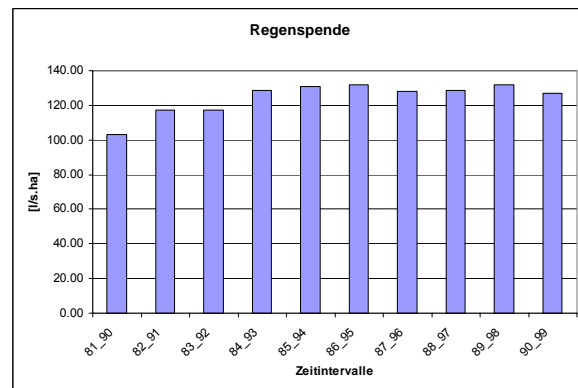
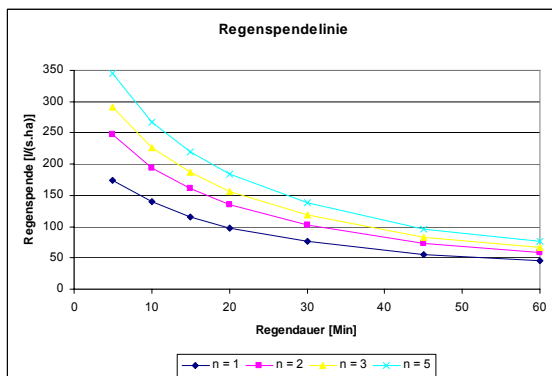


Moderne Verfahren der Kanalnetzberechnung, -bewirtschaftung und -optimierung

Im Auftrag und in Zusammenarbeit mit den Innsbrucker Kommunalbetrieben führt der Arbeitsbereich Umwelttechnik eine Reihe von Projekten im Rahmen der modernen Kanalnetzberechnung, -bewirtschaftung und -optimierung durch. Insbesondere erfolgt dies unter Beachtung der für den alpinen Raum besonderen Gegebenheiten:

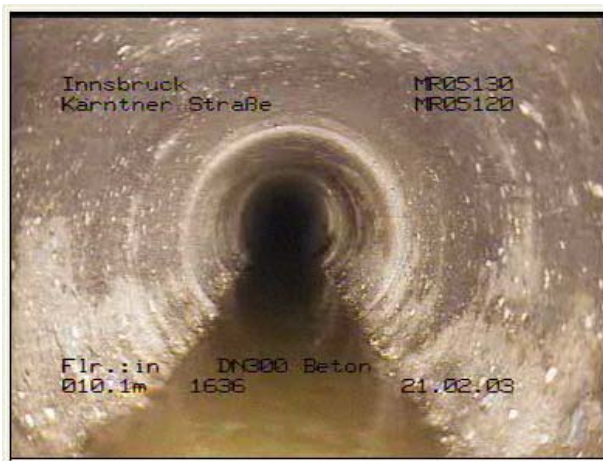
- Schneefall und -schmelze
- Stoffeintrag durch Salz- und Splitstreuung
- Räumliche Niederschlagsverteilung durch Wetterbeeinflussung durch Gebirge
- Kombination von sehr steilen Kanalsträngen mit Flachstrecken
- Hochwassergefahr durch alpine Abflüsse

Studie zur Erhebung der Randbedingungen für die hydraulische Berechnung des Kanalisationssystems Innsbruck



Auf der Basis von behördlichen Vorschriften, vorhandenen Auswertungen und Niederschlagsaufzeichnungen werden die hydrologischen Grundlagen zur Kanalnetzberechnung erhoben. Dabei werden alle für den Standort Innsbruck essentiellen Daten extrahiert, wie Bemessungsregenspende $r_{15,1}$, Modellregen für Berechnung der hydraulischen Leistungsfähigkeit, Starkregenserien für Berechnung der hydraulischen Leistungsfähigkeit, Langzeitserie für die Mischwasseremissionsberechnung

Konzeptentwicklung für Planung, Bau und Betrieb des Kanalisationssystems Innsbruck – Masterplan zur Umsetzung der Richtlinie zur Mischwasserbehandlung



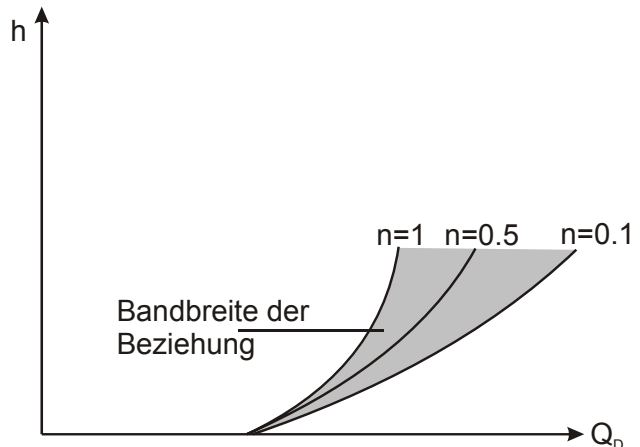
In den letzten Jahren haben sich sowohl von der rechtlichen als auch von der fachlichen Seite neue Perspektiven für den Bau, den Betrieb und die Erhaltung städtischer Kanalisationssysteme ergeben.

- **Rechtliche Randbedingungen:** Sowohl durch die zunehmende Hinwendung zur Infiltration von Regenwässer und der Regeneration von urbanen Gewässern als auch von Seiten der Dimensionierung der Bauwerke gilt es neue Planungsgrundlagen zu beachten. Dies ist einerseits die Europäische EN Norm 752 zur Überflutungswahrscheinlichkeit bzw. die nationale Umsetzung mittels ÖWAV Regelblatt 11 und andererseits die in ÖWAV Richtlinie Regelblatt 19 hinsichtlich der Emissionen von Mischwasser. Darüber hinaus ist mittelfristig mit Anforderungen aus der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu rechnen. Gerade hinsichtlich des letztgenannten Punktes ist es wichtig eine langfristige Konzeption auszuarbeiten.
- **Moderne Planungsmethoden:** Darüber hinaus haben sich in den letzten Jahren auch moderne Methoden zur Planung und zum Betrieb von Entwässerungsanlagen etabliert. Grundlage dessen sind die digitalen Aufzeichnungen der Regenintensität, welche eine detaillierte Berechnung der hydrologischen und hydraulischen Zusammenhänge erlauben. Der Einsatz moderner Methoden bedingt aber auch eine – im Vergleich – aufwendigere Messung der Zustandsdaten zur Kalibrierung. Erfahrung mit kontinuierlichen Messungen von Abfluss und

Verschmutzungsparametern (TSS, UV Spektrometer etc.) finden erst langsam Eingang in die Praxis. Trotz des erhöhten Aufwandes sind aber die Vorteile der modernen Simulationsmethoden in der Planung und im Betrieb von Entwässerungsanlage exorbitant. Dadurch wird nicht nur eine präzise Bewertung der hydraulischen Kapazität des Kanalsystems möglich (wie auch durch die Umsetzung der Europäische EN Norm 752 zur Überflutungswahrscheinlichkeit gefordert), sondern auch eine Bewirtschaftung der – ansonsten ungenutzten – Speicherkapazitäten im System. Zudem ist eine gezielte Wartung des Systems in Bezug auf Sedimente möglich.

- Kanalnetzbewirtschaftung: Trotz einiger Erfahrung in der Implementierung von Echtzeitsteuerungssystemen zur Kanalnetzbewirtschaftung (die ersten Systeme in Deutschland und der USA wurden vor ca. 20 Jahren installiert) empfiehlt es sich aber hier schrittweise vorzugehen. Einfache Optimierungen des Systems bzw. einfache lokale Steuerungen lassen sich bereits mit geringem Aufwand implementieren und können – je nach System – signifikante Erfolge erzielen. Erst nach Vorliegen der ersten Erfahrungen mit einfachen Steuerungssystemen und Ausloten des möglichen Potentials sollte eine komplexe Verbundsteuerung in Angriff genommen werden.
- Kanalnetzmanagement: Auch im Hinblick auf das Management des Kanalisationssystems (darunter ist hier subsumiert der Betrieb, die Inspektion, die Wartung und die Sanierung des Kanalnetzes und der damit verbundenen Anlagen zu verstehen) haben in den letzten Jahren moderne, datenbankbasierete Methoden Einzug gehalten. Die signifikanten Erhaltungs- und Betriebskosten der Kanalisationsanlagen führten zur Entwicklung zahlreicher Werkzeuge für die Bewältigung dieser Aufgaben.

Bestimmung der Beziehung zwischen Wasserstand und Entlastungsvolumina in Mischwasserüberläufen

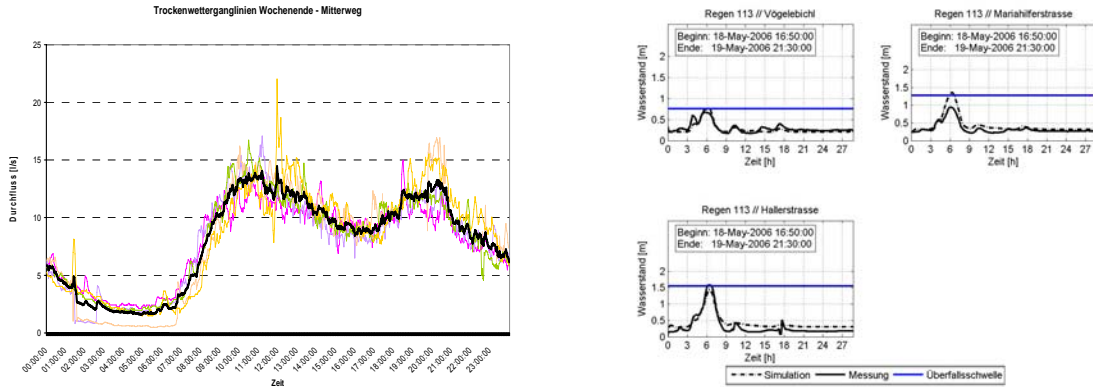


Eine der Aufgaben der Kanalnetzbetreiber ist die Erfassung und Speicherung von Daten zum Entwässerungsnetz. Unter anderem ist es notwendig die Abflussverhältnisse bei unterschiedlich starken Abflüssen zu kennen. Dazu gehören auch die Entlastungsmengen in Mischwasserüberläufen, sowie die aus den Mischwasserüberläufen weitergeleiteten Abflüsse. Dies ist die Datengrundlage, die einerseits für die Kalibrierung jeder Art numerischer Kanalnetzmodelle andererseits zum Nachweis vor Behörden und vor der Öffentlichkeit notwendig ist.

Die Entlastungsvolumina aus Mischwasserentlastungen in Kanalsystemen werden üblicherweise – und auch im Kanalsystem von Innsbruck – nicht direkt (beispielsweise durch induktive Durchflussmessungen) bestimmt. Gemessen wird der Wasserstand in der Mischwasserkammer und aus diesem werden die Entlastungsmengen, sowie der weitergeleitete Abfluss bestimmt. Durch die im Kanalsystem auftretenden komplexen hydraulischen Verhältnisse (Einstau, Überstau, Wellenphänomene etc) ist die Bestimmung einer allgemeingültigen Beziehung, die sowohl bei Freispiegelabfluss als auch bei Einstau zutrifft nicht möglich. Trotzdem ist es ein Ziel diese Beziehung möglichst genau zu kennen bzw. auch zu wissen wo die Grenzen der Anwendbarkeit liegen.

Dieses Projekt umfasst eine derartige Untersuchung von relevanten Mischwasserentlastungen.

Hinweise zur Kalibrierung der hydrodynamischen Kanalnetzrechnung in Innsbruck

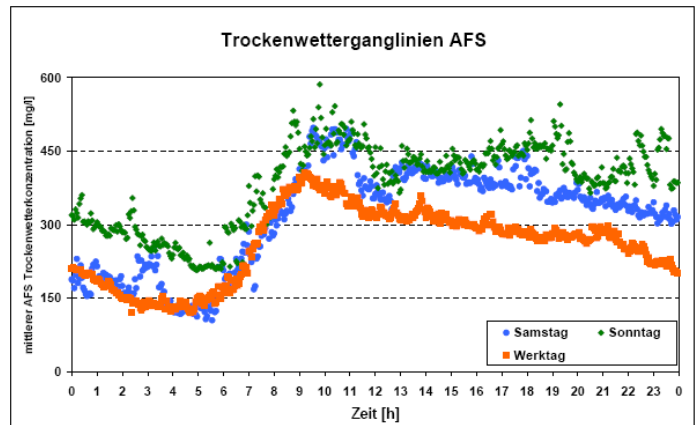


Hydrodynamische Kanalnetzsimulationen sind in den letzten Jahren zum Stand der Technik bei der Bewertung eines Entwässerungssystems und für Entscheidungen zu geplanten Baumaßnahmen geworden. Häufig werden allerdings die verwendeten Modelle aus Mangel an Daten nicht kalibriert, wodurch die Ergebnisse zum Teil die Realität nur unbefriedigend widerspiegeln. Dies hat seine Ursache zum einen in der Ungenauigkeit bei den verwendeten Eingangsdaten (Flächen, Abflussbeiwerte, Rohrrauigkeiten, Geländeneigung, ...), zum anderen jedoch auch in der Unsicherheit bei verwendeten Modellparameter die vom verwendeten Berechnungsmodell abhängen. Diese Unsicherheiten sind in der einschlägigen Literatur bereits detailliert untersucht und können in der praktischen Anwendung lediglich durch eine hinreichende Kalibrierung kontrolliert werden.

Mit Mitte 2005 haben die Innsbrucker Kommunalbetriebe begonnen ein Messstellennetz im Entwässerungssystem von Innsbruck aufzubauen. Somit ist es nun möglich bereits bestehende Kanalnetzmodelle auf Plausibilität zu überprüfen sowie eine Methodik zur Kalibrierung zukünftiger Simulationen zu erstellen.

In dieser Studie werden auf Basis der zur Verfügung stehenden Datenaufzeichnungen Regenereignisse ausgewählt, die geeignet sind ein hydrodynamisches Modell zu kalibrieren. Dies ist nicht automatisch bei allen Niederschlagsereignissen der Fall. So kann aus Niederschlagsaufzeichnungen in den Wintermonaten kaum oder gar nicht abgeleitet werden ob aufgezeichneter Niederschlag in Realität als Schnee nicht sofort zum Abfluss kommt und damit Kanalsystem auch nicht belastet oder ob er auf der anderen Seite als Regen zuvor gefallenen Schnee zum Abschmelzen bringt und somit der Abfluss größer wird als er rein aufgrund der Aufzeichnung zu erwarten gewesen wäre. Ein anderes – saisonal unabhängiges – Problem ist die örtliche Verteilung des Niederschlages. Während in der Realität mit starken örtlichen Schwankungen gerechnet werden kann, wird das Niederschlagsgeschehen im Modell mit einem oder wenigen Regenschreibern abgebildet, das Einzugsgebiet also gleichmäßig beregnet. Dies führt dann auch zu unterschiedlicher hydraulischer Belastung im Kanalnetz.

Konzeption eines Messprogramms für Feststoffe im Kanalisationssystem Innsbruck



Das in ÖWAV Regelblatt 19 fordert einen Mindestwirkungsgrad der Weiterleitung des Oberflächenabflusses im Regenwetterfall zur Kläranlage. Der Wirkungsgrad entstammt einer Forderung, dass ein bestimmter Anteil der im Mischwasserabfluss enthaltenen Stoffe in der Kläranlage behandelt werden soll und wird für gelöste und abfiltrierbare Stoffe (AFS) separat angegeben.

Eine Möglichkeit zur Lösung dieses Problems besteht darin, Bauwerke im Kanalsystem zu schaffen, deren Sedimentationswirkungsgrad in die vereinfachte Berechnung einfließen kann. Dies sind Wirbelabscheider, Becken und Stauraumkanäle. Diese Lösungen sind allerdings kostenintensiv in Bau und Betrieb. Um sicherzustellen, dass derartige Investitionen optimal eingesetzt werden, sind Schmutzstoffmessungen im Kanalsystem notwendig. So können Informationen über eine örtliche Verteilung der Konzentrationen (z.B. stärkere Schmutzstoffkonzentrationen in Industriegebieten und in der Nähe von stark befahrenen Strassen als in Wohngebieten) in den Entscheidungsprozess über die Situierung eines Bauwerkes einfließen.

Auf der anderen Seite ist es auch möglich den Wirkungsgrad mit Hilfe von Langzeit-Simulationen unter Berücksichtigung der Dynamik der Mischwasserkonzentrationen detailliert zu berechnen. Der resultierende mittlere Wirkungsgrad der Mischwasserüberlaufbecken ist von der Dynamik des Geschehens abhängig.

Mit einer detaillierten Berechnung können verschiedene Prozesse wie z.B. der Einfluss der Trockenwetterganglinie auf die Konzentrationen im Mischwasserabfluss, die Erhöhung der AFS-Konzentrationen im Drosselabfluss von Mischwasserüberlaufbecken sowie eine Sedimentation in eingestauten Haltungen berücksichtigt werden. Um eine derartige detaillierte Berechnung vornehmen zu können, sind jedoch Feststoffmessungen im Kanalsystem notwendig.

Auch bilden Feststoffmessungen im Kanalsystem die Grundlage zur Beurteilung der Effizienz von alternativen Bewirtschaftungsmethoden wie Schwallspülungen zur Kanalnetzreinigung und Auswirkungen von Abflussteuerungsorganen auf die

Feststoffbilanz. Im konkreten Fall von Innsbruck ist dies die Beurteilung der Wirkung der bereits eingebauten Steuerklappe am Hohen Weg sowie der Einsatzmöglichkeiten zusätzlicher moderner Steuerorgane als Alternative zur Errichtung von herkömmlichen Bauwerken. Erfahrungen zeigen, dass mit dieser Technologie durchaus gute Ergebnisse zur Verminderung des Schmutzstoffaustrages in Vorfluter erzielt werden können, die Eignung aber von Fall zu Fall untersucht werden muss.

Risikomanagement Stadt Innsbruck - Einfluss der Kanalisation auf die Hochwassergefahr



Der Hochwasserschutz nimmt einen besonderen Stellenwert zum Schutz von Siedlungsräumen ein. Die Hochwassergefährdung durch Flüsse muss jedoch integriert unter Einbeziehen des Kanalisationssystems betrachtet werden. Zum einen können durch eine ungünstige Überlagerung von Ereignissen (z.B. Hochwasserabfluss im Vorfluter und Starkregen im Einzugsgebiet der Kanalisation) die Mischwasserentlastungen dahingehend gestört werden, dass eine Überflutung durch austretendes Wasser aus der Kanalisation erfolgt. Die Innsbrucker Kommunalbetriebe betreiben aus diesem Grund drei Hochwasserpumpwerke, die dies verhindern sollen. Zum anderen muss beachtet werden, dass sich im Falle einer Überschwemmung über die Ufer tretendes Wasser in das Kanalnetz eindringt und sich unterirdisch über die Kanalisation im Stadtgebiet ausbreiten kann. Aufgestellte Notdämme und Absperrungen wären in diesem Fall nutzlos. Auch hier haben die Hochwasserpumpwerke die Aufgabe, das Wasser schadlos abzuleiten.

Zu diesem Zweck wurden drei Szenarien und deren Auswirkung auf die Hochwassergefährdung untersucht.

- Einstau aller Mischwasserentlastungen → Entlastungen nur über Hochwasserpumpwerke möglich
- Einstau aller Mischwasserentlastungen und Ausfall der Hochwasserpumpwerke → keine Entlastungen möglich

- Einstau aller Mischwasserentlastungen und Ausfall einzelner Hochwasserpumpwerke Innsteg → Entlastungen nur eingeschränkt über andere Pumpwerke möglich