

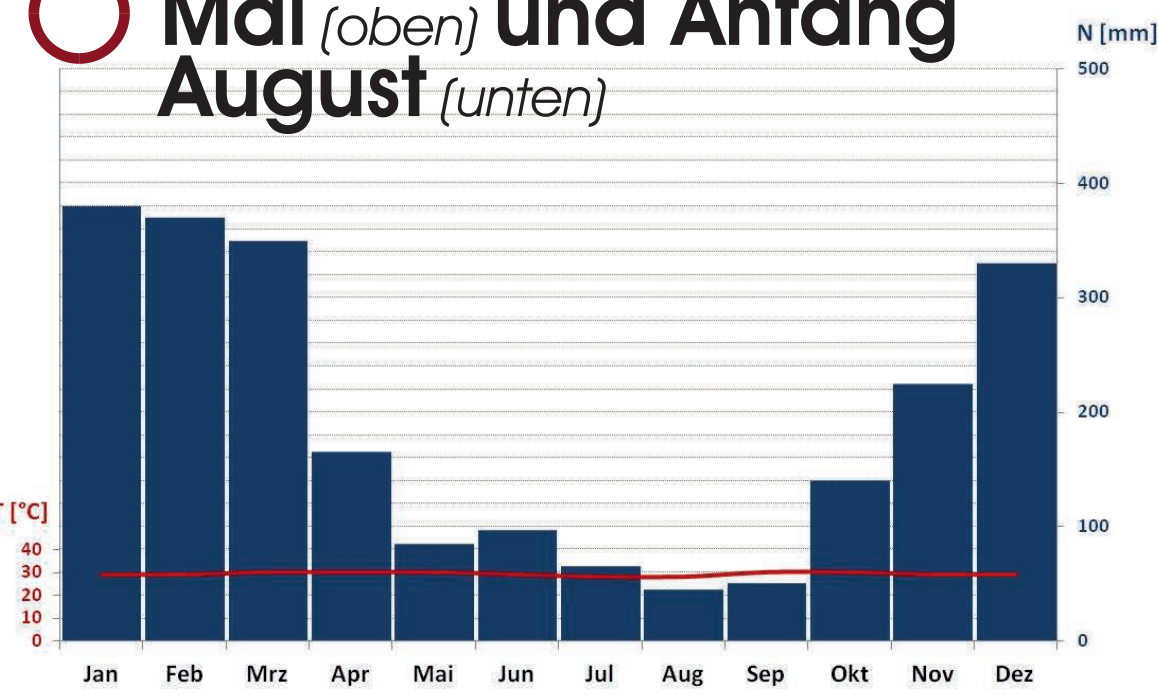
Masterarbeit
Alexander
Mack

Entwicklung eines angepassten Betriebskonzepts für ländliche Wasserversorgungssysteme in Gunung Kidul, Java, Indonesien

Betreut durch **Prof. Dr.-Ing. H. Steinmetz** · Inst. f. Siedlungswasserbau, Wassergüte- und Abfallwirtschaft · Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. mult. F. Nestmann · Inst. f. Wasser u. Gewässerentwicklung · Karlsruher Institut für Technologie



Wasserloch Ende Mai (oben) und Anfang August (unten)



Klima in der Region (aus Aufzeichnungen der UNI Gießen)



“Land der 1.000 Hügel”

Nicht allein hohe Lufttemperaturen sind dafür verantwortlich, sondern auch ein verkarsteter Untergrund, welcher nur eine sehr kurze Wasserspeicherung gewährleistet. Somit stellen in der Trockenzeit tief unter der Oberfläche verlaufende Karsthöhlenflüsse die einzige natürliche Trinkwasserquelle in der Region dar, deren Erschließung jedoch mit hohem Energieaufwand verbunden ist.

FAKTEN

Obwohl es in Gunung Sewu (“Land der tausend Hügel”) in Javas Region Gunung Kidul im Jahresmittel zu ausreichend Niederschlägen kommt, leidet die landwirtschaftlich geprägte Region während der alljährlichen Trockenzeit unter großer Dürre.

Im Rahmen des IWRM Indonesia wurde in der Höhle Bribin ein unterirdisches Wasserkraftwerk errichtet, welches gespeist durch den dort verlaufenden Karsthöhlenfluss eine energieautarke und kostengünstige Trinkwasserförderung ermöglicht. Hierdurch soll langfristig die existierende dieselbetriebene Pumpstation ersetzt werden, welche aufgrund hoher Treibstoffkosten nicht durchgängig betrieben werden kann. Die Verteilung des geförderten Trinkwassers soll über das bereits bestehende gravitär betriebene Leitungsnetz erfolgen. Das Netz befindet sich jedoch in weiten Teilen in einem sehr schlechten Zustand und ist aus hydraulischen Gesichtspunkten nicht optimal ausgelegt.

Die Aufgabe der Masterarbeit bestand darin, Vorschläge für die Ertüchtigung und den Betrieb dieses Versorgungsnetzes zu erarbeiten sowie Konzepte für eine gerechte Verteilung der limitierten zur Verfügung stehenden Wasserressourcen zu entwickeln.

ARBEITSSCHRITTE

1 Vermessung und optische Begutachtung einer Versorgungszone

Vor Ort wurde das größtenteils oberirdisch verlaufende Leitungsnetz einer Versorgungszone per GNSS vermessen. Dies war nötig, da keine verwertbaren Bestandspläne existierten. Die Bestandsaufnahme beinhaltet die Dokumentation von Armaturen, Leitungsquerschnitten und Leckagestellen.

2 Erstellung und Modellierung eines digitalen Versorgungsnetzmodells

Aus den erhobenen Daten wurde ein Netzmodell erstellt, welches nach diversen Überarbeitungsschritten in das Simulationsprogramm EPANET transferiert wurde. Mit dem Netzmodell konnten hydraulische Schwachstellen im Netz identifiziert werden.

3 Erarbeitung von Verbesserungsvorschlägen im Versorgungsnetz

Auf Grundlage des Modells wurden Maßnahmen zur Ertüchtigung hydraulischer Unzulänglichkeiten im Versorgungssystem vorgeschlagen. Hierbei wurden möglichst einfache und kostengünstige Veränderungen angestrebt um eine reale Umsetzung der vorgeschlagenen Maßnahmen möglich zu machen.

4 Entwicklung von Vorschlägen zum Betrieb des Versorgungsnetzes

Zuletzt wurden Konzepte zum Betrieb des Versorgungssystems sowie der möglichst gleichmäßigen Verteilung der begrenzten Wasserressourcen erarbeitet. Hierbei wurden Konzepte sowohl zum kontinuierlichen als auch zum intermittierenden Betrieb der angebotslimitierten Wasserversorgung analysiert.



Leitungsnetz



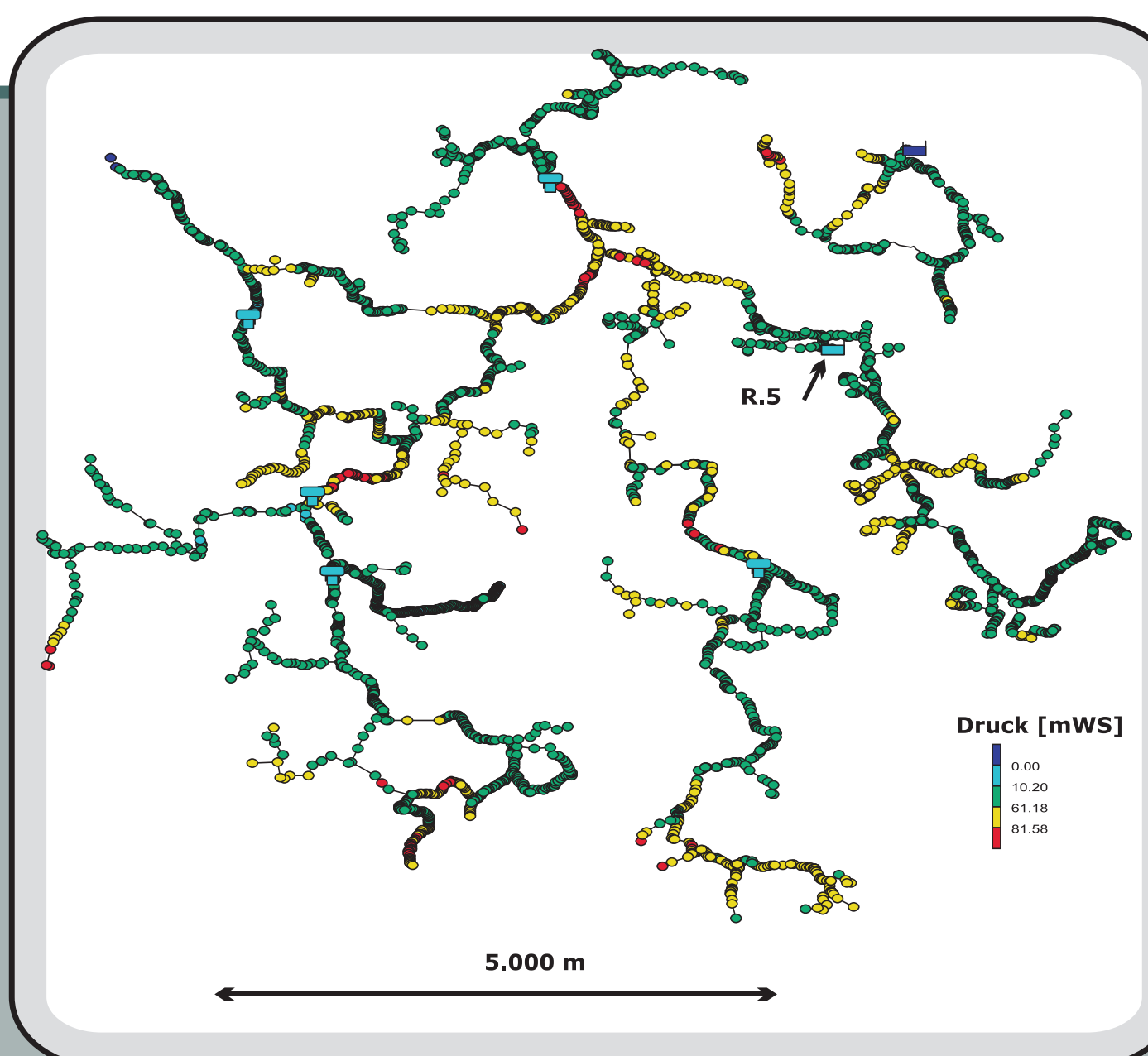
Tank zur Druckreduzierung

NETZOPTIMIERUNG

Als Grundlage für die Entwicklung von Optimierungsmaßnahmen der am Hochbehälter R.5 angeschlossenen Versorgungszone wurde ein aus über 4.000 Knotenpunkten bestehendes Netzmodell erstellt. In realer Größe weist dieses Netz eine Gesamtleitungslänge von über 100 km auf. Aufgrund des Fehlens von exakten Parametern wurde für die Simulation des Leitungsnetzes eine globale Rohrrauheit von 1,0 mm angesetzt.

Die größten Herausforderungen bei der Maßnahmenentwicklung für ein funktionierendes Versorgungsnetz stellte neben dem Ziel möglichst viele Elemente des alten Netzes einzubinden, das hügelige, nach Süden abfallende Terrain dar. Der große Höhenunterschied hat dabei hohe Ruhedrucke im System zur Folge. Eine kontinuierliche Druckminderung wäre jedoch für die Abdeckung von Verbrauchsspitzen hinderlich.

Die Netzoptimierungsmaßnahmen wurden für zwei Szenarien mit einem kontinuierlichen bzw. einem inter-



Beispiel der Simulation des Netzmodells

mittierenden Netzbetrieb entwickelt und daraufhin ausgelegt. Sie beinhalten das Einrichten von Verbindungsleitungen, das Ertüchtigen von Leitungssträngen sowie die sinnvolle Anordnung von Armaturen. Ziel bei der Optimierung war es die aus der Karsthöhle geförderte Trinkwassermenge von ca. 70 L pro Einwohner und Tag so gleichmäßig wie möglich innerhalb des Netzes zu verteilen. Es sollen nicht mehr nur die Verbraucher gut versorgt werden, die nah am Hochbehälter wohnen, da sie durch einen überproportionalen Wasserkonsum die Versorgung des Restnetzes gefährden.



öffentliche Wasserstelle



privater Hausanschluss

ERGEBNIS & AUSBLICK

Für die Region erscheint ein kontinuierlich betriebenes Versorgungssystem als am besten geeignet. Das vorgeschlagene Konzept enthält dabei Elemente, die einen zu hohen Wasserverbrauch pro Kopf einschränken sowie die unnötige Verschwendung von Wasser minimieren sollen.

Ferner ist unbedingt anzuraten, ein System zur Entgelterhebung einzuführen, welches sich an tatsächlich entnommenen Wassermengen orientiert und nicht wie derzeit an Grundabnahmemengen. Im Zuge der Ertüchtigung des Netzes sollten weitergehende Untersuchungen durchgeführt werden, um die Rohr- und Verbrauchsparameter vollkommen zu bestätigen, die für dieser Arbeit nur angenommen werden konnten.

Universität Stuttgart

WAREM

KIT
Karlsruher Institut für Technologie

IWRM
Indonesia