

# HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

---

Conference Paper, Published Version

**Pohl, Christian; Matz, Silvia; von Hoegen, Oliver**

## **Modellierung zur Entscheidungsunterstützung bei der Dimensionierung eines Regenwasserentwässerungssystems am Beispiel des Kovalam- Einzugsgebietes (Chennai, Süd-Indien)**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106323>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Pohl, Christian; Matz, Silvia; von Hoegen, Oliver (2019): Modellierung zur

Entscheidungsunterstützung bei der Dimensionierung eines

Regenwasserentwässerungssystems am Beispiel des Kovalam- Einzugsgebietes (Chennai,

Süd-Indien). In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische

Hydromechanik (Hg.): Komplexe Planungsaufgaben im Wasserbau und ihre Lösungen.

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 62. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut

für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 315-323.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



# Modellierung zur Entscheidungsunterstützung bei der Dimensionierung eines Regenwasserentwässerungssystems am Beispiel des Kovalam-Einzugsgebietes (Chennai, Süd-Indien)

Christian Pohl  
Silvia Matz  
Oliver von Hoegen

Im folgenden Beitrag wird die Machbarkeitsstudie für die Entwässerungskonzeption des Kovalam-Einzugsgebietes der Stadt Chennai in Indien vorgestellt. Aufgrund der topografischen Gegebenheiten und den regional typischen, saisonal stark ausgeprägten Niederschlagsereignisse ist das Einzugsgebiet anfällig für Überschwemmungen. Verschärft wird die Situation häufig durch parallel auftretende Sturmflutereignisse, durch die zusätzlich Wasser in die Niederungsgebiete gelangt. Aufgezeigt werden die Herausforderungen der Region und im Anschluss mögliche Lösungen diskutiert. Da es sich um eine laufende Studie handelt, sind die hier vorgestellten Ergebnisse als vorläufig zu betrachten.

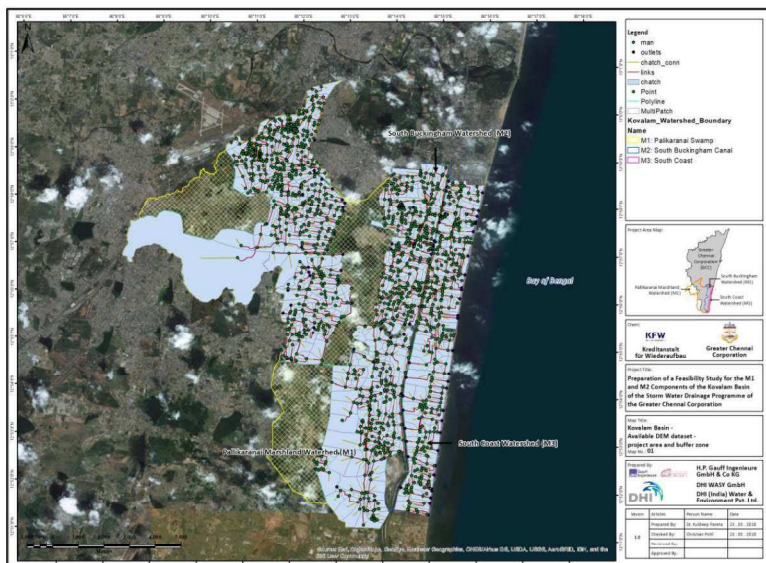
Stichworte: Stadtentwässerung, Nachhaltigkeit, Umweltbewusstsein, Urbanisierung, Sturmflut, Starkregen, Verklausung, Tideeinfluss und Rückstau

## 1 Hintergrund

In den Jahren 2013/2014 wurde von der Firma *TETRA TECH Consultants* eine detaillierte Projektstudie zur Dimensionierung des Regenwasserentwässerungssystems der Stadt Chennai in Indien (ehemals Madras) im Auftrag der KfW-Bank (Kreditanstalt für Wiederaufbau) erstellt. Dies erfolgte für die vier Einzugsgebiete Adayar, Couum, Kosathalayiar und Kovalam. Diese werden von der Greater Chennai Corporation (GCC) verwaltet.

Geänderte Randbedingungen und die rapide voranschreitende Urbanisierung sind aktuell Grund für den Aktualisierungsbedarf des ursprünglichen Projektberichtes. Von der KfW-Bank wurde dazu das Projekt „Erstellung einer Machbarkeitsstudie für die M1- und M2-Komponenten des Kovalam-Einzugsgebietes des Regenwasserentwässerungsprogramms der Greater Chennai Corporation (GCC)“ initiiert. Untersucht werden darin die in Abbildung 1 dargestellten Teile des Kovalam-Einzugsgebietes.

Für den Auftraggeber, die KfW-Bank, ist ein vertieftes Verständnis und eine Bewertung des gesamten Entwässerungssystems in Chennai unabdingbar. Die fundierte und positive Beurteilung seitens KfW ist die Voraussetzung für eine Finanzierungsverpflichtung der Deutschen Bundesregierung. Deshalb wurde die Erstellung einer Machbarkeitsstudie als Grundlage für die Bewertung an das Joint Venture bestehend aus GAUFF (Verbundleitung), DHI WASY und DHI Indien vergeben.



**Abbildung 1:** Projektgebiet M1 und M2 des Kovalam Basin (gelbes Polygon) (Bildquelle: Projektbericht DHI 2018)

## 2 Untersuchungsgebiet

Chennai – an der Ostküste Südindiens am Golf von Bengalen gelegen - ist die Hauptstadt des indischen Bundesstaates Tamil Nadu. Die Einwohnerzahl beträgt aktuell ca. 6,5 Millionen auf einer Fläche von 426 km<sup>2</sup> und ist einem starken Wachstum unterworfen. Der gesamte Ballungsraum bietet Lebensgrundlage für ca. 8,7 Millionen Menschen und ist damit der viertgrößte Indiens. Die flache Küstenebene Chennais wartet mit einer durchschnittlichen Geländehöhe von nur ca. 6 m über dem Meeresspiegel auf. Zwei Flüsse fließen durch die Stadt, der Cooum River im Norden und der Adyar River im Süden. Südlich des Adyar grenzt das Untersuchungsgebiet Kovalam Basin an.



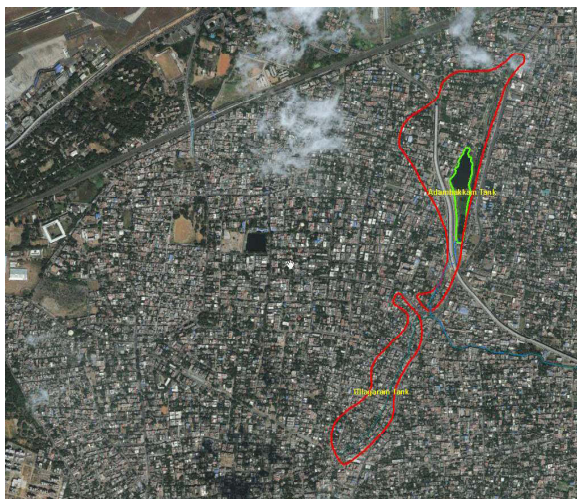
## 2.1 Klima

Das Klima in Chennai ist - nach Köppen und Geiger (1954) - ein tropisches Savannenklima (Aw). Die mittlere Jahrestemperatur beträgt 28.6 °C, wobei der Mai mit einer Durchschnittstemperatur von 33 °C der wärmste und der Januar mit einer Durchschnittstemperatur von 24,3 °C der kühlfte Monat ist. Der durchschnittliche Jahresniederschlag beträgt 1.197 mm. Mehr als die Hälfte davon gehen während der Hauptregenzeit zwischen Oktober und Dezember (Winter- oder Nordostmonsun) nieder. Während des Sommermonsuns (Juli – September) kommt es zu geringeren Niederschlägen. Zwischen Januar und Juni (Trockenzeit) fallen kaum Niederschläge. (Quelle: <https://de.climate-data.org/location/1003222/>, 20.09.2018)

## 2.2 Überschwemmungen 2015

Die Forderung nach einem moderneren, leistungsfähigeren Regenwasserentwässerungssystem ist nicht neu. Das bestehende System benötigt dringend eine Erneuerung. Vorrangige Probleme sind u.a.:

- Verlust großer Teile der Retentionsräume (Abbildung 3) durch Bevölkerungswachstum und z.T. unkontrollierter Stadtentwicklung, insbesondere im Bereich von bestehenden Seen und Regenauffangbecken sowie im Bereich des Pallikaranai-Marshland.



**Abbildung 3:** Beispiel für Volumenverluste im Bereich der Retentionsbecken - Ursprüngliches Retentionsvolumen rot und aktuelles grün (Bildquelle: Projektbericht DHI 2018)

- Fehlende bzw. ungenügende Unterhaltung des vorhandenen Regenwasserentwässerungssystems in Kombination mit einem erheblichen Aufkommen an Müll sorgen u.a. zum Verlust von Retentionsvolumen und zur verminderten Leistungsfähigkeit von Drainagen (Abbildung 4).



**Abbildung 4:** Unterhaltungszustand und Müllsituation in Chennai (Bildquelle: Pohl 2018)

Durch die starke Urbanisierung ist auch die Kapazität des bestehenden Entwässerungssystems als mangelhaft zu bezeichnen.

Während des Nordostmonsuns im November 2015 zeigte sich die Dringlichkeit, ein modernes und leistungsfähiges Regenwasserentwässerungssystem umzusetzen. Aufgrund schwerer Regenfälle kam es zu langanhaltenden Überschwemmungen, die in Chennai mindestens 400 Menschen das Leben kosteten. Am 15. November 2015 wurden am Flughafen Chennai 266 mm Regen in 24 h gemessen, in Kombination mit einer hohen Bodenvorfeuchte sowie insbesondere schweren Regenfällen an den Folgetagen kam es damals zu den bereits erwähnten schweren und langanhaltenden Überschwemmungen. Verschärft wurde die Situation durch den schlechten Zustand des Drainagesystems in Bezug auf Unterhaltung, Vermüllung und Dimension.

### 3 Projektziel

Das allgemeine Ziel des Projekts ist die Verbesserung der Lebensbedingungen und der Schutz der Bevölkerung Chennais. Dieses Ziel soll durch die Verbesserung des Regenwassermanagements und einer Modernisierung des Regenwas-

serdrainagesystems erreicht werden. Ein Hauptziel ist die deutliche Reduzierung von Überschwemmungen in tiefliegenden Gebieten. Die Machbarkeitsstudie deckt im Wesentlichen die Teileinzugsgebiete M1 und M2 ab.

Eine der Aufgaben bestand darin ein hydrologisches und hydrodynamisches Modell zu erstellen, welches die Regenwasserentwässerungssituation in dem Untersuchungsgebiet wiedergibt und mit dem sich verschiedene Möglichkeiten der Umsetzung eines geänderten Regenwasserentwässerungssystems berechnen lassen, z.B.:

- Wiederherstellung von Teilen der verlorenen Retentionsräume im Bereich von bestehenden Seen und Regenauffangbecken sowie im Bereich des Pallikaranai-Marshland.
- Verbesserte Unterhaltung und Säuberung des vorhandenen Regenwasserentwässerungssystems.
- Schaffung neuer Entwässerungsmöglichkeiten in Richtung Pallikaranai-Sumpf, Buckingham-Kanal und / oder dem Golf von Bengalen.

Die Ergebnisse der Szenarien, zusammen mit den Ergebnissen weiterer Untersuchungen werden in der Machbarkeitsstudie zu einer Handlungsempfehlung zusammengefasst, wie das Regenwasserentwässerungssystem derart gestaltet werden sollte, um den Anforderungen zu entsprechen.

## 4 Szenarien

Das gesamte hydrologische und hydraulische Spektrum der Stadt Chennai wurde mittels numerischer Simulationen abgebildet. Die Berechnung der Hydrologie in den Szenarien erfolgte mit dem Niederschlagsabflussmodell MIKE 11 UHM (United Hydrograph Method) für die oberliegenden Einzugsgebiete. Die Seen, Reservoirs und deren Verbindungskanäle wurden mit einer vereinfachten hydrodynamischen 1D-Berechnung in MIKE HYDRO RIVER abgebildet. Um die Hydrologie und Hydraulik im Hauptuntersuchungsgebiet zu berechnen, wurde eine 3-Wege-Kopplung erstellt.

Bei der 3-Wege-Kopplung handelt es sich um eine Kombination aus hydrodynamischen 1D- (Gewässersystem) und 2D-Berechnung (Oberflächenabfluss im Stadtgebiet) mit MIKE HYDRO RIVER und MIKE 21 sowie mit MIKE URBAN für das Entwässerungsnetzwerk.

Die Modelle und Szenarien wurden von DHI (in Deutschland und Indien) erstellt, berechnet und ausgewertet.

Die Ergebnisse der Szenarien, zusammen mit den Ergebnissen weiterer Untersuchungen werden in der Machbarkeitsstudie zu einer Handlungsempfehlung zusammengefasst, in der dargestellt wird, wie das Regenwasserentwässerungssystem aussehen kann/sollte, um den Anforderungen zu entsprechen.

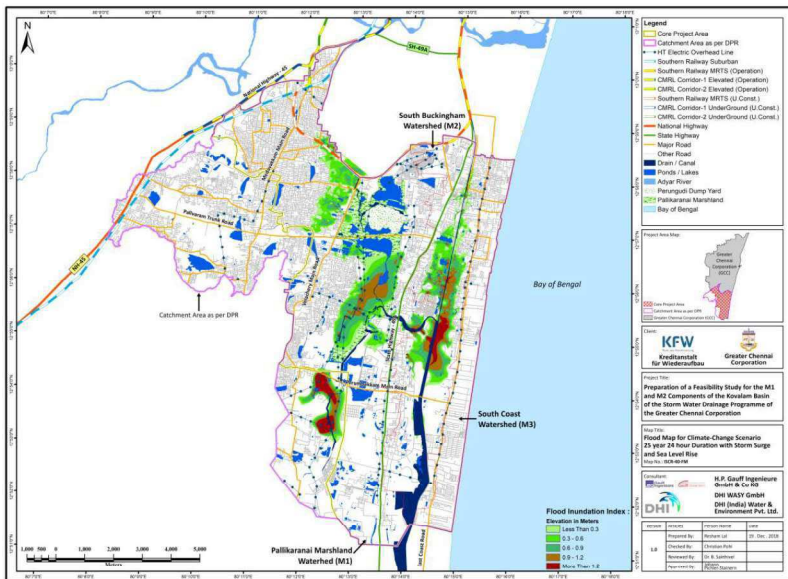
## 5 Maßnahmen

Es werden in der Studie Szenarien untersucht, die die Niederungsgebiete entlasten und einen verbesserten Abfluss aus der Stadt gewährleisten. Zurzeit entwässert die Stadt vom Pallikaranai-Marshland über den Okkium Maduvu in den Buckingham-Kanal, der 18 km parallel zur Küste verläuft, bevor er in den Golf von Bengalen mündet. Untersucht wurden daher zum einen Maßnahmen, die die Einzugsgebiete oberhalb vom Pallikaranai abkoppeln und direkt in den Buckingham-Kanal entwässern und zum anderen die Reaktivierung/Schaffung von zusätzlichem Retentionsraum oder auch dezentralen Maßnahmen zum Wasserrückhalt oder der Versickerung (LID's [Low Impact Developments or Green Infrastruktur Elements], wie z.B. Gründächer und Sickerrigolen). Die Untersuchungen sind aktuell noch nicht abgeschlossen und die hier dargestellten Ergebnisse geben einen Zwischenstand wieder. Die Abkopplung der Einzugsgebiete zeigt einen positiven Effekt, entschärfen die Situation aber nicht vollkommen. Die Überschwemmungsflächen werden kleiner, erreichen jedoch noch immer die Wohnbebauung und insbesondere die Slums, die aufgrund des verfügbaren Platzangebotes immer mehr in den Bereich der Niederungsgebiete ausgewichen sind. Die Untersuchungen zu den Retentionsräumen zeigen, dass das hier geschaffene bzw. reaktivierte Volumen nicht ausreicht, um die Situation zu entschärfen. Zudem ist zu befürchten, dass weitere Retentionsbecken auf Grund des starken Bevölkerungswachstums einfach überbaut werden. Die Volumina, die mit LID's und Green Infrastructure Elements erreicht werden können sind vernachlässigbar und liegen bei Wasserstandsänderungen im Millimeterbereich.

Alle Szenarien zeigen jedoch deutlich, dass die komplette Entwässerungssituation von der Tidesituation, die als untere Randbedingung dient, abhängig ist. Der Golf von Bengalen hat einen starken Rückstauereffekt, der eine verbesserte Entwässerung verhindert, wenn die Wasserstände auf Grund von zum Beispiel Sturmflut besonders hoch ausfallen. Begünstigt wird dies durch die sehr flache Topographie fast auf Meeresspiegelniveau im Stadtbereich. In Anbetracht des Klimawandels und der häufigen Überlagerung von Starkregenereignissen mit Sturmflutereignissen ist eine nachhaltige Entwässerung nur möglich, wenn das System vom Golf von Bengalen abgetrennt wird. Mit diesem Wissen werden weitere Maßnahmen geprüft. Ein denkbares Szenario wäre hier z.B. ein Sturmflutsperrwerk, das das Einströmen des Wassers in den Buckingham-Kanal ver-



hindert. In Kombination mit Pumpstationen könnte entsprechend effektiv eine Entwässerung erfolgen. Das Wasser kann nicht wieder in das System zurück und die abgepumpten Volumina gehen einher mit einer Absenkung der Wasserstände im System. Entsprechende Pumpwerke könnten in diesem Fall entlang der Küste geplant werden, um das Wasser direkt dort aus dem System zu nehmen, wo es anfällt und die entsprechenden Fließwege des Wassers als auch die Transportleitung zum Golf von Bengalen kurz zu halten. Fließt das Wasser wie aktuell parallel zur Küste, kann es hier weiterhin eine Gefahr darstellen.



**Abbildung 5:** Überschwemmungstiefenkarte für den Untersuchungsbereich zur Bewertung der Wirksamkeit der geplanten Maßnahme (Bildquelle: DHI Projektbericht 2019)

## 6 Fazit

Erst die Gesamtbetrachtung aller Komponenten im Modell zeigt die Abhängigkeiten der Einzelkomponenten im System auf. Auf den ersten Blick sinnvoll erscheinende Maßnahmen sind in der Regel ohne ergänzende Maßnahmen und deren Folgenabschätzungen ggf. wirkungslos. Ein weiterer zentraler Punkt, speziell für Chennai, ist die Anforderung an die Robustheit des Entwässerungssystems. Das große Müllaufkommen und der sorglose Umgang mit dem Müll kön-

nen die Maßnahmen zudem wirkungslos machen. Bauwerke und Durchlässe, die den reibungslosen Ablauf aus dem Gefahrenbereich gewährleisten sollen, können bei nicht sachgemäßem Betrieb oder Unterhaltung unbrauchbar werden. Es ist wichtig, dass diese Thematik in das Bewusstsein der Bevölkerung gerückt wird und schon möglichst im Bildungswesen angesetzt wird.

## 7 Literatur

Köppen, W. und R. Geiger, (1954): Klima der Erde (Climate of the earth). Wall Map 1:16 Mill. Klett-Perthes, Gotha.map

Autoren:

Dipl.-Geoökol Silvia Matz

Dipl.-Ing. Christian Pohl

DHI WASY GmbH  
Volmerstraße 8  
12489 Berlin

DHI WASY GmbH  
Knochenhauerstraße 20  
28195 Bremen

Tel.: +49 (0)30 67 9998-0  
E-Mail: sma@dhigroup.com

Tel.: +49 (0)30 67 9998-707  
E-Mail: cpo@dhigroup.com

Oliver von Hoegen  
Masterarbeitsstudent

DHI WASY GmbH  
Knochenhauerstraße 20  
28195 Bremen