

Vorhabenbeschreibung zur Planung einer Trinkwasserversorgung in Yuvientsa, Ecuador

Bachelorarbeit von:

Maximilian Hansinger

Gliederung:

- 1. Hintergrund*
- 2. Beschreibung des Vorhabens*
 - a. Bedarfsermittlung*
 - b. Erkundung potentieller Wasserquellen*
 - c. Wasserqualität und Aufbereitung*
 - d. Planung der Wasserfassung*
 - e. Planung des Rohrnetzes*
 - f. Hydraulische Dimensionierung*
- 3. Literatur*

1. Hintergrund:

Yuvientsa befindet sich in der ecuadorianischen Grenzprovinz Morona-Santiago, im Nordwesten des Amazonasbeckens, einem Gebiet mit noch überwiegend unangetastetem Primärwald. Die durch das Bundesministerium für Wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) geförderte AMAZONICA-Stiftung unterstützt seit 2002 die in Morona-Santiago beheimatete indigene Bevölkerung der Achuar bei der Planung und Umsetzung einer zukunftsweisenden Gemeindeentwicklung. Sie verfolgt die Absicht der Indianer-Jugend, trotz Strukturwandel, eine Lebensgrundlage im Wald zu ermöglichen und den Schutz des Regenwaldes sicher zu stellen. Eine Maßnahme hierfür ist unter anderem der Aufbau von Wissenschaftszentren im Siedlungsgebiet der Achuar. Diese Zentren sollen Wissenschaftlern aus aller Welt als Anlaufstelle dienen, um von dort aus den Regenwald erforschen zu können und somit zu dessen Fortbestand bei zu tragen. Darüber hinaus ist angedacht dort langfristig Kurse, Schulungen und Workshops abzuhalten um einen Wissenstransfer zugunsten der Achuar zu fördern.

In der Nähe des Dorfes Yuvientsa ist ein solches Wissenschaftszentrum in Planung. Damit ein Umfeld für Forschung und Wissenschaft überhaupt entstehen kann, müssen bestimmte Grundbedürfnisse der Besucher über das Zentrum abgedeckt werden. Bisher verfügt Yuvientsa über keinerlei zentrale Trinkwasserversorgung, die den Trinkwasserbedarf einer solchen Einrichtung decken kann.

Ziel ist es, diese im Sinne einer Bachelorarbeit zu planen.

2. Beschreibung des Vorhabens:

a. Bedarfsermittlung

Derzeit leben in Yuvientisa permanent ca. 40 Personen, die ihren Wasserbedarf dezentral über kleinere Quellen, bzw. über die beiden Flüsse Rio Kaank und Rio Kusutka decken.

Mit der Entstehung des Wissenschaftszentrums erhöht sich die maximale Anzahl der Personen auf ca. 80 Individuen. Um die Trinkwasserversorgung für diese Personenzahl ausreichend zu dimensionieren muss zu aller erst eine Bedarfsermittlung durchgeführt werden. Bei der Ermittlung des täglichen Wasserverbrauchs pro Person kann hier jedoch nicht auf die, in der Literatur genannten, durchschnittlichen Kennwerte für Ecuador zurückgegriffen werden. Diese beziehen sich auf größere Versorgungsgebiete inklusive Kleingewerbe, was für Yuvientisa nicht zutreffend ist. Der Wasserverbrauch muss deshalb durch eine Begehung vor Ort abgeschätzt werden. Weiter ist, im Sinne eines sorgfältigen Umgangs mit der Ressource Wasser, angedacht, Regenwasser aufzufangen, in Hochbehältern zu speichern und einer Verwendung in den Toiletten zu kommen zu lassen. Diese Maßnahme würde den täglichen Wasserverbrauch pro Kopf erheblich mindern.



Abb. 1: Übersichtsplan Yuvientisa

b. Erkundung potentieller Wasserquellen

Ist der erforderliche Wasserbedarf ermittelt muss nach geeigneten Quellen gesucht werden um diesen decken zu können. Eine Option hierfür ist die Förderung von Grundwasser mittels eines Brunnens. Da keinerlei hydrologische Karten existieren, die das Gebiet hinreichend genau beschreiben, müssen vor Ort Probebohrungen und Pumpversuche durchgeführt werden um genaueres über die Beschaffenheit des Aquifers sagen zu können. Ist dieser z.B. artesisch gespannt, so liegt sein hydraulisches Potential über der Geländeoberkannte. Das Grundwasser muss in diesem Fall nicht mehr mit einer Pumpe gefördert werden sondern tritt allein aufgrund von Überdruck zu Tage.

Bisher haben die Einheimischen einen Großteil ihres Wasserbedarfs über Wasser aus dem nahe gelegenen Rio Kusutka gedeckt. Da das Wissenschaftszentrum oberstrom jeglicher Verunreinigungsquellen, wie etwa den sanitären Einrichtungen, liegt, ist die Verwendung von Flusswasser als Trinkwasser eine weitere Option.

c. Wasserqualität und Wasseraufbereitung

Aufgrund der in den Tropen anzutreffenden stark verwitterten Laterit-Böden ist eine Auswaschung von Eisen-, Silicium- und Mangan-Oxid-Verbindungen sowohl in den Grundwasserkörper als auch ins Flusswasser nicht auszuschließen. Die Qualität des Trinkwassers muss zuvor dahingehend überprüft werden. Weitere Parameter die die Wasserqualität beeinflussen sind die Sedimentfracht, sowie mitgeführte Bakterien und Keime. Die Entfernung der Schwebstofffracht erfolgt über einen Sandfilter. Dieser besteht aus einer offenen Wanne oder einem Behälter mit den notwendigen Zu- und Ablaufleitungen. Die Wanne oder der Behälter ist in der Regel mit Sand gefüllt. Die Korngröße des Sandes wird nach dem Bedarf der zu filternden Trübstoffe ausgelegt. Bei einem Korndurchmesser von 0,1 mm werden alle Bakterien und fast alle Viren durch den Sandfilter aus dem Wasser entfernt. Für die noch übriggebliebenen Keime und Viren wird eine UV-Desinfektion nachgeschaltet. Das klare Wasser wird hierzu in einen sauberen Behälter gefüllt und für mindestens 8 Stunden der strahlenden Sonne ausgesetzt. (vgl. Roeske, 2007)

d. Planung der Wasserfassung

Nach Beurteilung der Wasserqualität wird entschieden welche der beiden Quellen für die Trinkwasserversorgung in Frage kommt. Für den Fall, dass das Grundwasser verwendet werden soll erfolgt die Wasserfassung durch einen Brunnen. Hierzu wird ein Rammbrunnen mit einem vertikalen Filterrohr aus PVC-U verwendet. Die Dimensionierung und Planung des Brunnen richtet sich vor allem nach dem maximal benötigten Wasserbedarf, der Höhe des Grundwasserspiegels unter Geländeoberkante und der Durchlässigkeit des Bodens, welche über den k_f -Wert beschrieben wird. Der k_f -Wert kann vor Ort aus der Kornverteilungslinie des Bodens ermittelt werden. Nach der Berechnung einer angemessenen Brunntiefe werden, entsprechen bestimmter Filterregeln, Sand- und Kiesschichten ausgewählt, die um das Filterrohr eingebracht werden, um Versandung und Schwebstoffeintrag in den Brunnen entgegen zu wirken. (vgl. Karger, 2005) Die Wasserförderung erfolgt mittels elektrisch betriebener Kreiselpumpe oder einer Handpumpe.



Abb. 2: Hydraulischer Widder des Fachgebiet Hydromechanik, TUM

Soll anstelle des Grundwassers Flusswasser für die Trinkwasserversorgung herangezogen werden erfolgt die Förderung mit einem hydraulischen Widder, einer wassergetriebene zyklisch arbeitenden Pumpe. Dieser Widder wird in einem kleinen Entnahmebauwerk im Fluss untergebracht und fördert das Wasser allein durch die Energie des anströmenden Wassers. (vgl. Bordus, 2001)

e. Planung des Rohrnetzes

Der nächste Schritt beinhaltet eine komplette Planung des Rohrleitungsnetzes, um das geförderte Trinkwasser dem Verbraucher zur Verfügung zu stellen. Hierbei wird ein sog. „Verästelungsnetz“ vorgeschlagen, über welches sämtliche Duschen, WCs und Wasserhähne mit der Hauptwasserleitung verbunden werden. Weiter werden geeignete Baumaterialien und Armaturen ausgewählt, die den Kriterien der Korrosionsbeständigkeit unter tropischen Bedingungen gerecht werden. Eine erste Vorauswahl fällt bei der Leitung zugunsten von Trinkwasser PVC-Schläuchen aus. Diese sind leicht zu verlegen, korrosionsbeständig und müssen nicht wie Rohre über Muffen und Stecker miteinander verbunden werden. Der Schlauch selbst wird geschützt, in einem auf Kies gebetteten, PVC-Rohr ca. 0,5 m unter GOK verlegt. Alle 20 m wird ein Zugangsschacht zum Schlauch gesetzt, um im Falle eines Defektes den Schlauch auswechseln zu können. (vgl. Karger, 2005)

Armaturen wie Absperrklappen und Schieber werden nur dort ins Rohrnetz implementiert, wo sie unabdingbar erscheinen. Beispielsweise an Verzweigungspunkten um das Netz in Teilstücke zu gliedern und im Falle eines Rohrbruchs den defekten Teil vom Rest der Leitung ab zu trennen. Bei einer Begehung vor Ort soll des Weiteren noch geklärt werden wo, aufgrund der Niveauunterschiede im Gelände, der günstigste Standort für den Einbau eines Hochbehälters zwischen der Hauptleitung und dem Verästelungsnetz ist. Zum Einen, um permanent einen ausreichenden Wasserdruck zu gewährleisten, zum Anderen, um in Stoßzeiten des Wasserverbrauches eventuellen Versorgungsengpässen entgegen zu wirken indem genügend Trinkwasser in einem Speicher vorgehalten wird.



Abb. 3: PVC-Trinkwasserschlauch

f. Hydraulische Dimensionierung

Aufgrund von instationären Vorgängen im Leitungsnetz, durch zu schnelles Schließen oder Öffnen mehrerer Verschlüsse oder Ventile, entstehen in der Leitung sog. Druckstöße. (vgl. Grollius, 2006) Dies kann gerade bei PVC-Rohren und Schläuchen auch in kleinen Netzen mit kurzen Leitungen zum Rohrbruch oder Platzen des Schlauches führen. Sollte dieser Fall eintreten, wäre es in Yuvientisa besonders fatal, da vor Ort keine Möglichkeit zur Reparatur besteht. Nach dem Charakteristiken-Verfahren soll deshalb in einer Octave-Umgebung der größtmögliche Druckstoß numerisch berechnet werden, diese Werte dienen als Grundlage zur Dimensionierung, beispielsweise einer ausreichenden Wandstärke des Trinkwasserschlauches.

3. Literatur

- Karger, Rosmarie et al.: „Wasserversorgung“, 12. Auflage 2005
- Cord-Landwehr, Klaus: „Wasserversorgung“, 11. Auflage 1998
- Dahi, Eli: „Environmental Engineering in Developing Countries“, 2. Auflage 1997
- Gujer, Willi: „Siedlungswasserwirtschaft“, 2007
- DVGW W 302 (1981): Hydraulische Berechnung von Rohrleitungen und Rohrnetzen
- DVGW W 400-1 (2004): Technische Regeln Wasserverteilungsanlagen (TRVV), Teil 1: Planung
- Mutschmann, Johann: „Taschenbuch der Wasserversorgung“, 2007
- TU Braunschweig, Institut für Grundbau und Bodenmechanik: „Vorlesungsumdruck Grundbau und Bodenmechanik, Grundfachstudium“, 1995
- Roeske, Wolfgang: „Trinkwasserdesinfektion“, 2007
- DIN 4924 (1998): Sande und Kiese für den Brunnenbau; Anforderungen und Prüfungen
- Van Wambeke, Armand: „Soils of the tropics“, 1992
- Grollius, Horst-Walter, „Grundlagen der Hydraulik“, 2007
- Universität Karlsruhe, Institut für Hydromechanik, „Hydraulik von Rohrsystemen“, 2004
- Bordus, Stefan: „Der Hydraulische Widder - Theorie und Praxis-“, Diplomarbeit am Fachgebiet Hydromechanik der TU München