



FACHHOCHSCHULE **TRIER**

Hochschule für Technik, Wirtschaft und Gestaltung  
University of Applied Sciences



# Diplomarbeit

Thema:

Sanierung der Mischwasserkanalisation in dem  
Einzugsgebiet Kernscheid der Stadt Trier

Bearbeiter:	Thomas Bach
Betreuender Professor:	Dr.-Ing. Michael Erzmann
Durchgeführt bei:	Stadtwerke Trier AöR
Betreuender Ingenieur:	Dipl.-Ing. (FH) Karsten Binder

Trier 2005

---

## Inhaltsverzeichnis

1.0.	<i>Aufgabenstellung</i>	2
1.1.	<i>Zusammenfassung</i>	3
2.0.	<i>Beschreibung des Einzugsgebietes</i>	4
3.0.	<i>Baulicher Zustand des Kanalnetzes</i>	4
4.0.	<i>Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im IST- Zustand</i>	5
4.1.	Ergebnis des Rechenlaufes	5
5.0.	<i>Untersuchung der Notwendigkeit des Regenüberlaufbeckens</i>	6
6.0.	<i>Hydraulischer PROGNOSE- Zustand</i>	6
6.1.	Eingangsparmeter der Berechnung	7
6.2.	Ergebnis der PROGNOSE- Rechnung	7
7.0.	<i>Erarbeitung der baulichen Sanierung</i>	8

---

Anmerkung:

Die Diplomarbeit ist in dieser Fassung stark gekürzt. So sollen nur einige wichtige Punkte angesprochen werden und ein Einblick in die Thematik der Diplomarbeit gegeben werden.

Die vollständige Diplomarbeit kann im Fachbereich Bauingenieurwesen ausgeliehen werden.

## ***1.0. Aufgabenstellung***

Im Rahmen dieser Diplomarbeit soll das Entwässerungsnetz des Ortsteils Kernscheid der Stadt Trier untersucht und anschließend hydraulisch und baulich saniert werden. Die Diplomarbeit findet in Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Trier Anstalt des öffentlichen Rechts der Stadt Trier (im folgenden SWT-AÖR genannt) statt.

Das vorhandene Kanalnetz ist circa 40 Jahre alt, und wurde nach den damals anerkannten Regeln der Technik bemessen. Der damaligen Bemessung lagen einfache Fließzeitverfahren zugrunde.

Das Zeitbeiwertverfahren war eines der gängigsten Verfahren und hat die Rohrquerschnitte anhand von Abflusstabellen bestimmt, so dass ein Vollfüllungsgrad von 90% nicht überschritten wurde. Die Bemessung mittels Fließzeitverfahren ist in dem ATV Arbeitsblatt A-118 (neuester Stand: Nov. 1999) integriert.

Die Euronorm EN 752, Teil 2, (1996) fordert über das ATV Arbeitsblatt A-118 hinweg eine bestimmte Überstauhäufigkeit für bestimmte örtliche Gegebenheiten. Um einen verbesserten „Entwässerungskomfort“ zu gewährleisten soll zusätzlich eine bestimmte Überflutungshäufigkeit eingehalten werden.

Die Sanierungsplanung umfasst die Erfassung und Bewertung der Schäden, sowie einen Maßnahmenplan zur Behebung dieser Schäden.

Die Diplomarbeit umfasst neben der Sanierung auch den Entwurf eines Regenüberlaufbeckens (RÜB), welcher den jetzigen Regenüberlauf ersetzen soll.

Aufgrund dieser Vorgaben soll das Mischwassersystem des Ortsteils Kernscheids untersucht werden. Im Einzelnen werden folgende Punkte bearbeitet:

1. Beschreibung des Einzugsgebietes
2. Überprüfung des Einzugsgebietes bezüglich Zuleitung aus Außengebieten
3. Ermittlung des baulichen Zustandes des Kanalnetzes

4. Erfassung der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes im IST-Zustand
5. Untersuchung der Notwendigkeit des geplanten Regenüberlaufbeckens
6. Erarbeitung des hydraulischen PROGNOSE- Zustandes
7. Sanierung der hydraulischen und baulichen Mängel des Kanalnetzes
8. Angewandte Sanierungsverfahren
9. Zusammenstellung der Vorschriften und technischen Regeln zur Durchführung einer Sanierungsplanung

In dieser Darstellung werden nur die wichtigsten Punkte wiedergegeben. Die nachfolgenden Erläuterungen sollen nur einen Anhaltspunkt bieten und auf die entstehenden Probleme aufmerksam machen.

### ***1.1. Zusammenfassung***

In dieser Diplomarbeit wird das Kanalnetz des Stadtteils Kernscheid der Stadt Trier untersucht. Die Untersuchung umfasst sowohl den baulichen als auch den hydraulischen Zustand des Kanalnetzes.

Es wird eine Sanierungsplanung für einen Straßenzug ausgearbeitet. Es wird auf die Erfassung und Bewertung der Schäden eingegangen. Zur Verdeutlichung der Bewertung der Haltungsschäden wird ein Beispiel generiert und erläutert.

Die Sanierung beinhaltet die Kostenermittlung sowie die Darstellung der Sanierungstechniken. Die hydraulischen Berechnungen werden nach Vorgaben der maßgebenden Regelwerke erstellt und dokumentiert.

Die Studie umfasst auch den Umbau eines Regenüberlaufes zu einem Regenüberlaufbecken. Die notwendigen Überlegungen und anschließenden Planungen werden in dieser Diplomarbeit wiedergegeben. Die Ergebnisse sind in Detailplänen, Bauwerksplänen und Ergebnislisten der angewandten Rechenprogramme festgehalten.

Am Ende der Studie werden alle maßgebenden Regelwerke zusammengefasst dargestellt. Diese Aufstellung kann als Hilfestellung für ähnliche Aufgabenstellungen dienen.

## **2.0. Beschreibung des Einzugsgebietes**

Kernscheid als Einzugsgebiet hat eine Gesamtfläche von 28,5 ha, davon entfallen etwa 80 % auf reine Wohnbauflächen und die dazugehörige Infrastruktur. Die übrigen 20 % nehmen gemischte Bauflächen ein. Sie sind im südlichen Teil Kernscheids angeordnet und beherbergen sowohl Wohnhäuser als auch Geschäfte des Einzelhandels. Der durchschnittliche Befestigungs-grad liegt bei 35 Prozent.

Kernscheid erstreckt sich auf einer Bergkuppe mit Höhen von 210 müNN bis hin zu 260 müNN. Durch das natürliche Geländeprofil ist das Gelände im Schnitt 5 % geneigt und fällt somit in die Neigungsgruppe 3.

Die Bebauung Kernscheids befindet sich auf einer Bergkuppe. Die angrenzenden landwirtschaftlichen Flächen befinden sich ausnahmslos in abfallenden Hanglagen, so dass von diesen Flächen kein Zufluss zu erwarten ist

Die Entwässerung Kernscheids findet im Mischsystem statt. Das Kanalnetz ist circa 6,5 km lang und besteht aus 220 Haltungen. Nachgeschaltet ist dem Entwässerungsnetz der RÜ 33.

Das vorhandene Kanalisationsnetz mit allen maßgebenden Bauwerken ist in dem Übersichtsplan ([s. Anlage 1](#)) dargestellt. Zusätzlich wird die derzeitige hydraulische Auslastung des Kanalnetzes gezeigt.

## **3.0. Baulicher Zustand des Kanalnetzes**

Die kameratechnische Untersuchung und Dokumentation erfolgte im Herbst 2004 durch ein Fachunternehmen. Die Dokumentation war Grundlage für die Sanierungsplanung und beinhaltete neben dem aufgezeichneten Videomaterial die dazugehörigen ISYBAU 96 Protokolle.

Die Auswertung der Unterlagen ergab eine dringende Sanierungsbedürftigkeit des Kanalnetzes.

Der Übersichtsplan ([s. Anlage 2](#)) zeigt die resultierenden Zustandsklassen, ermittelt nach ATV M-149. Von 220 Haltungen wurden 94 der Zustandsklasse „eins“ zugeordnet. Das entspricht ca. 43 %. Weitere 108 Haltungen (49 %) fallen in die Zustandsklasse „zwei“.

Der schlechte Kanalzustand hat die Ursache in der schlechten Anbindung der Zuläufe zum Sammler. In den sechziger bis Anfang der siebziger Jahre war es technisch nicht möglich, geeignete Formteile oder Verbindungsstücke kostengünstig zu fertigen. Aufgrund dieses Faktums entsprechen die Anbindungen nicht mehr den heutzutage gültigen „Anerkannten Regeln der Technik“ und werden bei der Klassifizierung als fehlerhaft beurteilt.

#### 4.0. *Ermittlung der hydraulischen Leistungsfähigkeit im IST- Zustand*

Der IST- Zustand beschreibt das Kanalnetz in seinem jetzigen Zustand mit allen maßgebenden Bauwerken und Einzugsgebietsdaten.

Das ATV-Arbeitsblatt A-118 empfiehlt eine generelle Nachrechnung bestehender Systeme mit hydrodynamischen Berechnungsmodellen als Grundlage für die Planung, vor allem jedoch zur Ermittlung wichtiger hydraulischer Parameter, wie Wasserspiegellage und Auslastungsgrad. Durch diese Analyse lassen sich schon frühzeitig Schwachstellen im vorhandenen Kanalnetz identifizieren.

Die hydraulische Überprüfung des aktuellen Kanalnetzes wurde mit dem Programm Hystem-Extran durchgeführt. Dieses Programm rechnet hydrodynamisch und erfüllt somit die Empfehlung des Arbeitsblattes.

Als Eingangsparameter wurden folgende Werte festgelegt:

Einzugsgebietsgröße	$A_E$	= 28,57 ha	
Versiegelte Fläche	$A_u$	= 9,93 ha	
Einwohnerdichte	$E_D$	= 37,00 E / ha	ca. 1063 Einwohner / ha
Wasserverbrauch	$w$	= 127,50 l / (E*d)	Wert beruht auf Messungen
Fremdwasserzuschlag	$Q_F$	= 100,00 % = 1,56 l/s	
Stundenmittel	$h/d$	= 10,00	

#### 4.1. **Ergebnis des Rechenlaufes**

Hydraulisch ist das vorhandene Entwässerungsnetz ausreichend dimensioniert.

Es werden 34 Schächte eingestaut, dieses entspricht 16%. Nur bei zwei Schächten im Süden Kernscheids kommt es zu einem Überstau.

Dieser Überstau ist jedoch unproblematisch, da er topographischen Ursprungs ist. Die betroffenen Schächte liegen außerhalb des Siedlungsbereiches in einem Geländeeinschnitt.

Um ein unkontrolliertes Austreten des Schmutzwassers zu unterbinden, wurden die betreffenden Schächte mit innendruckssicheren Schacht-  
abdeckungen versehen. Durch diese Maßnahme ist der berechnete Überstau als unbedenklich einzustufen.

## **5.0. Untersuchung der Notwendigkeit des Regenüberlaufbeckens**

Regenüberlaufbecken werden unter anderem geplant um das benötigte Volumen für den zu erfüllenden Schmutzfrachtnachweis nach ATV A-128 zur Verfügung zu stellen. Der Nachweis muss für das Gesamteinzugsgebiet einer Kläranlage erbracht werden.

In Absprache mit der zuständigen Aufsichtsbehörde (Struktur und Genehmigungsdirektion (SGD)) soll bei dem betriebenen Entwässerungsnetz das Immissionsprinzip gelten.

Je geringer der Abfluss des Vorfluters ist, in den eingeleitet wird, desto geringer soll auch die eingetragene Schmutzfracht in das Gewässer sein.

Dieses ist ein großes Problem für die Schmutzfrachtberechnung. Bei der Berechnung wird, wie verlangt, das Gesamteinzugsgebiet der Kläranlage berücksichtigt. Die Kläranlage Trier benutzt jedoch die Mosel als Vorfluter.

Die wenigsten Entlastungsbauwerke entlasten jedoch in die Mosel. Meistens ist ein kleiner Bach (in Kernscheid der Grundbach) der Nachgänger. Dieses wird bei der Berechnung nicht berücksichtigt. Folglich werden die kleinen Gewässer viel stärker belastet als es wünschenswert ist.

Um diesen Umstand zu berücksichtigen, wird in Randgebieten, wo Entlastungen in kleine Gewässer und Bäche stattfinden, mehr Rückhaltevolumen geschaffen als es rechnerisch nötig ist.

Der Schmutzfrachtnachweis wurde mit Kosim-XL 6.3.2 erbracht. Die Langzeitsimulation, welche zum Nachweis dient, wurde über einen Zeitraum von 40 Jahren (1964 – 2004) geführt.

Die Untersuchung hat ergeben, dass das Regenüberlaufbecken wie in dem ATV Arbeitsblatt 128 empfohlen, als Fangbecken im Hauptschluss ausgebildet werden kann.

## **6.0. Hydraulischer PROGNOSE- Zustand**

Das ATV Arbeitsblatt A-118 empfiehlt zur Kennzeichnung der Mindestleistungsfähigkeit vorhandener Kanalnetze eine Überstauhäufigkeit für Wohngebiete von  $T = 3$  Jahren. Dieses ist mit dem Bemessungsregen der Kanalnetze, den die Stadtwerke Trier AöR zur Berechnung nehmen, vereinbar. Die Netze werden mit einem Euler II Regen von  $D = 120$  min und  $T = 3$  Jahren auf Überstau geprüft.

Weiterführend fordert die EN 752-2 eine zulässige Überflutungshäufigkeit von einmal in 20 Jahren für Wohngebiete. Der Überflutungsprozess kann rechnerisch noch nicht exakt nachgebildet werden; außerdem ist er sehr stark von den lokalen Verhältnissen abhängig. Deshalb lässt sich die tatsächliche

Überflutungsgefahr nur aus Beobachtungen und langjährigen Aufzeichnungen beurteilen.

## 6.1. Eingangsparmeter der Berechnung

Es ist davon auszugehen, dass in Zukunft die nicht bebauten Grundstücke ebenfalls bebaut werden. Damit diesem Umstand Rechnung getragen wird, wurden alle vorhandenen Baulücken als bebaut betrachtet und mit einem Versiegelungsgrad von 40 % angenommen. Die Baulücken wurden mit Hilfe von Orthofotos bestimmt und danach ausplanimetriert, um die Größe richtig zu erfassen.

Somit ergeben sich im Vergleich mit dem IST-Zustand nur zwei Unterschiede:

- Die geschlossenen Baulücken haben einen etwas höheren Versiegelungsgrad zur Folge.
- Der Regenüberlauf wurde durch ein Regenüberlaufbecken mit einem Volumen von  $V = 160 \text{ m}^3$  und einem Drosselabfluss von  $Q_{Dr} = 60 \text{ l/s}$  ersetzt.

Daraus resultieren folgende Eingangsparmeter:

Einzugsgebietsgröße	$A_E$	= 28,48 ha
Versiegelte Fläche	$A_u$	= 10,43 ha
Einwohnerdichte	$E_D$	= 37,00 E / ha ca. 1054 Einwohner / ha
Wasserverbrauch	$w$	= 125,00 l / (E*d)
Fremdwasserzuschlag	$Q_F$	= 100,00 % = 1,52 l/s
Stundenmittel	$h/d$	= 10,00

In Zukunft werden immer mehr wassersparende Entwässerungseinrichtungen in Betrieb genommen. Die Folge ist eine Verringerung der täglich verbrauchten Literzahl pro Einwohner und Tag. Die Einwohner werden als relativ konstant angenommen. Dieses begründet sich in dem Fehlen von neuen Erschließungsgebieten im Raum Kernscheid.

## 6.2. Ergebnis der PROGNOSE- Rechnung

Es werden sieben Schächte überstaut. Diese Überstauschächte sind an den Schwachstellen des Kanalnetzes zu finden. Zum einen sind es die gleichen Schächte wie im Ist-Zustand. Hinzu kommen Schächte, die sich an Zusammenflüssen mehrerer Haltungsäste befinden.

Zur Beseitigung der überstauten Schächte muss das Netz soweit optimiert werden, dass bei dem Bemessungsregen kein Überstau mehr auftritt.



Dieses ist ein iterativer Prozess, in dem viele Varianten geprüft werden, bis man sich für eine geeignete Lösung entschieden hat.

Die nachfolgende Tabelle zeigt einen möglichen Maßnahmenplan für die hydraulische Sanierung:

Haltung		Aktueller Durchmesser	Durchmesser nach der Sanierung	Verfahren
Schacht oben	Schacht unten			
600024	600025	DN 500	DN 600	Offene Bauweise
600025	600026	DN 500	DN 600	Offene Bauweise
600026	600027	DN 500	DN 600	Offene Bauweise
600027	600128	DN 500	DN 600	Offene Bauweise
600060	600136	DN 300	DN 500	Offene Bauweise
600136	600137	DN 250	DN 500	Offene Bauweise
600137	600176	DN 250	DN 500	Offene Bauweise
600176	600177	DN 300	DN 500	Offene Bauweise
600178	600179	DN 300	DN 500	Offene Bauweise
600179	600180	DN 300	DN 400	Offene Bauweise

Nach Durchführung der o.g. Maßnahmen sollten keine Schächte mehr überstaut sein. Durch die Örtlichkeiten und die Lage einzelner Haltungen ließ sich dieses nicht realisieren, so dass wie schon im IST- Zustand vorgenommen, wieder rum druckdichte Schachtabdeckungen an den betroffenen Schächten angebracht werden mussten.

## 7.0. Erarbeitung der baulichen Sanierung

Die Sanierung ist eine Überlagerung des baulichen IST-Zustandes mit der hydraulischen Prognoserechnung. Durch dieses Vorgehen wird sowohl der maßgebende Bemessungsregen für das Kanalnetz als auch der bauliche Zustand berücksichtigt.

---

Durch die Erneuerung der betroffenen Haltungen bei der hydraulischen Sanierung müssen diese bei der baulichen Sanierung nicht mehr mit berücksichtigt werden.

Das Ziel der Sanierung sollte auf jeden Fall die Dichtigkeit in Verbindung mit wenig Wartungsaufwand sein! Auch sollen die Ursachen der auftretenden Schäden beseitigt werden und nicht nur die Folgen.

Die Detailplanung der Sanierung ([s. Anlage 3](#)) stellt die Schadstellen sowie die gewählten Reparaturmaßnahmen dar. Auf eine Darstellung der entstehenden Kosten wird hier aus Gründen der Übersichtlichkeit verzichtet.

Durch das Sanieren der baulichen Mängel ist die Sanierung jedoch nicht abgeschlossen. Der Bau des Regenüberlaufbeckens erforderte mehrerer Umbauten im Kanalnetz. Damit alle nötigen Nachweise erfüllt werden, musste ein strömender Zufluss zum Regenüberlaufbecken sichergestellt werden. Dieses führte zu einer Neuanlage der Zubringerstrecke und zu dem Bau eines Energieumwandlungsbauwerkes.

Diese Bauwerke wurden in der Diplomarbeit entworfen und hydraulisch soweit erforderlich bemessen.

Die größte Herausforderung war die konstruktive Gestaltung des Regenüberlaufbeckens ([s. Anlage 4](#)).