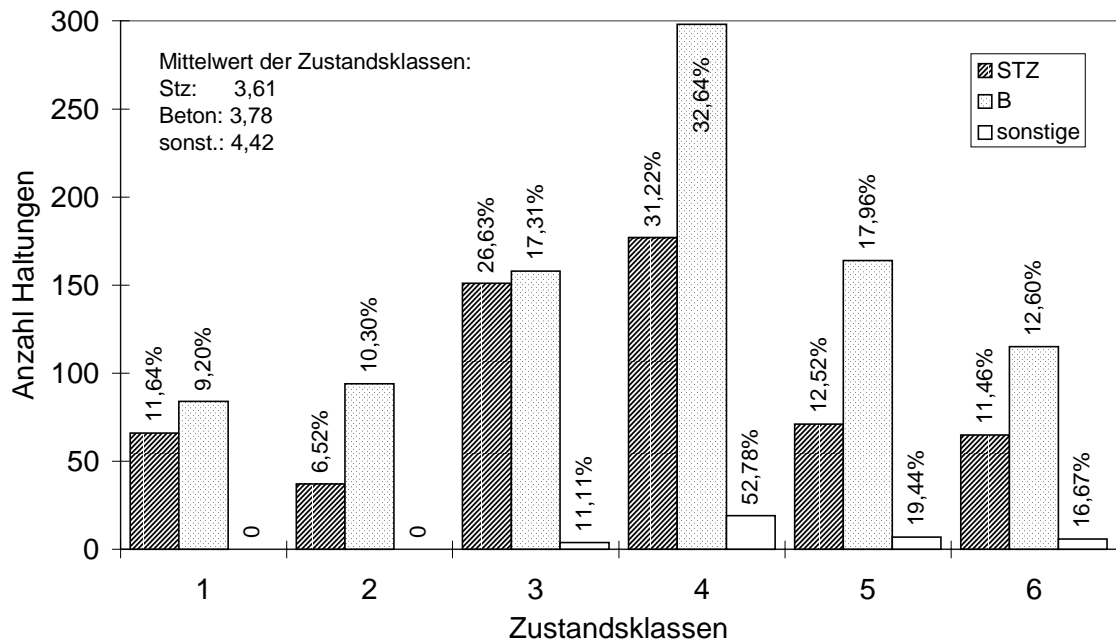


Bild 4: prognostizierte Zustandsverteilung im Gesamtnetz, materialbezogen

Bei der Differenzierung nach der Durchmesserverteilung (Bild 5) ist ein bedeutend höherer Anteil von Haltungen mit großem Durchmesser (Gruppe DN 800 bzw. > DN 800) in den Zustandsklassen 1 und 2 zu finden (jeweils rund 31 %) als bei den kleineren Durchmessergruppen DN 200 bzw. DN 400 (jeweils rund 5,6 % bzw. 14,3 %). Insbesondere der Mittelwert der Zustandsklasse im Durchmesserbereich bis DN 200 ist mit 4,01 deutlich höher als bei den anderen Durchmessergruppen. Überraschend ist dies zunächst, weil aufgrund der oft geringeren Sorgfalt bei der Verlegung kleiner Rohrdurchmesser mit einem entsprechend höheren Schadensumfang gerechnet wurde. Offensichtlich wiegen die konstruktiven Mindestdimensionierungen (Wandstärke, Muffenausbildung etc.) diese Probleme weit auf.

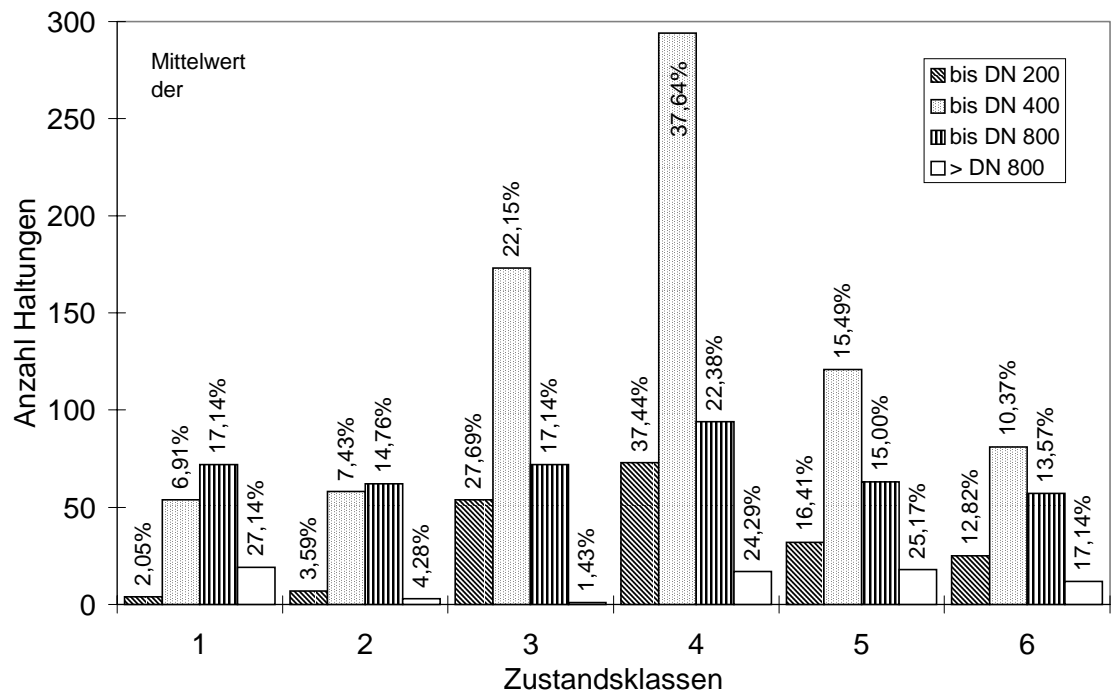


Bild 5: Zustandsverteilung Gesamtnetz nach Durchmessergruppen

Ebenfalls ist bei der Differenzierung nach der Lage (Bild 6) der Anteil an Kanälen in den Zustandsklassen 1 und 2 bei den Kanälen außerhalb der Hallen deutlich höher als innerhalb. Der Hallenboden stellt damit einen gewissen Schutz für Schädigungen der Kanäle dar. Die Schwerpunkte der Sanierungstätigkeit werden damit außerhalb der Hallen liegen. Die Problematik der Zugänglichkeit und Vermeidung von Beeinträchtigung der Produktion wird damit nicht so gravierend ausfallen, wie sie zunächst auf Grund der reinen Bestandsanteile angenommen wurde.

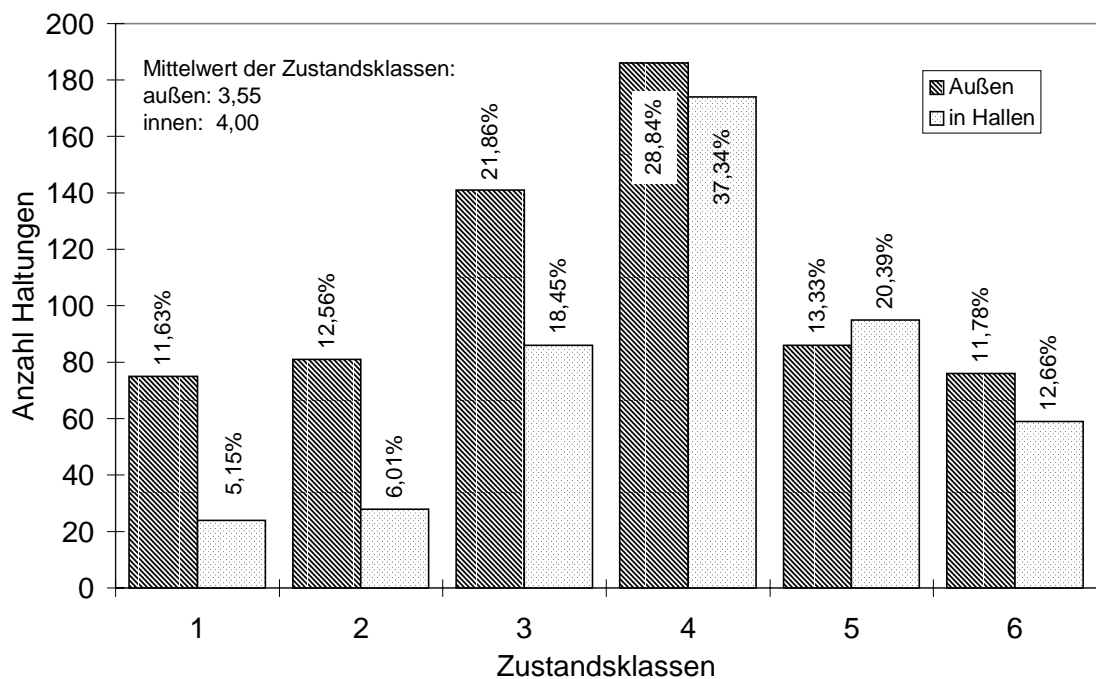


Bild 6: Zustandsverteilung im Gesamtnetz nach Lage der Kanäle außen - in Hallen

Neben der Zustandsklassenverteilung können für jede Haltung der Grundgesamtheit statistische Schätzwerte bzgl. des Zustandes angegeben werden. Zum einen ist dies ein schichten-spezifischer Mittelwert der Zustandsklasse. Zum anderen kann aufgrund der beobachteten Streuung der Zustandsklassen um den Mittelwert ein Mindestzustand für jede Haltung angegeben werden, der mit einer zu definierenden Sicherheit nicht unterschritten wird. Bild 7 zeigt eine Grafik der Netzanteile in bestimmten Zustandsklassenbereichen für eine 95 %-ige Sicherheit. In 33 % des nicht inspizierten Netzes können alle Zustandsklassen von 1 bis 6 vertreten sein. Dieser Anteil ist im vorliegenden Fall für das VW-Werk Wolfsburg verhältnismäßig hoch und war auch zu erwarten. Er konzentriert sich vor allem aber nicht ausschließlich auf die alten Netzbereiche, die bei der Gründung des Werkes erstellt wurden und rund 1/3 des Kanalnetzumfangs ausmachen. Auf diesen Bereich werden sich die Überwachungs- und Sanierungsmaßnahmen verstärkt konzentrieren.

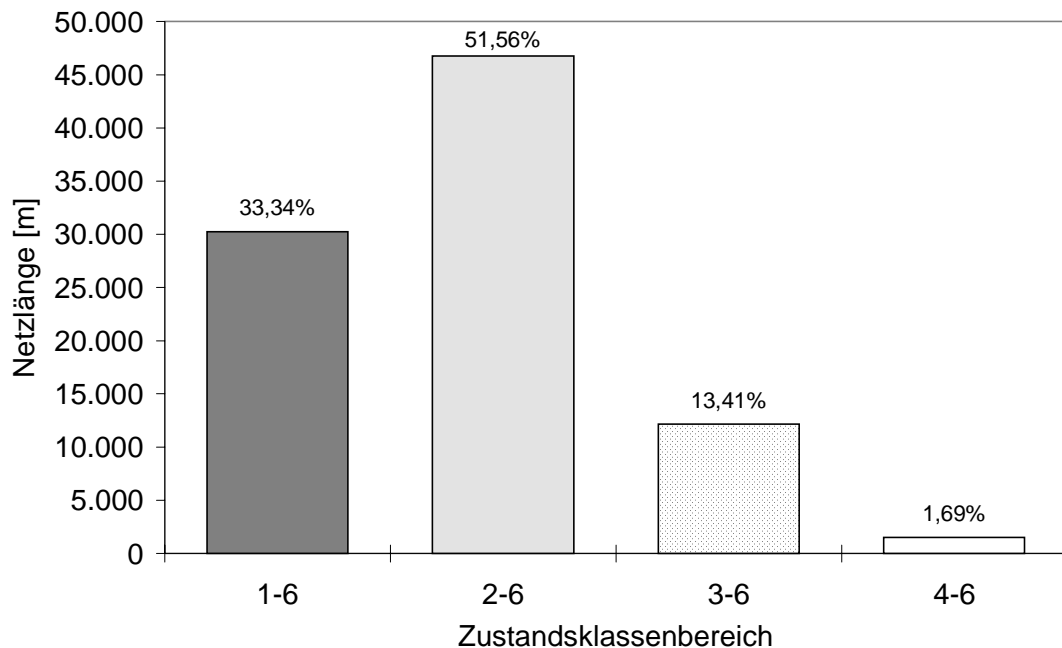


Bild 7: Mindestzustand der nichtinspizierten Kanäle Längenanteile je Zustandsklassenbereich (95% Sicherheit)

Rund 51 % des Netzes liegen im Zustandsklassenbereich 2 bis 6. Mit 95 %-iger Sicherheit kann hier ausgeschlossen werden, daß in diesem Netzbereich schwere Schäden vorhanden sind, die zu einer Einstufung in Zustandsklasse 1 führen.

Rund 13,4 % bzw. 1,7 % des Netzes liegen im Zustandsklassenbereich 3 bis 6 bzw. 4 bis 6. Schwere Schädigungen, die zu Zustandsklassen 1 und 2 bzw. 1 bis 3 führen, sind in diesen Netzbereichen nicht zu erwarten. Ein kurzfristiger Überwachungs- und Sanierungsbedarf ist hier nicht vorhanden.

5. Schlußbetrachtung

Für einen wirtschaftlichen Betrieb des werkseigenen Kanalnetzes benötigt Volkswagen detaillierte Aussagen über den derzeitigen Netzzustand, dessen weitere zeitliche Entwicklung und des notwendigen Investitionsvolumen zur Schadensbeseitigung und Instandhaltung.

Die schlechte Zugänglichkeit vieler Kanäle, die durch Produktionsanlagen überbaut sind und die Rücksichtnahme auf die Produktion, die in jedem Fall Vorrang hat, führen bei der Größe des Netzes zu immensen Kosten bei flächendeckender Kanalreinigung und TV-Inspektion zur Zustandsfeststellung. Kosteneinsparungen für Kanalreinigung und TV-Inspektion von ca. 75 % waren hier durch die Anwendung einer selektiven Vorgehensweise zur Zustandsfeststellung

möglich, bei der nur bestimmte Netzabschnitte inspiziert und anschließend statistisch ausgewertet wurden.

Bei dem Verfahren wurden über eine geschichtete Auswahl einzelne Haltungen bzw. Kanalstränge als repräsentative Stichprobe selektiert und durch Kamerabefahrung inspiziert. Bereits vorliegende TV-Inspektionen konnten in die Untersuchung mit einbezogen werden, sodaß im Projektrahmen lediglich noch 10 % des Netzes durch Kamerabefahrung inspiziert werden mußten. Die Schäden wurden bewertet und die Haltungen klassifiziert. Die Ergebnisse der Zustandsbewertung und Klassifizierung der Stichprobe wurden auf das Gesamtnetz hochgerechnet.

Als Ergebnis der Hochrechnung stehen Zustandsaussagen für das Gesamtnetz sowie differenziert nach den einzelnen, kostenrelevanten Kanalnetzmerkmalen wie z.B. Rohrdurchmesser, Material, Alter u.s.w. zur Verfügung. Insgesamt ist der Zustand des Kanalnetzes ähnlich mit dem Netzzustand anderer industrieller und kommunaler Kanalnetze. Die Zustandsklassenverteilung zeigt einen Anteil von rund 15 % vordringlich sanierungsbedürftiger Kanäle (Zustandsklasse 1 und 2), wie er bei vielen anderen Netzen ebenfalls vorhanden ist. Von wesentlichem Einfluß auf den Zustand ist auch im vorliegenden Fall die Altersstruktur.

Wichtige berechnete, statistische Werte für jede Kanalhaltung sind Schätzwerte des Mittelwertes des Kanalzustandes sowie des Mindestzustandes, der mit einer angegebenen Sicherheit nicht unterschritten wird.

Mit einem Minimum an Aufwand und Kosten für Kanalreinigung und TV-Inspektion konnten somit die notwendigen Informationen bzgl. des baulichen Zustandes des Kanalnetzes ermittelt werden. Sie bildeten eine wichtige Grundlage für die Erarbeitung der von Volkswagen benötigten Aussagen über das zur Sanierung des Kanalnetzes mittelfristig benötigten Investitionsvolumen sowie den Verkehrswert und die Restnutzungsdauer des Netzes bzw. seiner Elemente [1].

Gleichzeitig entstand damit eine Netzübersicht über räumliche und zeitliche Handlungsschwerpunkte. In einem auf 10 Jahre angelegten Konzept wird Volkswagen auf dieser Basis eine gezielte, kontinuierliche Inspektion der sanierungsbedürftigen Netzbereiche mit direkt anschließender Schadensbeseitigung durchführen.

Die bei der selektiven Vorgehensweise eingesparten Mittel fließen unmittelbar in das notwendige Sanierungsvolumen ein.

Literatur

- [1] AQUA-WertMin für Windows:
EDV-Programm zur Berechnung und Prognose der Wertminderung beschädigter Abwasserkanäle, AQUA-Ingenieure, Saarbrücken/Ingolstadt (Version 4.0).
- [2] DIN EN 752:
Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 5, Nov. 1997
- [3] Hochstrate, K.; Jansen, K:
Werterhaltung und Finanzierung von Abwasserkanalnetzen durch vorbeugende Instandhaltung. Korrespondenz Abwasser 1996 (43), Nr. 2, S. 284 - 291.
- [4] Hochstrate, K.; Jansen, K.; Schönborn, F.:
Finanzierung und Werterhaltung von Kanälen. Qualitätsprüfung selektiver Inspektionsstrategien nach DIN EN 752-5 durch Genehmigungsbehörden. Korrespondenz Abwasser 1997 (44), Nr. 11, S. 1971 - 1974.
- [5] Hochstrate, K.; Schönborn, F.:
Finanzierung und Werterhaltung von Kanälen - Selektive Kanalinspektionsstrategien. Umwelttechnik aktuell 1996, Nr. 3, S. 249 - 252.
- [6] Krug, R.:
Dynamische Sanierungsstrategien ersetzen klassische Sanierungskonzepte. Abwasserkanäle, Werterhaltung und Finanzierung. Technische Akademie Wuppertal, Weiterbildungsseminar, Nürnberg 1996.
- [7] Krug, R.; Hochstrate, K.:
Anpassung der Abschreibungssätze/Nutzungsdauern an veränderte Bau- und Betriebszustände. Umwelttechnik aktuell 1997, Nr. 2, S. 91 - 96.
- [8] Pecher, R.:
Abschätzung der betriebsgewöhnlichen Nutzungsdauer und des Verkehrswertes von Kanälen mit TV-Untersuchungen. Korrespondenz Abwasser 1998 (45); Nr. 1, S. 91 - 96
- [9] Reinhard, W.:
Umweltauswirkung defekter Abwasserkanäle - Verwaltungsrechtliche Regelungen. Umwelttechnik aktuell, 1996, Nr. 2, S. 118 - 122.
- [10] Sachs, L.:
Angewandte Statistik - Anwendung statistischer Methoden. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 8. Auflage 1997,
- [11] Snaterse, C.:
Feststellung, Klassifizierung und Behebung von Schäden an Kanälen in den Niederlanden. Vortrag, 2. Internationaler Kongreß Leitungsbau, Hamburg Okt. 1989.