

Konzept zur hydraulischen Überrechnung des gesamten städtischen Kanalnetzes sowie zur Fremdwasserbestimmung

1. Veranlassung und Begründung der Hydraulischen Überrechnung

Die klimatischen Veränderungen auf der Erde sind unübersehbar. In Deutschland ist eine Zunahme der Winterniederschläge in den letzten 100 Jahren festgestellt worden. Dagegen zeigen die Sommerniederschläge bezogen auf ganz Deutschland keinen signifikanten Trend. Den vielfach deutlich feuchteren Wintern stehen trockenere Sommer gegenüber. Bei Abnahme der sommerlichen Niederschläge steigt allerdings die Wahrscheinlichkeit der sehr intensiven, kurzzeitigen Niederschlagsereignisse, die sich mitunter auf lokal äußerst eingeschränkte Bereiche erstrecken.

Als Ursachen können u. a. die höheren Wasserdampfgehalte der Atmosphäre als Folge der Erwärmung genannt werden. Dies kann gleichzeitig zu einer Beschleunigung des Wasserdampfumsatzes und damit nicht nur zu einer Zunahme der Niederschläge, sondern auch zu einer Erhöhung der Niederschlagsintensitäten führen. Tatsächlich geht in den Gebieten, in denen sich die Niederschlagsmengen erhöhen, ein Großteil dieser Zunahmen auf das Konto intensiverer Niederschläge.

Fachgremien der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) beraten schon seit längerer Zeit über neue Bemessungsgrundlagen für Entwässerungsnetze. Derzeit sind allerdings noch keine neuen Vorgaben bekannt. Die Bemessungsgrundlage bilden nach wie vor die Daten aus dem KOSTRA-DWD 2000 (KOSTRA = Koordinierte Starkniederschlags- Regionalisierungs- Auswertungen).

Da in Deutschland flächendeckend keine abschließenden Erkenntnisse über die Niederschlagsentwicklung vorliegen und mitunter sehr unterschiedlich ausfallende Regenereignisse registriert werden, empfehlen die Fachgremien eine regional- bzw. lokalbezogene Beobachtung und Messung der Niederschläge.

Bedingt durch die klimatischen Veränderungen auf der Erde sieht sich SUN immer öfter mit der Frage konfrontiert, in wie weit die Kanalisation der Stadt Nürnberg ausreichend dimensioniert ist. Besonders in den Sommern der letzten Jahre konnten in Nürnberg extreme Starkregen festgestellt werden, die durch Kellerüberflutungen begleitet waren. Die betroffenen Anwohner berichten von Kanalüberstau, d. h. das Abwasser ist an den Einstiegsschächten und Straßensinkkästen über die Straßenoberfläche gelaufen. Besonders wenn es infolge Starkregen zu Kellerüberflutungen und damit zu Schäden kommt, stellt sich die Frage, ob das vorhandene Kanalsystem auch ausreichend bemessen ist, d. h. den allgemein anerkannten Regeln der Technik entspricht.

Diese Frage ist nicht immer einfach zu beantworten, da die Kanalnetzteile zu unterschiedlichen Zeitepochen nach den damals gültigen technischen Bemessungsregeln entstanden sind und zwischenzeitlich möglicherweise städtebauliche Veränderungen (z. B. verdichtete Bebauung) eingetreten sind. Es gilt daher verschiedene Einflussfaktoren zu berücksichtigen. Daher ist es unerlässlich, die Leistungsfähigkeit des gesamten öffentlichen Kanalnetzes hydraulisch nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik zu prüfen und nachzuweisen.

Dazu ist mittels eines instationären Berechnungsprogramms der Überstauachweis an jedem Entwässerungsschacht zu führen. Die dafür empfohlenen Überstauhäufigkeiten sind in der DIN EN 752 „Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden“ geregelt. Ein bestehendes Kanalnetz in einem Wohngebiet muss demnach einen 2-jährigen Regen ohne Kanalüberstau abführen können. Ein entsprechendes Berechnungsprogramm (Kanal++) wurde von SUN vor ca. 2 Jahren bereits angeschafft. Bei der Überrechnung des Kanalnetzes der Stadtteile Mögeldorf und Laufamholz erfolgte ein erster erfolgreicher Einsatz des Programms.

Eine weitere Nachweisgröße ist die Überflutungshäufigkeit, ebenfalls geregelt in der DIN EN 752. Die Überflutung kann allerdings nach gegenwärtigem Stand modelltechnisch noch nicht nachgebildet werden. Seit Februar 2007 beteiligt sich SUN an einem Forschungsvorhaben zur Geowissenschaftlichen Simulation städtischer Abflussvorgänge (GeoCPM). Nach Abschluss dieses Forschungsprojektes im Januar 2010 soll es möglich sein, für Kanalbereiche mit Überstau eine Überflutungshäufigkeit nachzuweisen. Als Grundlage dient dabei das von SUN bereits angeschaffte Hydrodynamische Berechnungsprogramm Kanal++.

Durch UWA wurde nach Vorgabe des amtlichen Sachverständigen, dem WWA Nürnberg, in den zuletzt ausgestellten Wasserrechtsbescheiden die Forderung erhoben, die tatsächlichen Einleitungswassermengen an den einzelnen Entlastungsbauwerken in die natürlichen Vorfluter (Gewässer) zu ermitteln. Dies ist nur im Zuge einer Hydrodynamischen Kanalnetzberechnung mit Simulation der Sonderbauwerke möglich. Die berechneten Einleitmengen an den Sonderbauwerken sind dem WWA bis spätestens 31.12.2013 vorzulegen, damit sie wasserwirtschaftlich bewertet und nachfolgend endgültig festgelegt sowie in die einzelnen Bescheide aufgenommen werden können.

2. Bearbeitungsgrundlagen

Eingangsgrößen für die Dimensionierung von Abwasserkanälen und –anlagen sind folgende Belastungskomponenten:

- Schmutzwasser das sich aus häuslichem und gewerblichem Trinkwasserverbrauch ermittelt, jedoch keinen ausgesprochen maßgeblichen Einflussfaktor darstellt.
- Regenwasser ist der entscheidende Bemessungsfaktor und bestimmt maßgeblich die erforderliche Dimension der Kanalisationsanlagen. Welche Bemessungsgrößen zu Grunde zu legen sind, wird nachfolgend erläutert.
- Fremdwasser das unplanmäßig der Kanalisation zufließt, z. B. über undichte Stellen oder über Drainageanschlüsse.

Das Fremdwasser ist eine unbekannte, schwierig abschätzbare Größe und kann in einzelnen Einzugsgebieten sehr unterschiedlich ausfallen. Es belastet unnötig die Kanalisation und die Kläranlagen. Darüber hinaus müssen Kanäle dicht sein, um durch Abwasserexfiltration das Grundwasser und den Boden vor Verschmutzung zu schützen (Straftatbestand nach StGB).

Ziel ist, Fremdwasser zu reduzieren bzw. zu vermeiden. SUN wurde daher durch wasserrechtliche Auflagen verpflichtet, neben der hydraulischen Kanalnetzüberrechnung ebenfalls bis 31.12.2013 eine Fremdwasserbestimmung durchzuführen. Mit der Fremdwasserbestimmung sollen Anhaltspunkte über die Dichtheit des bestehenden Kanalsystems erlangt werden. Um den Fremdwasseranfall quantifizieren zu können, muss er nach Umfang und Örtlichkeit bestimmt werden. Hierzu sind Netzuntersuchungen sowie Messungen an maßgeblichen Stellen der Einzugsgebiete erforderlich.

Für die Fremdwasserbestimmung werden die Messdaten aus dem für die hydraulische Kanalnetzüberrechnung erforderlichen Messprogramm verwendet (Synergieeffekt beider Projekte). Im Zuge der durchzuführenden Trockenwetterauswertung erfolgt gleichzeitig die Fremdwasserbestimmung. Der weitere Umgang mit den gewonnenen Erkenntnissen bleibt einem Fremdwassersanierungskonzept vorbehalten, welches ggf. von SUN/S-1/3 in Abstimmung mit dem WWA Nürnberg zu entwickeln wäre.

Um die Hydraulische Überrechnung eines Kanalnetzes durchführen zu können, muss dieses zunächst modelltechnisch im Berechnungsprogramm abgebildet werden. Dazu sind folgende Daten als Grundlage erforderlich:

Grundlagen	Datenlieferant
Kanalstammdaten (Schächte, Haltungen)	Kanaldatenbank SUN
Städtische Grundkarte	Geo
Bauwerkspläne	SUN
Orthofotos (Luftbilder)	Geo
Zusätzliche Vermessungsdaten	Geo bzw. Vermessungsbüros
Entwässerungspläne (Grundstücke)	SUN (SöR/1-V/Reg)
Einwohnerzahlen	StA
Regendaten (53-jährige Aufzeichnungen)	DWD
Frischwasserverbräuche	N-ERGIE

Durch die Einarbeitung der Sonderbauwerke, Nachbesserungen bei verschiedenen Netzverknüpfungen, Erfassung der Sonderprofile sowie Plausibilitätskontrollen ist der Kanalbestand im Modell vollständig abgebildet.

Die weiteren Schritte beinhalten die Festlegung des Befestigungsgrades jeder Teilfläche im Hinblick auf den Einfluss des Regenwassers, die Ermittlung der Geländeneigung sowie die Zuordnung der an den Kanal angeschlossenen Flächen je Haltung. Nach der Zuordnung der Einwohner und des Gewerbes mit den angefallenen Frischwasserverbräuchen (Schmutzwasserabfluss) ist das Kanalnetzmodell fertiggestellt. Hierbei kann anschließend im Vergleich mit dem gemessenen Trockenwetterabfluss die Fremdwassermenge mitbestimmt werden.

Den Abschluss der Grundlagenschaffung stellt die Kalibrierung des Kanalnetzmodells dar. Hierzu ist die Durchführung einer Kanalmesskampagne erforderlich. In dem gültigen ATV-Arbeitsblatt A 118: „Hydraulische Berechnung und Nachweis von Entwässerungssystemen“ wird folgender eingehender Hinweis gegeben: „Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse von Modellrechnungen werden gesteigert, wenn Niederschlags-, Abfluss- und Wasserstandsmessungen im Kanalnetz durchgeführt werden und in die Modellanwendungen einfließen“.

Um ein realistisches Berechnungsmodell zu erhalten, müssen für mindestens 4 - 6 Monate die tatsächlichen Niederschläge und die sich einstellenden Abflussmengen im Kanalnetz gemessen werden. Ist nur eine geringe Verfügbarkeit von „auswertbaren“ Niederschlag-Abfluss-Ereignissen vorhanden, muss die Messkampagne verlängert werden. Das Ziel dieser Messungen ist, anhand tatsächlicher Niederschlagsereignisse den Durchfluss und Füllstand in verschiedenen Kanälen des Entwässerungsgebietes zu ermitteln, um darauf aufbauend, das hydrodynamische Kanalnetzmodell kalibrieren zu können.

Vor Durchführung einer Kanalmesskampagne ist diese konzeptionell zu planen; d.h. es müssen die Messstandorte im Kanalnetz für Q (Abfluss) und N (Niederschlag) sowie, wenn erforderlich, für h (Füllhöhe) festgelegt werden. Eine Besichtigung und Prüfung vor Ort sichert die Eignung als Messstandort ab. Es folgt eine über das Stadtgebiet flächendeckende Aufstellung von Niederschlagsmessgeräten (Regenschreiber). Zusätzlich müssen an den Hauptkanälen und wichtigen Netzknoten bzw. an den Entlastungsbauwerken die Abflüsse und der Einstau gemessen werden. Über den Messzeitraum hinweg ist eine 14-tägige Auslesung und Auswertung der Messergebnisse einschließlich überschlägiger Plausibilitätsberechnungen erforderlich. Ebenso müssen die Messgeräte regelmäßig auf ihre Funktionsfähigkeit hin überprüft und im Bedarfsfall nachkalibriert werden.

Die Qualitätssicherung bei Messungen und deren ingenieurmäßige Auswertung ist eine Spezialleistung. SUN ist personell nicht in der Lage, das Messprogramm durch eigenes Personal selber abzudecken. Daher ist geplant, von einem qualifizierten Ingenieurbüro ein entsprechendes Messprogramm für das gesamte Kanalnetz erstellen zu lassen. Das derzeit im Aufbau befindliche SUN-eigene Regenschreibernetz (12 festinstallierte Regenschreiber verteilt über das Stadtgebiet) wird für die Messkampagne mit herangezogen und bedarfsorientiert durch mobile Regenschreiber verdichtet.

Außerdem sind viele Drosselbauwerke (RÜB's und Steuerbauwerke der Stauraumkanäle) mit Messstrecken (MID und Regelschieber) ausgerüstet. Die dort gemessenen und entsprechend in der Fernwirkzentrale von SUN/S-1/3 aufgezeichneten Werte können ebenfalls für das Messprogramm verwendet werden.

In einem europaweiten Ausschreibungsverfahren soll ein qualifiziertes Unternehmen für die Durchführung des Messprogrammes gefunden werden. Der Auftrag bezüglich der hydraulischen Überrechnung wird im Rahmen einer weiteren Ausschreibung vergeben.

Zusätzlich ist geplant, zur Qualitätssicherung der Kanalnetzberechnungen und allgemeinen fachlichen Beratung, sich eines externen, unabhängigen Fachmanns zu bedienen. Schwerpunkt seiner Tätigkeit soll die fachliche (wissenschaftliche) Begleitung bei der Festlegung des maßgebenden Nachweisregens sowie bei der Durchführung der Berechnungen sein.

3. Durchzuführende Arbeiten

Nachfolgend ist eine Auflistung sämtlicher wesentlicher Arbeitsschritte für die Erstellung eines arbeitsfähigen Berechnungsmodells bis hin zur hydraulischen Kanalnetz-berechnung zusammengestellt. Die Reihenfolge der Auflistung muss nicht gleichbedeutend mit der Reihenfolge der Bearbeitung sein. Paralleldurchführungen sind möglich.

- **Nachvermessung:**
Da in der Nürnberger Kanaldatenbank noch teilweise Höhenangaben fehlen, müssen diese Informationen in Form einer Nachvermessung nacherhoben werden. Darüber hinaus sind weitere Nacherhebungen an Kanalnetzanlagen ebenfalls nicht ausgeschlossen. Diese Leistung kann unabhängig und bereits mit Vorlauf vergeben werden. Dabei besteht die Möglichkeit einer Vergabe entweder an Geo oder Vermessungsbüros.
- **Aufstellung des Messprogramms und dessen Durchführung:**
Um ein Kanalnetzmodell kalibrieren zu können, ist die Durchführung eines Kanalmessprogramms erforderlich. Näheres hierzu siehe unter Ziffer 4.
- **Kanalstammdaten:**
Die Kanalstammdaten sind aus der Kanaldatenbank in einem Schnittstellenformat auszulesen und an das beauftragte Büro zu übergeben. Es handelt sich dabei um die Lagekoordinaten, Deckel- und Sohlhöhen sowie die Haltungs- und Schachtdaten (Durchmesser Fließrichtung etc.), die übergeben werden.
- **Städtische Grundkarte:**
Die Digitale Flurkarte (DFK) für das gesamte Stadtgebiet liegt mittlerweile komplett bei SUN vor und ist im GIS eingespielt. Es handelt sich dabei nicht nur um die vom Landesvermessungsamt herausgegebenen Grundkarten mit Gebäuden und Grundstücksgrenzen. Die Karten sind um die von Geo vermessene Topographie in Form von Randsteinlinien, Bäumen, Laternen und Gebäudeanbauten etc. ergänzt. Die DFK's sind aus dem GIS auszulesen und an das beauftragte Ing. Büro zu übergeben.
- **Orthofotos:**
Auch die Orthofotos (Luftbilder) 2009 des gesamten Stadtgebietes sind bei SUN vorhanden. Es handelt sich dabei um georeferenzierte Dateiformate in der Auflösung 50 cm/pixel. Diese Auflösung bedeutet, dass jeweils eine Fläche von 50 x 50 cm² mit einem Farbwert belegt ist. Die Luftbilder werden ebenfalls zur Projektbearbeitung benötigt, um den Anteil der befestigten Flächen festlegen zu können.
- **Sonderbauwerke:**
An Hand der bei SUN vorliegenden Bestandspläne sind die Sonderbauwerke in das Projekt einzuarbeiten und dort modelltechnisch abzubilden.
- **Sonderprofile:**
Im Stadtgebiet von Nürnberg gibt es einige aus dem Beginn des 20. Jahrhundert stammende Sammler mit nicht genormten Profilen (z. B. Haubenprofile nach dem stat. Stützlinienprinzip). Diese Sonderprofile sind separat zu erfassen, um über deren hydraulische Eigenschaften den Abfluss berechnen zu können.
- **Belastungen der Teilflächen:**
In diesem Bearbeitungsschritt sind den vielen einzelnen Teilflächen der digitalen Flurkarte die Belastungen aus den verschiedenen Komponenten zuzuordnen. Unter den Teilflächen versteht man Hauptgebäude (Häuser), Nebengebäude (z.B. Garagen), Straßen und Grundstücksflächen. Über die mit den Orthofotos hinterlegte digitale Flurkarte kann nun jeder dieser Teilflächen ein Befestigungsgrad

vergeben werden. Im selben Arbeitsschritt ist noch die Geländeneigung abzuschätzen und im Modell zu hinterlegen.

- **Bilden von Einzugsgebieten:**
Jede nun so erfasste Fläche ist jetzt als einleitend oder nicht einleitend zu definieren. Darunter ist zu verstehen, ob eine Fläche an den Kanal angeschlossen ist oder nicht. Zudem ist jede angeschlossene Fläche einer Kanalhaltung zuzuordnen. Bei dem von SUN verwendeten Programm Kanal++ erfolgt diese Zuordnung über eine automatische Routine. Diese funktioniert dahingehend, dass von jeder Teilfläche der Schwerpunkt gebildet wird. Die Fläche wird dann dieser Haltung zugeordnet, welche den kürzesten Abstand zum Flächenschwerpunkt besitzt. Es empfiehlt sich, speziell bei größeren Flächen, insbesondere Sonder- und Gewerbeflächen, die Automatikroutine händisch zu überprüfen. Hierzu sind auch die Entwässerungsakten mit heran zu ziehen. Eine stichprobenhafte Kontrolle vor Ort trägt zu einer zusätzlichen Sicherheit bei.
- **Einwohnerverteilung:**
Beim Amt für Stadtforschung und Statistik (StA) gibt es eine Einwohnerverteilung je Stadtteildistrikt. Mit diesen Unterlagen kann pro Berechnungsgebiet die Einwohnerverteilung vorgenommen wird. Zusätzlich werden die Trockenwetterauswertungen aus dem Messprogramm mit herangezogen, um den Schmutzwasserabfluss festzulegen.
- **Kalibrierung:**
Nun steht das Kanalnetzmodell für eine Kalibrierung bereit. Hierfür stehen die Messwerte aus dem Messprogramm zur Verfügung. Mit den gemessenen Regendaten wird ein Rechenlauf durchgeführt und das Ergebnis mit den gemessenen Abflüssen verglichen. Bei größeren Abweichungen sind Korrekturen am Modell vorzunehmen. Es schließt sich dabei ein komplexer, iterativer Prozess an, in dem durch Vergleich der Rechen- und Messergebnisse das Modell der Realität angepasst wird.
- **Definition der Niederschlagsbelastung:**
Aus der DIN EN 752 geht hervor, für welche Art der Bebauung welche Regenhäufigkeit anzusetzen ist. Zudem ist mit dem WWA Nürnberg und dem Bayer. Landesamt für Umwelt abzustimmen, ob mit Modellregen (Grundlage bilden die KOSTRA-Daten) oder einer Seriensimulation zu rechnen ist. Grundlage einer Seriensimulation können hierbei allerdings nur sogenannte synthetische Regen bilden, da aus dem Stadtgebiet von Nürnberg keine langjährigen (mindestens 15 Jahre) Regenaufzeichnungen vorliegen. Ebenso ist abzuklären, in welcher Weise die Klimawandel bedingten Starkregenereignisse zu berücksichtigen sind.
- **Hydraulische Überrechnung:**
Auf dieser Grundlage kann schlussendlich die hydraulische Berechnung durchgeführt werden. Wegen der ausgedehnten Größe des Stadtgebietes spielt eine räumlich ungleichmäßige Überregnung eine sehr große Rolle. Für die Überrechnung des Gesamtgebietes ist dieses Phänomen angemessen zu berücksichtigen. Als Ergebnis liegt ein Überstaunachweis des Gebietes mit Entlastungsmengen an den Sonderbauwerken vor.

Die Sanierungsplanung bleibt im Bedarfsfall einem anderen, sich anschließenden Arbeitsschritt vorbehalten. Hierbei ist Option, dass SUN die Sanierungsplanung selbst übernimmt.

4. Messprogramm

Wie unter Ziffern 2 und 3 bereits angeführt, muss das Kanalnetzmodell kalibriert werden. Dazu ist im Vorfeld die Durchführung eines Messprogramms erforderlich.

Aus Sicht von SUN/S-1/1 stellt die Aufstellung des Messprogramms hierzu die entscheidende Grundlage dar. Das dafür erforderliche spezielle Fachwissen sowie einschlägige Erfahrungen dazu sind bei SUN in der erforderlichen Form nicht vorhanden. Daher soll diese Leistung im Rahmen eines VOF-Verfahrens an ein qualifiziertes und erfahrenes Ingenieurbüro vergeben werden.

Mit den vorhandenen Netz- und Fachkenntnissen wurde ein erstes Grobkonzept hinsichtlich der Standorte für die Messgeräte ausgearbeitet (siehe Anlage 1). Dieses dient als Grundlage für die Erstellung des Pflichtenhefts sowie der weiteren Bearbeitung durch das beauftragte Büro. Ein zusätzlicher Bestandteil der Beauftragung stellt die Erstellung des Leistungsverzeichnisses für das Messprogramm dar. Zudem soll diesem Büro auch die Überwachung der Durchführung des Messprogramms sowie die anschließende Auswertung des Trockenwetters und Fremdwassers als auch die Ermittlung der Abflussbildungsparameter übertragen werden.

Die Durchführung des Messprogramms wird in einem anderen, eigenen Verfahren als VOL-Leistung ausgeschrieben. Es berücksichtigt bzw. schließt vorhandene Messgeräte mit ein. Dabei wird vorausgesetzt, dass diese Geräte Messwerte im Rahmen der zulässigen Toleranzen liefern.

Das Messkonzept für die einzelnen Berechnungsgebiete ist aus Anlage 3 ersichtlich.

5. Hydraulische Überrechnung

Das Stadtgebiet von Nürnberg wird zu ca. 8 % im Trennsystem und ca. 92 % im Mischsystem entwässert. Dabei gelangt das Abwasser über insgesamt 7 Haupt-sammler zu den beiden Klärwerken.

Das ca. 1450 km lange Kanalnetz (öffentliche Entwässerungsanlage) der Stadtentwässerung und Umweltanalytik Nürnberg enthält

- 23 Regenüberlaufbecken
- 13 Stauraumkanäle
- 20 Regenüberläufe
- 28 Pumpwerke.

Zur Kappung von Ableitungsspitzen sind noch mehrere Regenrückhaltebecken und Regenrückhaltestauraumkanäle im Netz enthalten.

Das komplette Kanalnetz einschließlich aller Sonderbauwerke ist gänzlich im hydraulischen Berechnungsmodell abzubilden.

Zur besseren Übersicht und Handhabung erfolgt zunächst eine Einteilung des gesamten Stadtgebietes in 102 Teileinzugsgebiete (siehe Anlage 2), die sich an den bestehenden Hauptsammlern (Hauptentwässerungsschienen) und deren Entlastungen in die Vorfluter orientieren.

Die Teileinzugsgebiete wurden mit dreistelligen Nummern versehen. Dabei gibt die erste Nummer den jeweiligen Sammler an. Folgende Nummern wurden für die einzelnen Sammler vergeben:

- | | |
|----------------------------------|----------|
| - Wahler Straße | Nummer 1 |
| - Nördlicher Hauptsammler | Nummer 2 |
| - Pegnitztalsammler einschl. SOS | Nummer 3 |
| - Lorenzer Sammler | Nummer 4 |
| - Südlicher Hauptsammler | Nummer 5 |
| - Südlicher Entlastungssammler | Nummer 6 |
| - Südwestlicher Hauptsammler | Nummer 7 |

Bei der zweiten Nummer handelt es sich um die Kammernummer des Sammlers. Diese Unterteilung wurde eingeführt, um bei den in Staukaskaden unterteilten Stauraumkanälen Pegnitztalsammler und Südwestlicher Hauptsammler 2 eine bessere Übersicht zu erreichen. Auch der Nördliche Hauptsammler wurde so in zwei Bereiche, nämlich in das Einzugsgebiet oberhalb des RRB Georg-Buchner-Straße und das Gebiet unterhalb, eingeteilt.

Sämtliche Einzugsgebiete eines Sammlers sind mit derselben Farbe gekennzeichnet. Damit ist bereits auf den ersten Blick eine Zuordnung möglich. Die Farbzusordnungen sind der Zeichenerklärung auf dem Lageplan zu entnehmen.

Die Berechnung selbst soll nach Möglichkeit in einem Stück mit einer räumlich ungleichmäßigen Überregnung durchgeführt werden. Sollte dies aus bisher nicht vorhersehbaren Gründen nicht oder nur eingeschränkt möglich sein, so muss auf eine teileinzugsbezogene Berechnung zurückgegriffen werden. Wegen den im Kanalnetz vorhandenen Vermaschungen, die für die Berechnung aufzuheben wären, könnte eine solche Berechnung nur als gute Näherung angesehen werden. Als Vorbereitung dafür wurden bereichsweise verschiedene Teileinzugsgebiete zu Berechnungsgebieten zusammengefasst.

Die für die einzelnen Sammler sich dann ergebende Reihenfolge ist der Anlage 4 zu entnehmen.

Die Hydraulische Berechnung beinhaltet den Überstauachweis. In der DIN EN 752 sind die nachzuweisenden Überstauhäufigkeiten geregelt. Diese Vorschrift gibt z. B. für Wohngebiete an, dass ein Überstau ein Mal in zwei Jahren zulässig ist. Mit dem Hydraulikprogramm ermittelt man den Belastungsgrad jeder Haltung und den Wasserstand in jedem Schacht. Zudem wird die überstauende Wassermenge berechnet. Dieses Berechnungsverfahren ist Stand der Technik und liefert bei entsprechender Kalibrierung realitätsnahe Genauigkeiten.

6. Projektkonzeption

6.1 Vorgespräche - Vorüberlegungen

Zu Beginn des Projektes bestand die Vorstellung, die hydraulische Überrechnung des gesamten öffentlichen Kanalnetzes im eigenen Hause, im Sachgebiet SUN/S-1/1, durchführen zu können. Der engen Zeitvorgabe von 4 Jahren bewusst, sollte dieses Großprojekt von insgesamt 3 Ingenieuren parallel zum Tagesgeschäft bewältigt werden. Um diesem Personenkreis gewisse Routinearbeiten abzunehmen bzw. zuzuarbeiten, war geplant, drei Bautechniker oder erfahrene Bauzeichner mit CAD-Erfahrung befristet einzustellen. Erfahrungen mit Leiharbeitern / befristeten Beschäftigten haben allerdings gezeigt, dass man hier durchaus auf Personal treffen kann, welches einen erhöhten Betreuungsaufwand erfordert.

Unter Abwägung aller Faktoren muss festgestellt werden, dass eine erfolgreiche und fristgerechte Projektabwicklung bis zum Endtermin 31.12.2013 mit den vorhandenen Personalressourcen nicht durchführbar ist.

Von den beiden Städten Karlsruhe und Frankfurt war bekannt, dass diese derartige Berechnungen bereits erfolgreich durchgeführt haben. Hier wurden die Überrechnungen im Rahmen eines VOF-Verfahrens ausgeschrieben und an entsprechende Büros vergeben.

Um nähere Informationen über die bei diesen beiden Städten durchgeführten Projekte zu erhalten, erfolgten am 26.10.2009 mit dem Tiefbauamt Karlsruhe und am 10.11.2009 mit der Stadtentwässerung Frankfurt entsprechende Gespräche. Von beiden Städten wurde SUN über die Abwicklung der jeweiligen Projekte ausführlich und erschöpfend Auskunft erteilt und ein von SUN aufgestellter Fragenkatalog beantwortet.

Bei beiden Städten war gemeinsam, dass sowohl das Messprogramm als auch die hydraulische Überrechnung jeweils in einem VOF-Verfahren ausgeschrieben und an Ingenieurbüros vergeben wurde. Da sich die Personalstärke bei allen drei Städten (einschl. Nürnberg) als annähernd gleich herausstellte, riet man SUN von einer Durchführung in Eigenleistung auf Grund der umfangreichen Projektleistung dringend ab.

In Karlsruhe wurde die hydraulische Überrechnung zeitlich versetzt zum Messprogramm ausgeschrieben. Außerdem war noch zu erfahren, dass dort das gesamte Kanalnetz mit einem ungleichförmigen Regen in einem Zuge überrechnet wurde. Als fachlichen Berater beauftragte Karlsruhe für die gesamte Projektdauer Herrn Prof. Schmitt aus Kaiserslautern mit der wissenschaftlichen Begleitung des Projektes.

Bei der Stadtentwässerung Frankfurt gab es keine zeitlichen Vorgaben, weshalb aus Kostengründen immer nur in sich abgegrenzte größere Teilgebiete vergeben wurden. Dabei schreibt man hier das Messprogramm und die hydraulische Überrechnung parallel aus, damit das „rechnende Büro“ noch Einfluss auf das Messprogramm nehmen kann. Das Projekt der hydraulischen Kanalnetzüberrechnung ist in Frankfurt noch nicht abgeschlossen.

Um auch einen tieferen Einblick in die Planung und Durchführung eines Messprogramms zu erhalten, führte SUN mit zwei, auf diesem Sektor erfolgreich operierenden Büros, entsprechende Gespräche. Eingeladen wurde am 30.11.2009 das Büro ISW Magdeburg. Dieses seit dem Jahr 2000 existierende Unternehmen befasst sich u. a. mit der Durchführung und Auswertung von Niederschlags- und Abflussmessun-

gen sowie der Aufstellung und Kalibrierung von Kanalnetzrechnungs- und Schmutzfrachtrechnungsmodellen.

Ein zweites Gespräch zum selben Thema fand am 10.12.2009 mit dem Büro IGM Messen GmbH aus Darmstadt statt. Dieses Büro ist eine 100%-ige Tochterfirma der BGS Wasser GmbH aus Darmstadt. Gegründet wurde diese Gesellschaft im Jahr 1996. IGM Messen führt ausschließlich Messkampagnen aller Art durch. Die BGS Wasser ist auf hydraulische Kanalnetzrechnungen spezialisiert.

Beide eingeladenen Büros erhielten im Vorfeld entsprechende Planunterlagen über das Nürnberger Kanalnetz und machten sich erste Gedanken über ein Messprogramm. Interessanterweise korrespondiert die Anzahl der ermittelten Messstellen von ca. 90 bis ca. 120 sehr gut mit dem SUN-Vorschlag von 106 Messstellen. Die Unterschiede zwischen den beiden Büros liegen dagegen darin, dass ISW eine relativ kleinräumige Aufteilung der Gebiete vornimmt und sämtliche Vermaschungen für den Zeitraum des Messprogramms verschließt. Dadurch lassen sich die Abflussbildungsparameter je Teilgebiet auf Grund der guten Bilanzierung relativ exakt bestimmen. Aus Kapazitätsgründen kann dieses Büro allerdings kein Messprogramm für das gesamte Gebiet auf einmal ausführen. Eine Aufteilung in ca. 3 bis 4 Gebiete ist hier erforderlich was eine Beendigung des Messprogramms erst in 3 bis 4 Jahren nach sich zieht.

IGM hingegen ist in der Lage, das Messprogramm auf das gesamte Kanalnetz auszuweiten und in einem Jahr zu beenden.

6.2 Projektabwicklung

Nach einem intensiven Abwägungsprozess unter Einbeziehung all der vielfältigen Informationen aus den geführten Gesprächen erscheint für SUN zur erfolgreichen Realisierung dieses großen Projektes folgender Weg am zielführendsten zu sein:

In einem ersten Schritt erfolgt die Aufstellung eines Pflichtenheftes für die Erstellung eines Messprogrammes. Hintergrund für dieses Vorgehen ist, dass über diese VOF-Vergabe ein Ingenieurbüro beauftragt wird, welches ohne Kostendruck ein qualifiziertes Konzept für die Erstellung eines Messprogramms ausarbeiten kann. Mit enthalten in diesem Auftrag soll die Erstellung eines Leistungsverzeichnisses für die Durchführung des Messprogramms, die Überwachung des später messenden Büros sowie die Auswertung und Aufbereitung der Messergebnisse sein.

Als zweiter Schritt erfolgt die Ausschreibung und Vergabe der Ausführung des Messprogramms im Rahmen eines VOL-Verfahrens. Die Erstellung des LV's obliegt dem mit der Erstellung des Messprogramms beauftragten Büro.

Der dritte Schritt sieht eine weitere VOF-Vergabe vor. Dafür ist ein Pflichtenheft mit den Anforderungen für die Modellkalibrierung mit anschließender hydraulischer Überrechnung zu erstellen. Hierbei ist vorgesehen, zwei Berechnungszustände untersuchen zu lassen. Zunächst ist die Berechnung für den sogenannten Istzustand (derzeitige Bebauung) durchzuführen, um in einem weiteren Schritt eine Berechnung für den Prognosezustand (Bebauung mit aufgefüllten Baulücken gem. Flächennutzungsplan) auszuführen. Dabei wird die Verwendung des bei SUN vorhandenen Instationären Berechnungsprogramms Kanal++ verpflichtend vorgeschrieben, da die weiteren Arbeitsschritte (Sanierungsplanung) mit eigenem Personal ausgeführt werden sollen.

Als Projektleiter fungiert Herr Schacherl, wobei auch die übrigen Mitarbeiter des Sachgebietes SUN/S-1/1 in die Projektarbeit und -abwicklung mit einbezogen werden. Aus den Berechnungsergebnissen lassen sich die Problembereiche und potentiellen Sanierungsbereiche im Kanalnetz feststellen. Die sich daran anschließenden Sanierungsberechnungen, bei Zugrundelegung verschiedener, alternativer Szenarien, werden mit eigenem Personal durchgeführt. Zum Einsatz soll hierbei auch der neue Programmaufsatz GeoCPM kommen, mit welchem an den überstauten Stellen Überflutungsnachweise geführt werden können.

8. Kosten

Die Projektrealisierung erfordert verschiedene, unter Punkt 3 beschriebene Leistungen und Aufwendungen, welche kostenmäßig nur grob geschätzt werden können:

Kosten Aufstellung, Begleitung und Auswertung Messprogramm:

Pauschal	120.000,-- €	= 120.000,-- €
----------	--------------	----------------

Hinter diesen Kosten verbergen sich die LV-Erstellung, die Überwachung des Messprogrammes sowie die Auswertung der Daten.

Kosten Durchführung Messprogramm:

106 Messstellen x 6 Monate	x 1.000,-- €	= 636.000,-- €
16 Regenmesser x 6 Monate	x 400,-- €	= 38.400,-- €

Hinter diesen Kosten verbergen sich der Einbau einschließlich Kalibrierung, Vorhalten (6 Monate) und Warten sowie der Ausbau der Messgeräte. Ebenso ist darin eingeschlossen eine 14-tägige Auslesung der Daten.

Kosten für erforderliche Abmauerungen (Bildung von Teilgebieten):

150 Abmauerungen	x 300,-- €	= 45.000,-- €
150 Schächte reinigen	x 25,-- €	= 3.750,-- €

Die Herstellung und Beseitigung der Abmauerungen werden durch den Kanalbetrieb (SUN/S-1/3) vorgenommen.

Kosten Verkehrssicherung durch SUN/S-1/3 (Kanalbetrieb):

200 Stunden	x (32,-- + 30,-- €)	= 12.400,-- €
-------------	---------------------	---------------

Für den Ein- und Ausbau der Messgeräte in Kanälen unter stark befahrenen Straßen

Kosten hydraulische Überrechnung:

1.450 km Kanal	x 330,-- €	= 478.500,-- €
----------------	------------	----------------

Zugrunde gelegt wurde hier ein Mittelpreis je km Abwasserkanal aus den Aufträgen der beiden Städte Karlsruhe und Frankfurt.

Kosten DGM- und Laserscandaten:

180 km ²	x 75,-- €/km ²	= 13.500,-- €
---------------------	---------------------------	---------------

Kosten Nachvermessung:

2150 Schächte	x 90,-- €	= 193.500,-- €
---------------	-----------	----------------

Beschaffung von Regendaten:

Pauschal	1.500,-- €	= 1.500,-- €
----------	------------	--------------

Kosten für Berater/Gutachter:

250 h	x 100,-- €/h	= 25.000,-- €
Reisekosten	pauschal	= 3.000,-- €

Eigenleistungen Betreuungsaufwand:

2 Mannjahre	x 1.600 h/a x 100,-- €/h	= 320.000,-- €
-------------	--------------------------	----------------

Unter der Eigenleistung verstehen sich grundsätzlich die Aufwendungen der Projektbegleitung mit eigenem Personal und hierbei insbesondere die Kosten für die VOF-Verfahren, Zuarbeit und Betreuung des Messprogramms, Bereitstellung der Daten und Zuarbeit für die hydraulische Überrechnung.

Eigenleistungen Kanalbetrieb:

0,5 Mannjahre	x 1.600 h/a x 85,-- €/h	= 68.000,-- €
---------------	-------------------------	---------------

Darunter verstehen sich die Kosten für die Betreuung des Messprogramms wie auch bei seiner Aufstellung.

Zusammenstellung der Kosten - Gesamtkosten:

Aufstellung Messprogramm	120.000,-- €
Durchführung Messprogramm	674.400,-- €
Abmauerungen im Kanalnetz	48.750,-- €
Verkehrssicherung	12.400,-- €
Hydraulische Überrechnung	478.500,-- €
DGM- und Laserscandaten	13.500,-- €
Nachvermessung	193.500,-- €
Regendaten	1.500,-- €
Kosten für Berater/Gutachter	28.000,-- €
Eigenleistungen Betreuungsaufwand	320.000,-- €
Eigenleistungen Kanalbetrieb	68.000,-- €
Sonstiges (ca. 10%)	191.450,-- €
Gesamtkosten	2.150.000,-- €

Die Position Sonstiges wurde auf 10 % gesetzt, da ein trockener Sommer eine Verlängerung des Messprogramms erforderlich machen kann.

9. Umsetzung und Vollzug des Gesamtkonzeptes

Das Projekt wird in folgenden wesentlichen Ablaufschritten abgearbeitet:

- Erstellung eines Messprogramms durch Fremdvergabe an ein Ing. Büro
- Durchführung der Niederschlag- Abfluss- Messungen durch Fremdvergabe an ein Messbüro unter Einbeziehung der SUN-eigenen stationären Regenschreiber.
- Übergabe sämtlicher relevanter Messdaten sowie Grundkarten, digitale Kanaldaten und Orthofotos an das Ing. Büro.
- Erstellung des Kanalnetzmodells, Kalibrierung und Hydraulische Überrechnung durch ein qualifiziertes Büro.

Die Vorbereitung der Vergabe der Messprogrammerstellung ist im Frühjahr 2010 vorgesehen.

Die Hydraulische Überrechnung des gesamten städtischen Kanalnetzes sowie die Fremdwasserbestimmung muss gemäß Bescheid vom 04.12.2008 bis 31.12.2013 erfolgen. Demzufolge ist das Gesamtprojekt innerhalb eines Zeitraums von 4 Jahren abzuwickeln. Nach dem aufgezeigten vorläufigen Projektablauf- und Zeitplan (siehe Ziffer 7) läßt sich dieses Zeitziel gerade noch erreichen. Es bleibt keine Zeit, mit der

Genehmigung des Konzeptes hinzuwarten, sondern das Projekt muss zügig angegangen werden. Maßgebend für den Zeitdruck ist der unerlässliche Beginn der Messkampagne ab Februar 2011, der insbesondere von der Fremdwasserbestimmung vorgegeben ist.

10. Finanzierung

Die Finanzierung erfolgt aus dem Verwaltungshaushalt, Hauptansatz „Generalentwässerung-Planung“, Einzelansatz U022.002 „Gesamtnetz, hydraulische Berechnung“. Mittel dafür sind bereits für den Wirtschaftsplan 2010 in Höhe von 1,155 Mio € gemeldet. Im Rahmen der Fortschreibung des Wirtschaftsplanes sind die Ausgabenmittel an den Bedarf anzupassen.

11. Zusammenfassung und Ausblick

Die Fragen nach einem ausreichend groß dimensionierten Kanalnetz werden im Zusammenhang mit dem fortschreitenden Klimawandel immer häufiger. Zudem verlangt das WWA Nürnberg als amtlicher Sachverständiger zukünftig, für die beantragten Einleitgenehmigungen die realistischen Einleitwassermengen in den natürlichen Vorfluter, ermittelt über eine Simulation, anzugeben. Im Allgemeinen besteht die wasserrechtliche Forderung nach einer hydraulischen Überrechnung des gesamten Kanalnetzes und einer Fremdwasserbestimmung (siehe Anlage 5).

Da ein derart großes Gesamteinzugsgebiet wie Nürnberg von nahezu 9.500 ha nicht von dem vorhandenen Eigenpersonal in der zur Verfügung stehenden Zeit von 4 Jahren überrechnet werden kann, ist die Vergabe der mit dem Projekt verbundenen verschiedenen Leistungen an leistungsfähige Ingenieurbüros unumgänglich.

Nach Abschluss der Arbeiten und Vorliegen der Ergebnisse der Hydraulischen Überrechnung und Fremdwasserbestimmung soll mit den Daten durch eigenes Personal weitergearbeitet werden. So kann bei bevorstehenden baulichen Sanierungen der hydraulische Aspekt mit einbezogen werden. Der wichtigste Vorteil für SUN bei dieser umfangreichen Tätigkeit besteht in dem gewonnenen Know-how über den hydraulischen Zustand des Kanalnetzes. So kann SUN bei jeglichen Anfragen in Richtung Entwässerbarkeit von neuen Bauflächen eigenständig und auch kurzfristig hydraulische Untersuchungen im Zusammenhang mit Variantenuntersuchungen anstellen. Die Anfragen anderer Dienststellen können somit im Rahmen der zeitlichen Vorgabe und ohne Fremdvergabe (mit aufwändiger VOF-Vergabe) beantwortet werden. In einem zweiten Schritt ist angedacht, für die Bereiche mit Kanalschächten, welche den Überstaunachweis nicht erfüllen, einen Überflutungsnachweis mit dem neuen Programm aus dem Forschungsprojekt GeoCPM zu führen. In diesem Zusammenhang können u.U. Hydraulische Sanierungsmaßnahmen erforderlich werden, welche wiederum mit dem Programm Systems ++ nachgewiesen werden.

Die Ergebnisse der hydraulischen Kanalnetzüberrechnung stellen eine „Standortbestimmung“ der Abfluss- und Leistungsverhältnisse des Kanalisationsnetzes dar. Sie führen konkret zu Schwachstellen und Defiziten im Entwässerungssystem und lösen in letzter Konsequenz Handlungsbedarf z. B. in Form von Bauinvestitionen aus, die in der weiteren Zukunft den Gebührenhaushalt bzw. die Gebührengestaltung beeinflussen werden. Sie geben gleichzeitig einen Hinweis auf die Dringlichkeit (Prio-

rität) der Abhilfemaßnahmen. Insoweit werden die Ergebnisse der hydraulischen Kanalnetzüberrechnung das maßgebliche Regulativ in der Finanz- und Investitionsplanung sein.

Welcher weitere Handlungsbedarf sich aus der Fremdwasserbestimmung ableitet, ist allein noch völlig ergebnisoffen. Soweit hier gebietsbezogen detaillierte Erkenntnisse vorliegen, sind die weiteren Schritte mit dem WWA Nürnberg abzuklären.

12. Begriffserklärung

SKU	Stauraumkanal mit untenliegender Entlastung
RÜB	Regenüberlaufbecken
RÜSK	Regenüberlaufstauraumkanal
RRB	Regenrückhaltebecken
RRSK	Regenrückhaltestauraumkanal
StBW	Steuerbauwerk
EZG	Einzugsgebiet
Systems ++	Instationäres Berechnungsprogramm (Dyna/Flut) mit einer entsprechenden grafischen Oberfläche

Nürnberg, 23.12.2009
Stadtentwässerung und
Umweltanalytik Nürnberg
Abwasserableitung
Systemplanung SUN/S-1/1
i.A.

Schacherl

Schacherl
(4533)