

Detaillierte Darstellung  
von Planung und Ausführung  
eines Abwassersammlers  
im Armenviertel São Domingos (Brasilien)

## **Vertieferarbeit**

von

can. ing. Tobias Bleninger

Betreuung:

Dipl.-Ing. Steffen Lucas

Karlsruhe, im April 1998

Hiermit versichere ich, dass die vorliegende Arbeit von mir selbständig angefertigt wurde. Sämtliche verwendete Hilfsmittel sind im Literaturverzeichnis aufgeführt und Zitate im Text gekennzeichnet.

Karlsruhe, den 07.04.1998

Tobias Bleninger

**Inhaltsverzeichnis:**

<b>Abbildungsverzeichnis</b> . . . . .	<b>III</b>
<b>Abkürzungen</b> . . . . .	<b>IV</b>
<b>1 Einleitung</b> . . . . .	<b>1</b>
1.1 Geographie, Geschichte und Entwicklung . . . . .	1
1.2 Definition Armenviertel / Favela . . . . .	2
1.3 Politik . . . . .	2
1.4 Städtebau und Bauleitplanung . . . . .	4
1.5 Rechtliche Situation . . . . .	7
<b>2 Entstehung des Projektes</b> . . . . .	<b>8</b>
2.1 Chronologie . . . . .	9
2.2 São Domingos . . . . .	10
2.2.1 Geographische Lage und Entstehung von São Domingos . . . . .	10
2.2.2 Analyse der vorhandenen sozialen Infrastruktur . . . . .	13
2.2.3 Analyse der vorhandenen technischen Infrastruktur . . . . .	17
2.2.4 Interpretation der Abwassersituation . . . . .	22
2.2.5 Die zuständigen Institutionen in Curitiba . . . . .	25
2.2.6 Entscheidung . . . . .	26
<b>3 Planungsphase und Entwurf</b> . . . . .	<b>27</b>
3.1 Grunddaten . . . . .	27
3.2 Topographische Erhebung und Kartierung des Gebietes . . . . .	28
3.3 Auswertung und Einteilung der Karte . . . . .	31
3.3.1 Vorhandene Daten . . . . .	31
3.3.2 Unterteilung . . . . .	31
3.4 Gebräuchliche Normen, Parameter, Bauwerke . . . . .	32
3.4.1 Hausanschluss . . . . .	34
3.4.2 Kanalisation . . . . .	35
3.5 Rohentwürfe . . . . .	41
3.5.1 Adaption der Entwürfe zur Berechnung mit einem EDV-System . . . . .	42
3.6 Berechnung der Abflüsse . . . . .	43
3.7 Hydraulische Berechnungen . . . . .	43
3.8 Berechnung des System im Computer . . . . .	43
3.9 Hauptsammler . . . . .	49
3.10 Kläranlage . . . . .	49

---

<b>4 Durchführung</b>	<b>52</b>
4.1 Durchführungsplanung	54
4.1.1 Sozialer Part	54
4.1.2 Technischer bzw. Konstruktiver Part	55
4.1.3 Offizieller Part	59
<b>5 Finanzierung</b>	<b>60</b>
5.1 Kostenaufstellung	60
5.2 Finanzierung	61
<b>6 Bewertung und Perspektiven</b>	<b>62</b>
<b>7 Anhang</b>	<b>A</b>
7.1 Alte oder alternative Abwasserreinigungssysteme	A
7.2 Anschlussstücke	B
7.3 Eigenschaften von Wasser bei 20°C	B
7.4 Formeln und Definitionen	C
7.5 Kostenaufstellung	E
<b>8 Literaturverzeichnis</b>	<b>H</b>

**Abbildungsverzeichnis**

Abb. 1 - Brasilien	1
Abb. 2 – Der brasilianische Bundesstaat Paraná	1
Abb. 3 – Luftbild von São Domingos	3
Abb. 4 – Abwasserableitung in Brasilien	5
Abb. 5 - Entwicklung der Abwasserkanalisationen in Brasilien	6
Abb. 6 – Karte des curitibanischen Stadtteiles Cajurú	10
Abb. 7 – Luftbild von Cajurú	11
Abb. 8 – Karte von Curitiba, Kanalisationssysteme	12
Abb. 9 – Tabelle der Bevölkerungszahlen von Curitiba	13
Abb. 10 - Tabelle der jährlichen statistischen Klimawerte von Curitiba-Ost	13
Abb. 11 - Herkunftsort der Bevölkerung von SD	14
Abb. 12 - Wohnhaft in SD seit...	14
Abb. 13 – Einkommen pro Haushalt, Sao Domingos – Brasilien	15
Abb. 14 – Grundstücksverhältnisse und Registrierung in SD	16
Abb. 15 - Abwassergraben mit Hausanschluss	17
Abb. 16 - Straßenzustand SD	18
Abb. 17 - Tabelle Trinkwasserversorgung von Paraná	18
Abb. 18 - Tabelle Abwasserentsorgung Paraná	19
Abb. 19 - Tabelle TW, AW, Kindersterblichkeit von Brasilien	19
Abb. 20 - Kindersterblichkeit Curitiba, Cajurú	19
Abb. 21 - Tabelle Reduzierung der Krankheitsfälle durch AW-Ableitung	20
Abb. 22 - Tabelle der Reduzierung von Diarrhöe - Infrastruktur	20
Abb. 23 - Hepatitis-Fälle in Curitiba, Cajurú und SD	20
Abb. 24 - Natürliche Fließrichtung,SD	21
Abb. 25 - Abwassergraben ohne Fließbewegung, SD	21
Abb. 26 - Falsch verlegte Rohre verursachen Aufstauungen und Erosion, SD	22
Abb. 27 - Gereinigter, nicht fließender Graben, SD	23
Abb. 28 - Abwassergräben, SD	24
Abb. 29 - Erodierte Uferböschung des Flusses Atuba, SD	27
Abb. 30 - Geologische Schichten von Curitiba	28
Abb. 31 - Abwassergraben mit sichtbarer Trinkwasserleitung, SD	29
Abb. 32 - Topographische Karte von SD	30
Abb. 33 - Tabelle der Daten von São Domingos	31
Abb. 34 - Tabelle Gebietsaufteilung, SD	32
Abb. 35 - Karte der Gebiete und der Kanalisation, SD	33
Abb. 36 - CG: Fettabscheider	34
Abb. 37 - Radialer Hausanschluss	34
Abb. 38 - Orthogonaler Hausanschluss	35
Abb. 39 - TIL: Inspektions- und Reinigungsrohr	35
Abb. 40 - TL: Reinigungsendpunkt	35

---

Abb. 41 - PV: Wartungsschacht mit Fallrohr	36
Abb. 42 - Skizze aller Wartungsbauwerke in einem Kanalsystem	37
Abb. 43 - Lage des Abwassersammlers	38
Abb. 44 - Sulfatbildung im Abwasserrohr	39
Abb. 45 - Tabelle der Koeffizienten und Definitionen	40
Abb. 46 - Beispielhafter Netzverlauf	42
Abb. 47 - Tabelle für Berechnung der Abflüsse	43
Abb. 48 - Listenkopf der Berechnungen mit den Streckendaten 54-57	45
Abb. 49 - Skizze des Kanalisationssytemes aus den Datenblättern	47
Abb. 50 - Vollständige Karte des Kanalisationssystemes von SD	48
Abb. 51 - Erstellung des Hauptsammlers	49
Abb. 52 - Mechanische Reinigungsstufe	51
Abb. 53 - Biologische Reinigungsstufe	51
Abb. 54 - Erstellung eines RALFs	52
Abb. 55 - Gebührentabelle TW, AW	53
Abb. 56 - Einverständniserklärung der Präsidenten der Bewohnerassoziationen	53
Abb. 57 - Versammlung mit den Bewohnern von São Domingos	54
Abb. 58 - Bauausführung eines ähnlichen Projektes	56
Abb. 59 - Chronogramm der sozialen Durchführung	57
Abb. 60 - Tabelle der Gesamtkosten	60
Abb. 61 - Familie von São Domingos	62
Abb. 62 - Kinder in São Domingos	63
Abb. 63 - Fossa	A
Abb. 64 - Anschlussstücke an Rohrleitung	B
Abb. 65 - Tabelle der Eigenschaften von Wasser bei 20° C	B
Abb. 66 - Formeln und Definitionen; Quelle: Normen NBR 9649	C
Abb. 67 - Tabelle Kostenaufstellung Gebiet I	D

---

## Abkürzungen

**SD:** São Domingos

**SANEPAR:** Companhia de **Saneamento do Paraná**  
= Trinkwasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsfirma von Paraná

**IBGE:** Instituto **Brasileiro de Geografia e Estatística**  
= Brasilianisches Institut für Geographie und Statistik

**IPPUC:** Instituto de **Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba**  
= Institut für Umfragen und urbane Planungen in Curitiba

**TW:** Trinkwasser

**AW:** Abwasser

**EW:** Einwohner

**HH:** Haushalt

# 1 Einleitung

## 1.1 Geographie, Geschichte und Entwicklung

- **Brasilien:**

Die Fläche von Brasilien ist ungefähr 24 mal so groß wie die der Bundesrepublik Deutschland oder in anderen Dimensionen: doppelt so groß wie Kontinentaleuropa. Es leben aber nur 2 mal so viele Menschen dort ( $\approx 160$  Mio.), 25 % davon in den fünf größten Städten.

Die Hauptstadt Brasilia verwaltet eine der heterogensten Bevölkerungen der Welt.

Historie:

1500 Entdeckung Brasiliens durch den Portugiesen Pedro Alvares Cabral

1533 Erste Kolonialisierung durch Portugal

1808 Infolge der französischen Invasion in Portugal flieht der portugiesische Hof nach Rio de Janeiro.

1822 Nach dem Ende des Koloniestatus im Jahre 1815 erreicht Brasilien die Unabhängigkeit von Portugal.

1889 Gründung der Republik

1930 populistische Diktatur von Getúlio Vargas bringt die Industrialisierung in Gang

1964 bis 1985 Militärdiktatur

1989 erster direkt gewählter Präsident

- **Curitiba:**

Curitiba ist die Hauptstadt des brasilianischen Bundesstaates Paraná, der etwa 60 % der Landfläche der Bundesrepublik Deutschland und 9 Millionen Einwohner besitzt. Die Einwohnerzahl mit der Region der Stadt beträgt ungefähr vier Millionen. Curitiba liegt 600 km südlich von São Paulo, das sich in der Nähe des



Abb. 1 - Brasilien



Abb. 2 – Der brasilianische Bundesstaat Paraná südlichen Wendekreises befindet. Der Mittelgebirgsstreifen Serra do Mar trennt die sich auf circa 800 m befindende Hochebene Curitiba vom 100 km entfernten Atlantischen Ozean.

Die Stadt, 1654 gegründet, wuchs nach dem Bau einer Eisenbahnlinie vom 80 Km entfernten Atlantikhafen Paranaguá und mehreren Einwanderungswellen aus Europa um 1880 zur Großstadt heran. Zu dieser Zeit spielte der überregionale Teehandel (Matete) eine große Rolle für sie. Nach 1950 profitierte Curitiba von den Auswirkungen des Kaffeebooms in Paraná.

## 1.2 Definition Armenviertel / Favela:

Favela ist die brasilianische Bezeichnung für "squatter settlement". Nach einer offiziellen Definition ist Favela eine "städtische Agglomeration, bestehend aus mindestens 50 Haushalten, denen in ihrer Mehrheit jegliche Infrastruktur fehlt und die sich auf Grundstücken befinden, die nicht den Bewohnern gehören"<sup>1</sup>.

Die Anzahl der Favelas lässt sich schwer bestimmen, doch zum Beispiel wird in Rio de Janeiro der "Anteil der Favela-Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung auf ca. 20% geschätzt"<sup>2</sup>.

Der Begriff Favela ist in der Definition allgemein gehalten und sollte für diese Arbeit unterteilt werden. Der Definition nach fällt São Domingos unter den Sammelbegriff Favela, doch nach dem Vergleich von São Domingos mit anderen Vierteln, die keine Favelas sind, lässt sich zusammenfassend sagen, dass in diesem Falle nur die Besitzverhältnisse den einzigen Unterschied beschreiben. Die schlechte Infrastruktur von São Domingos lässt sich auch in vielen legalen Stadtvierteln nachweisen.

Im folgenden wird der Autor den Begriff eines illegalen Armenviertels oder kurz Armenviertels benutzen, um Missverständnisse bezüglich der allgemeinen und speziellen Situation in Brasilien zu vermeiden. Dementsprechend definieren die Wörter "illegales Armenviertel" die vorhandene Situation: Es handelt sich hierbei um ein unterdurchschnittliches Stadtviertel, wobei der Begriff Stadtviertel eine gewisse Zugehörigkeit zu den anderen, regulären Stadtvierteln, darstellen soll. São Domingos wurde aber auf illegalem Grund erstellt und beherbergt im Vergleich zur restlichen Stadtbevölkerung eine ärmere Bevölkerung.

## 1.3 Politik

Früher verfolgte die Regierung gegenüber den illegalen Armensiedlungen eine Politik der Verdrängung mit Abriss der Gebäude und Umsiedlung der Bewohner in Sozialwohnungen in die Stadtperipherie. Diese Politik stellte sich aber als unrealistisch heraus, da die betroffenen Menschen die Wohnungen nach kurzer Zeit aufgrund der hohen finanziellen Belastungen wieder verlassen mussten.

Später blieben die illegal besetzten Gebiete dann größtenteils unangetastet und wuchsen zu unkontrollierten Siedlungen heran, die dringend einer Sanierung und Integration bedurften.

---

<sup>1</sup> IBGE 1981, zitiert in **Pfeiffer** (1985: 191). Hierbei unterscheidet sich die Favela von anderen Siedlungsformen, wie: *Cortiços* (Bienenkörbe); Verslumte Innenstadtgebiete (legale Mietverhältnisse); *Loteamento clandestino*: Illegale Siedlung in der Peripherie; *Subúrbio*: Konsolidierter Vorort, oft aus einer Favela entstanden (legaler Status).

Heutzutage erkennen die Politiker die völlig unplanmäßig erstellten Siedlungen teilweise an und entwickeln Sanierungsprogramme, oftmals aber nur schwer zugänglich für die Bevölkerung, da die erstellten Systeme selten dem Entwicklungsstand der Bewohner entsprechen und somit oft versagen (z. Bsp. Eingabe von Müll und Essensresten in die Kanalisation, was zum Verstopfen der Leitungen führte).



Abb. 3 – Luftbild von São Domingos

Die politische Struktur verhinderte teilweise eine bessere Entwicklung, so Lange<sup>3</sup>: “Die durch das Bundesgesetz von 1973 vorgegebene schwache Stellung des für die gemeindeübergreifende Planung zuständigen *Rates der metropolitanen Region Curitiba*, COMEC, erlaubt dieser Behörde bis heute kaum eine wirksame Koordinierung der raumbedeutsamen Planungen. So schreitet die Fragmentierung des metropolitanen Raumes durch nicht abgestimmte formelle und zahlreiche private oder informelle Bauvorhaben, deren Standortwahl durch keine überörtliche Siedlungskonzeption beeinflusst wird, weiter fort.”

Es ist hervorzuheben, dass die heutige Politik die Integration der Armenviertel der

<sup>2</sup> M. T. Segadas Soares in: **De Souza** 1993, S.216

<sup>3</sup> **Lange**, Udo 1987

Vertreibung vorzieht, solange dies rechtlich vertretbar ist.

Theorie: Rechtliche und administrative Rahmenbedingungen<sup>4</sup>

- Brasilianische Verfassung von 1988 (*Constituição Federal*) an sich fortschrittlich: Verankerung von Informationspflicht, Bürgerbeteiligung, Umweltschutz, doch die Exekutive ist oft machtlos.
- Möglichkeit der *usucapião* (Ersitzung) bei Wohnnutzung nach fünf Jahren vorgesehen<sup>5</sup>
- Häufig Fehlen von Ausführungsbestimmungen zu den Verfassungsbestimmungen
- Zuweilen Kompetenzenchaos zwischen Institutionen des Bundes, der Bundesstaaten und der Kommunen bei wichtigen städtebaulichen Fragen (Wasserversorgung, Abwasser- und Niederschlagswasserentsorgung, Gesundheit, ÖPNV)
- Weitreichende Planungshoheit der Kommunen
- *Plano Diretor* (Bebauungs- und Entwicklungsplan) als Hauptinstrument
- Verbände örtlicher Bedeutung sind an der Entscheidungsfindung zu beteiligen
- Machtfülle des *Prefeito Municipal* (Bürgermeister), mit ihm steht und fällt jegliche politische Entscheidung.
- Kaum politische Kontinuität nach einem Machtwechsel; nach 4-jähriger Amtszeit des Bürgermeisters werden oft alle Angestellten in Schlüsselpositionen zusammen mit ihm gewechselt.
- Nur die Gebäude- und Grundsteuer fallen an die Kommune, daher großes Interesse der Gemeinden an diesem Steueraufkommen, welches ihnen meist erst nach einer Legalisierung zugänglich ist
- Im Umweltbereich verschiedene Organe zuständig, Beteiligung von Nichtregierungsorganisationen

#### 1.4 Städtebau und Bauleitplanung

Die Stadtverwaltung ist für den Flächennutzungs- und den Bebauungsplan zuständig. Die Entsorgung des Abwassers ist auf zwei Institutionen verteilt: die Entsorgung des Niederschlagswassers obliegt dem Aufgabenbereich der Stadtverwaltung, die Trinkwasserversorgung und die Abwasserentsorgung obliegen seit 1963 dem Aufgabenbereich der Firma SANEPAR, die aber hierfür einen Großteil der Finanzierungen von der Stadt bzw. vom Staat oder von Banken bezieht. Seit 1912 sind alle brasilianischen Städte verpflichtet, alle zukünftigen Kanalisationssysteme im Trennverfahren zu erstellen, da bei den großen Niederschlagsmengen die Mischkanalisation zu teuer ist. Dies liegt daran, dass der Großteil des Niederschlagswassers oberirdisch abgeführt wird oder, wenn die dimensionierten Durchmesser zu groß sind, werden muss.

Die Prognose der Bevölkerungsentwicklung mit den natürlichen und räumlichen Bevölkerungsbewegungen zusammen mit der Flächenermittlung für die wenigen und verspäteten

<sup>4</sup> Nach: Alexander Harth: Stadtplanung in Brasilien. Grundlagen und Kontrollmöglichkeiten. In: **Trialog** 46, S.20

<sup>5</sup> Art.183 der *Constituição Federal*. In Curitiba wird ein solcher "Ersitzungsanspruch" erst nach 20 Jahren anerkannt - die damit verbundenen Rechtsunsicherheit wird deutlich!

Flächennutzungspläne war lange Zeit unterdimensioniert; sie wurden während verschiedener Einwanderungswellen und Perioden großen Bevölkerungswachstums durch die realen Zahlen weit übertroffen. Die Ausarbeitung von Bebauungsplänen verlief noch langsamer, was zur Folge hatte, dass die ohnehin schon groben Pläne oft nur teilweise umgesetzt wurden. Die vorgeschriebenen Werte (Baugrenzen, -weisen, Geschosshöhen, Nutzung usw.) wurden überschritten, illegale und irreguläre Parzellierungen der Grundstücke fanden statt und zogen unrechtmäßige Bebauungen und Verkäufe nach sich, die selten, mitunter korruptionsbedingt, rückgängig gemacht wurden. Siedlungen entstanden in Außenbereichen, auf Grünflächen, Industriebrachen, und sogenannten Risikogebieten (Überschwemmungsland, an Autobahnrandern, unterhalb Hochspannungsleitungen), oft ohne jegliche Planung oder Genehmigung.

Selbst legale Parzellierungen zogen Missstände nach sich: Spekulationen um die ungenutzten und ungeplanten Grundstücke am Rand der Infrastrukturnetze beschleunigten deren Besiedlung. Es entstand eine stadtviertel- und schichtenspezifische Segregation der Bevölkerung.

Der größte negative Aspekt dieser Ereignisse bestand jedoch in der Erschließung (innere, wie äußere). Vorauserschließung wurde in den seltensten Fällen praktiziert. Einer marginalen Verkehrserschließung der neu entstandenen Siedlungen folgte die Energie- und Wasserversorgung, erst sehr viel später -wenn überhaupt- folgten Entwässerung und Müllentsorgung. Vielen, selbst legalen Siedlungen fehlt bis heute neben der technischen auch die soziale, und die erwerbswirtschaftliche Infrastruktur.

Einige Zeit wurden reguläre Abwasserableitungssysteme erstellt, die ungeklärt in den Fluss mündeten. Durch die geringe Bevölkerungsdichte während der Planungsphasen wäre die natürliche Selbstreinigung der Flüsse ausreichend gewesen, doch unter den realen Umständen wurden die Flüsse verschmutzt. Viele dünn besiedelte Gebiete wurden von der Kanalisationsplanung ausgeschlossen und mit dezentralen Anlagen (z. Bsp. Fossa, s. Anhang 7.1) entsorgt.

#### Abwasserableitung in Brasilien

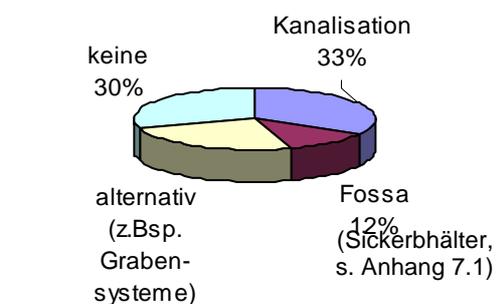


Abb. 4 – Abwasserableitung in Brasilien<sup>6</sup>

Das Trinkwasser, das aus den verunreinigten Flüssen entnommen wurde, war nicht mehr genießbar und die Böden wurden durch die flächenbezogene Häufung der Fossas, offener Abwassergräben und wilden Müllablagerungen kontaminiert.

Vorhandene Strukturen wurden überlastet oder brachen zusammen. Die nachfolgenden Sanierungen und Neuerschließungen deckten nie den Bedarf (s. Abb. 5).

Erst nach dem Ende der Militärregierung (1985) wurden Fehler erkannt und Sanierungsprojekte, auch mit Unterstützung ausländischer Organisationen begonnen.

Die darauf folgende sektorale Zentralisierung der Geldträger und Instanzen bezüglich der

Infrastruktur (wie die Firmen SANEPAR, IPPUC und Entwicklungs- und Planungsinstitutionen) verbesserte aber noch nicht viel. Die Projekte von SANEPAR wurden per Auftrag eines Stadtviertels, einer Firma oder der Stadt oder auf Vorschlag SANEPARs (Grundwasserschutzmaßnahme, Gewässergütekonzepete) durchgeführt. Dabei wurden zahlende Kunden und Großkonsumenten bevorzugt (Bsp.: dem Zuzug eines Politikers oder Industrie in ein Gebiet folgt oft die schnelle Erschließung, unabhängig der Planung, der Besitzverhältnisse oder der sozialen Prioritäten). Bei diesen vergleichsweise oft teureren und aufwendigeren, da außerplanmäßig erstellten Gebieten, ist es erlaubt, erhöhte Anschlussgebühren zu verlangen, sozial schwache Siedlungen ausgenommen.

Durch die Trennung und die Unabhängigkeit dieser Institutionen werden Gebiete ver- und entsorgt, die wenig Defizite aufwiesen. Außerdem gibt es deswegen Gebiete, die ein Niederschlags- und kein Abwasserableitungssystem oder umgekehrt haben.

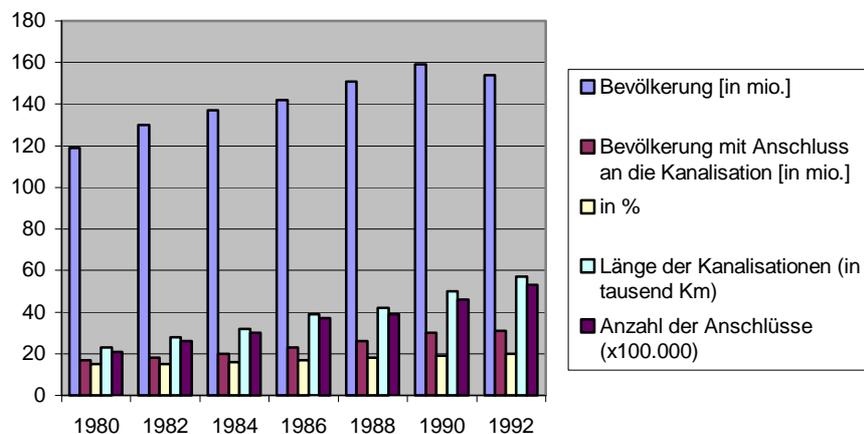


Abb. 5 - Entwicklung der Abwasserkanalisationen in Brasilien<sup>6</sup>

Der Abbildung 5 ist zu entnehmen, dass trotz stetigem Kanalisationsbaues in ganz Brasilien nur circa 20 % (1997: 30%) aller Haushalte an einem Abwasserableitungssystem angeschlossen sind, wobei hinzuzufügen ist, dass nur die Hälfte dieser Abwässer nach der Ableitung gereinigt werden (zum Vergleich: In der BRD sind 92% der Haushalte über ein Abwasserableitungssystem an eine Kläranlage angeschlossen). Die Trinkwasserversorgung liegt bei 98 %. Die schwierige ökonomische Situation des Landes, verbunden mit der entscheidungsarmen Politik, bezüglich des Gesundheitssektors, werden als Hauptursachen dafür genannt, dass die vielen Entwicklungsprogramme und finanziellen Hilfen nicht ausreichend waren, um dem Bevölkerungswachstum angemessen zu folgen.

<sup>6</sup> Quelle: Almanaque Brasil 1997/98

<sup>7</sup> Quelle: CABES: **C**atálogo **B**rasileiro de **E**ngenharia **S**anitária (Brasilianischer Katalog der Sanitärwissenschaften), Edition 92/93, publiziert für ABES (**A**ssociação **B**rasileira de **E**ngenharia **S**anitária) in **Fernandes**.

## 1.5 Rechtliche Situation

Bei der Erschließung eines Gebietes besteht Anschlusspflicht. Bei Neubau, bzw. Sanierung von Wohngebieten besteht bis heute keine Erschließungspflicht: die Bewohner können die Erschließung bei den zuständigen Stellen beantragen (SANEPAR, Stadtverwaltung, Energieversorgung). Die Anträge werden aber nur dann ausgeführt, wenn die Kosten für die entsprechenden Stellen vertretbar sind (kein Bau einer Kläranlage erforderlich, Hauptsammler in der Nähe des Gebietes oder höhere Gebühren können verlangt werden). Die Erschließung speziell die der Abwassersysteme benötigt keinen Bebauungsplan, wenn das Gebiet schon bebaut ist (legal oder illegal).

Private Grundstücke, die länger als 20 Jahre nicht bewirtschaftet oder gepflegt wurden, können vom Staat für andere Zwecke bestimmt werden. Oft nehmen sich viele Menschen dieses Recht selbst und besetzen ein brach liegendes Gebiet. Reklamiert der Besitzer dies innerhalb kurzer Zeit, kann das Gebiet von der Polizei geräumt werden. Wenn nicht, können die Bewohner dieses Gebiet "Ersitzen", was in ländlichen Gebieten nach 5 Jahren stetigem Aufenthaltes möglich ist. Nach dem "Ersitzen" eines Grundstückes hat der Bewohner das Recht, dieses Grundstück rechtmäßig zu erwerben, ein Vorgang, der durch langjährige günstige Ratenzahlungen ermöglicht wird. In vielen Städten ist dies erst nach 20 Jahren möglich, da dort die Grundstückspreise sehr viel höher sind. Oft wird das Recht des "Ersitzens" nicht in Anspruch genommen, da die finanzielle Lage nicht ausreichend gesichert ist und mit dem rechtlichen Erwerb des Grundstückes keine infrastrukturellen Veränderungen gewährleistet sind.

Wird ein Gebiet städtischen Eigentums oder des Staates besetzt folgt die Räumung, abhängig von der Fläche, entweder sofort oder aber, wie im Falle von São Domingos, in einem Hochwasserüberflutungsraum gelegen, gar nicht. Auf stadtpolitisch bedeutenderem Grund gelegene Armenviertel, die im Laufe der Jahre allein durch ihre Lage in der Stadt oder in der Nähe von Industriegebieten, an Wert gewannen, bestand täglich die Möglichkeit der Räumung oder der positiven Sanierung.

Rechtlich hätte die Stadt zwar die Möglichkeit São Domingos zu räumen, doch das Interesse der Stadt richtet sich heute eher auf die Integration des Viertels.

Eine Sanierung, wie sie hier beschrieben werden wird, erhalten nur die Häuser, denen die Stadt in Zukunft einen Legalitätsanspruch geben kann. Häuser in Risikogebieten werden nicht in ein Sanierungsprogramm eingegliedert, im Gegenteil, bei der Durchführung der Sanierung werden diese Grundstücke geräumt und die Bewohner umgesiedelt (s. Kap. 4.1.3a).

## 2 Entstehung des Projektes

- AIESEC:

AIESEC<sup>8</sup> ist mit über 60.000 Mitarbeitern in 86 Ländern die größte Studierendenorganisation der Welt und organisiert sich, seit ihrer Gründung im Jahre 1948 als gemeinnütziger Verein in zahlreichen unabhängigen Lokalkomitees, Nationalkomitees und dem Dachkomitee AIESEC International. Zusätzlich zum internationalen Praktikantenaustausch, der jährlich ca. 5000 Studierende über die ganze Welt verteilt, beschäftigt sich AIESEC heute auch mit sozial-gesellschaftlich relevanten Themen. Unter dem Titel "Education towards international and cultural understanding" -dem "Global Theme"- werden verschiedenartige Projekte ins Leben gerufen, deren Publikation durch einen regelmäßigen internationalen Erfahrungs- und Wissensaustausch stattfindet.

- "The São Domingos Project":

Bei der internationalen "Global Theme Conference" von AIESEC, in Brasilien, im Jahre 1994, äußerte die Delegation von AIESEC Malta, nach deren Besuch in São Domingos, ihr Entsetzen über die Lebensbedingungen, die dort am Rande der ansonsten hochentwickelten Stadt Curitiba, vorherrschten. AIESEC Malta initiierte daraufhin in Zusammenarbeit mit AIESEC Curitiba ein Projekt zur Unterstützung der Bevölkerung bei der Entwicklung bzw. Verbesserung der Lebensbedingungen der dortigen Bewohner.

Brasilianische und maltesische Studenten begannen sich auf dem medizinischen und dem edukativen Sektor zu engagieren, was auch bald Erfolg zeigte:

- Eine kleine Krankenstation wurde errichtet, die von einem maltesischen Krankenpfleger geleitet wird, der vom Malteser Orden, der schon länger in São Domingos tätig ist, finanziert wird.
- Handwerks-, Alphabetisierungs-, Sprach- und Computerkurse wurden angeboten und an die Bewohner übergeben. Diese wurden bis heute weitergeführt.
- Es wurde ein kleines Gemeindezentrum mithilfe von Spenden und in gemeinschaftlicher Arbeit errichtet, um eine Basis für die Entwicklung einer Sozialstruktur zu schaffen.

Doch nach diesen, positiven Ansätzen, schien jede weitere Entwicklung durch ein Problem - die fehlende Abwasserableitung - behindert zu werden, da die auftretenden Krankheiten hauptsächlich durch den Kontakt mit Fäkalien und Müll verursacht wurden.

Nach einer weiteren AIESEC-Konferenz entschloss AIESEC Karlsruhe, an dem Projekt zu partizipieren. Die Aufgabe lag konkret in der Realisierung der Selbsthilfe der Bewohner von São Domingos bei der technischen Planung und Ausführung eines Abwasserableitungssystems. Wobei unter dem Begriff "Abwasserableitungssystem" derzeit alle nur denkbaren Lösungen verstanden wurden (Misch- oder Trennsysteme mit Sickergruben offenen, geschlossenen Gerinnesystemen, Rohrleitungssystemen), um die Situation, zu verbessern.

AIESEC Karlsruhe wählte für einen Zeitraum von 18 Monaten insgesamt 28 Studenten aus,

---

<sup>8</sup> franz.: Associação Internacional des Étudiants des Science Économique é Comercial

die jeweils in Gruppen durchschnittlich 4 Monate in Curitiba arbeiten sollten (Herr Bleninger: 03.10.96 - 01.03.97 und 20.11.97 - 20.02.98). Die Studenten, größtenteils aus dem Bereich Bauingenieurwesen, absolvierten einen einmonatigen Sprachkurs in Portugiesisch und versuchten sich anhand der äußerst dürftigen Vorinformationen erste Konzepte zu erarbeiten. Diese Konzepte beruhten auf der Annahme, dass jede Beteiligung einer offiziellen Instanz ausgeschlossen wäre. Aufgrund dessen ergab sich, vor Kenntnis weiterer Umstände, dass ein teilweise abgedecktes, vielleicht sogar gemauertes oder betoniertes Gerinnesystem als das erfolgversprechende gelten könnte.

- Projektmodalitäten:

Im Großen und Ganzen wurde das gesamte Projekt von den beteiligten Studenten getragen. Allein die Idee, die Kontakte und die Organisationsbasis wurden von AIESEC gestellt.

Die Flugkosten wurden vom DAAD<sup>9</sup> bezuschusst und die Unterkunft in wenigen Fällen von AIESEC Curitiba organisiert. Ein geringer Teil der Kosten für Büromaterial und Busmarken wurde von AIESEC Karlsruhe bezahlt, wobei dieses Geld hauptsächlich von den Projektteilnehmern in Spendenaktionen gesammelt wurde. Jegliche weitere Finanzierung, wie Sprachkurs, Verpflegung, Versicherungen, Impfungen und Visa wurde von den Studenten getragen. Gehalt oder ähnliche finanzielle Unterstützungen gab es auch während der Zeit bei SANEPAR nicht. Die Planung vor Ort wurde nur von den Studenten ausgeführt.

## 2.1 Chronologie

10/96	Ankunft in Curitiba und Beginn des Projektes
10/96-11/96	Informations- und Analysephase (Kapitel 2.2)
11/96-02/97	Planungsphase bei SANEPAR (Kapitel 3)
03/97	Zusage der Ausführungsunterstützung durch SANEPAR (Kapitel 4)
04/97	Projekterweiterung um 14.000 Einwohner durch die Zusage des Kredites der Wirtschaftsbank (Kapitel 5)
	Zusage der Stadtverwaltung Infrastrukturmaßnahmen durchzuführen (Kap. 5)
05/97-03/98	Bauvorbereitung, Bauplanung (Kapitel 4)
04/98	geplanter Baubeginn

Um eine klare Linie zwischen der tatsächlichen Planungsphase bei SANEPAR (wie sie unter diesem Begriff gemeinhin bekannt ist), mit den konkreten technischen Berechnungen und den zusätzlich notwendigen, vorbereitenden Arbeiten der Studenten zu ziehen, stehen folgende Teile (Informations- und Analysephase) noch unter dem Kapitel der "Entstehung des Projektes".

## 2.2 São Domingos

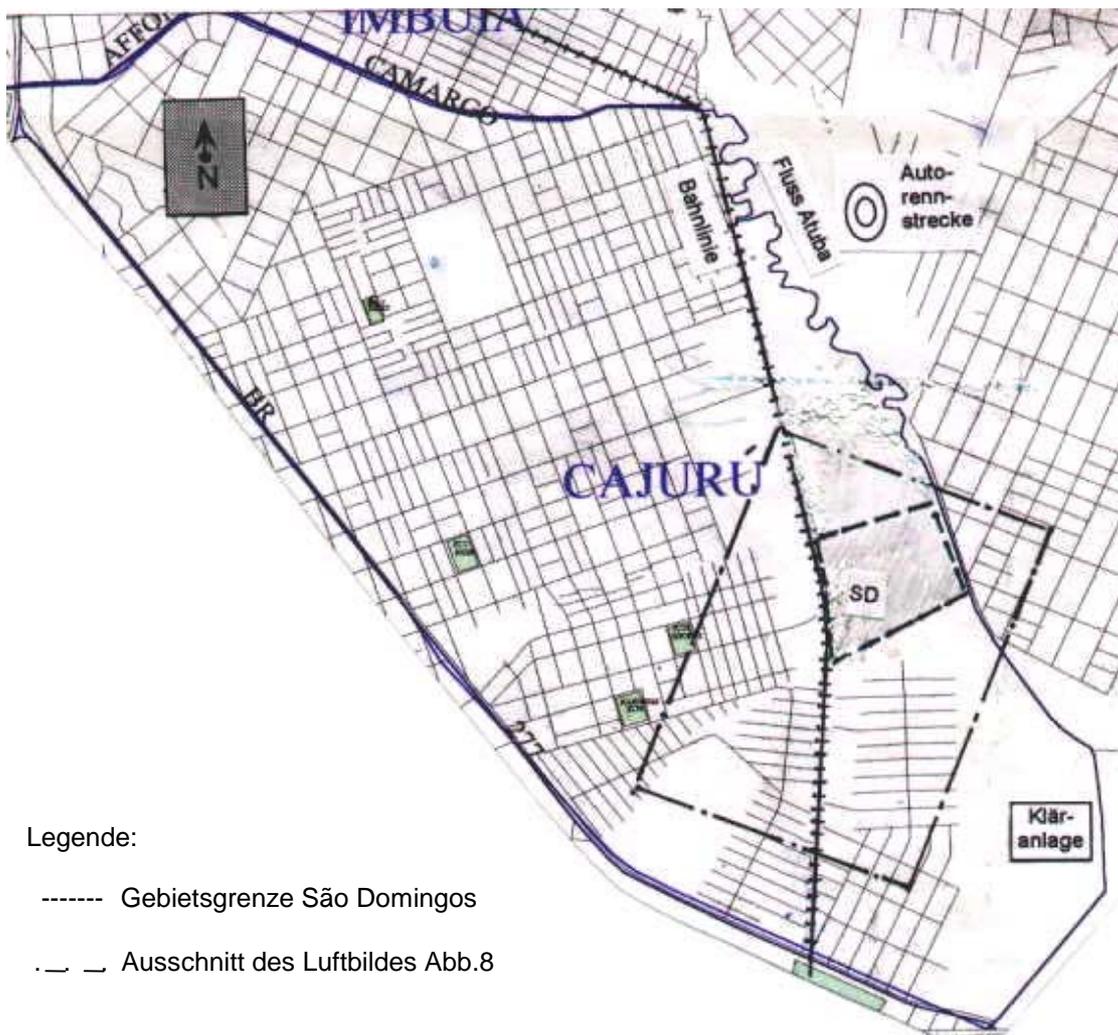
Nach der Ankunft wurden zuerst Informationen aus den verschiedensten Quellen zusam-

mengetragen, deren Ergebnisse nach einem Monat zu folgender Analyse führten:

### 2.2.1 Geographische Lage und Entstehung von São Domingos

- Lokalisierung des Plangebietes:

São Domingos ist ein Teil des Stadtviertels Cajuru, das sich an der Stadtgrenze circa acht Kilometer östlich des Stadtkernes von Curitiba befindet. Die Fläche, auf der sich São Domingos und auch andere Armenviertel befinden, wird annähernd im Norden durch die Autorennstrecke, im Süden durch die Autobahn (BR 277), im Osten durch den Fluss Atuba und im Westen durch die Eisenbahnlinie (RFFSA) begrenzt und gehört zum Administrationsteil Boqueirão (Abb. 6, Abb. 7, Abb. 8).



ú

- Entstehung:

Nach einer Fallstudie des ortsansässigen Geographen Rosclair Wantowski<sup>10</sup> kam die Mehrheit der Bewohner von São Domingos aus dem Landesinneren Paraná und besiedelte Teile des Plangebietes ab dem Jahre 1964 hauptsächlich mit landwirtschaftlicher Nutzung. Die gewaltsame Räumung des illegal besetzten Gebietes durch die Polizei, wie in vielen Fällen oft geschehen, blieb aus, da die Stadt, als Eigentümer, die Fläche als Hochwasserüberflutungsraum ausgeschrieben hat und dadurch eine Nutzung, explizit die Wohnnutzung, ausschloss.



Abb. 7 – Luftbild von Cajúru

<sup>10</sup> Wantowski, 1989



Ungefähr zwanzig Jahre lang pflegten die "Besetzer" ihre landwirtschaftlichen Traditionen, bis die Region, um das Jahr 1982, begann, urbanisiert zu werden. Curitiba hatte im Jahrzehnt 1970-1980 mit 5,8 % den höchsten jährlichen Bevölkerungszuwachs aller metropolitanen Regionen Brasiliens:

Jahr	1936	1950	1960	1980	1990	1997	1997 Region
Bevölkerung	100.000	180.000	360.000	800.000	1,3 Mio.	≈2 Mio.	~ 4 Mio.

Abb. 9 – Tabelle der Bevölkerungszahlen von Curitiba<sup>11</sup>

Die Stadtgrenzen wuchsen über São Domingos hinaus. Die ersten Hütten wurden trotz Illegalität des Gebietes an das Stromnetz angeschlossen und bald darauf wurden auch Trinkwasserleitungen verlegt.

- Klima:

Charakteristika: warm gemäßigtes Klima, milde Temperaturen, sehr feucht (Klassifikation nach KOEPPEN: Cfb). Die jährlichen statistischen Werte von Curitiba<sup>12</sup>:

maximales Monatsmittel (Januar)	23,5°C (Karlsruhe 19,8°C, Juli)
minimales Monatsmittel (August)	12,8°C (Karlsruhe 1,2°C, Januar)
durchschnittliche Jahrestemperatur	16,5°C
Luftdruck	913 mb
relative Luftfeuchte	80 %
Nebeligkeit (0-10)	6,6
Langjähriges Niederschlagsjahresmittel	1.451,80 mm (Karlsruhe 771 mm)
Monatliches NS-Maximum (Juni)	190,70 mm
Monatliches NS-Minimum (August)	78,20 mm
Evaporation pro Jahr	867,40 mm
Sonnenscheindauer	2007,00 Stunden pro Jahr

Abb. 10 - Tabelle der jährlichen statistischen Klimawerte von Curitiba-Ost

## 2.2.2 Analyse der vorhandenen sozialen Infrastruktur

Um die Situation in São Domingos auch zu quantifizieren, führten die Studenten mithilfe von AIESEC Curitiba eine Umfrage durch. Ergebnisse:

*Anzahl der Häuser: 924*

Die eingeschossigen Häuser besitzen im Durchschnitt drei Zimmer, wo eine Familie wohnt. Äußerst selten gibt es zwei Familien in einem Haus. Die Idealisierung der Anzahl der Haushalte auf die Anzahl der Familien und somit auf die Anzahl der Häuser wurde dadurch gerechtfertigt.

*Durchschnittliche Anzahl der Bewohner pro Haushalt: 5,0<sup>13</sup> (BRD: 2,8)*

Die Familien bestehen im Großteil aus den Eltern mit drei, vier oder mehr Kindern oder auch den Großeltern. Es gibt keine Einpersonenhaushalte!

*Einwohnerzahl: 924 x 5 = 4620*

<sup>11</sup> Quelle: IPPUC

<sup>12</sup> Quelle: IBGE, bzw. Deutscher Wetterdienst

<sup>13</sup> um statistische Fehler auszugleichen, wurde der ursprüngliche Wert von 4,8 aufgerundet.

Die niedrigen Löhne und der permanente Kaufkraftverlust in Brasilien führten nicht nur dazu, dass die Mehrzahl der Migranten das Gebiet nicht verließen, auch wenn sie eine Beschäftigung fanden, sondern auch dazu, dass viele städtische Bewohner in Armenviertel umsiedeln mussten, weil ihnen die Mietkosten zu teuer geworden waren<sup>14</sup>. Deswegen wurden die Probleme der Landflucht durch die der Stadtflucht (hier: von legalen / regulären zu

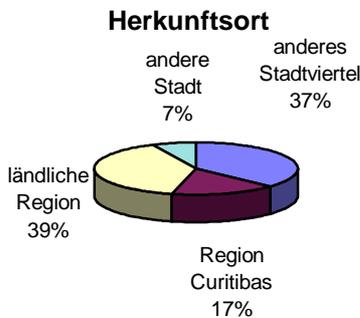


Abb. 11 - Herkunftsort der Bevölkerung von SD

illegalen / irregulären Wohnverhältnissen) erweitert. Diejenigen Bewohner, die durch die sich immer weitere Verdichtung der Bevölkerung immer weniger im landwirtschaftlichen Sektor beschäftigt, größtenteils im Viertel geboren und aufgewachsen sind, pendeln nun zum Arbeiten in die Stadt.

Aufgrund der sich ändernden Herkunft wechselte auch das allgemein Arbeitsleben. Die Bewohner erlernten neue Berufe oder offerierten andere Dienstleistungen. Das rief die Existenz von Bäckereien, Lebensmitteläden, Handwerksbetrieben, Nähereien, Autoreparaturwerkstätten usw. in São Domingos hervor.

Häufige Umzüge wurden durch die sich schnell ändernden Einkommensverhältnisse, die aus den jeweiligen Berufssituationen herrührten, verursacht. Ein Großteil der Bevölkerung geht Arbeiten nach, die definitionsgemäß gar nicht existieren und somit nicht melde- bzw. versicherungsfähig sind, die aber deren Haupterwerb darstellen. Das sind Berufe, wie dem des Parkplatzzeigers oder -bewachers, den verschiedenen Straßenverkäufern, Schuhputzern, Losverkäufern und Werbeträgern. Der andere Teil ist nur in Tages- oder Wochenverträgen als Haushaltshilfe, Verkäufer oder bei den städtischen Reinigungsfirmen beschäftigt. Arbeitslosigkeit existiert somit nur im formellen Sinne, was auch insofern unabdingbar ist, weil ein soziales Sicherungssystem für Menschen ohne Einkommen nicht existiert. Nur wenige der festangestellten Arbeiter haben auch wirklich einen absichernden Vertrag mit ihrem Arbeitgeber. Außerdem üben die meisten Arbeiter mehrere, oftmals bis zu vier verschiedene Tätigkeiten am Tag aus.

**Wohnhaft in S.D. seit ...**

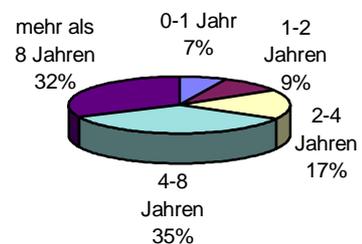
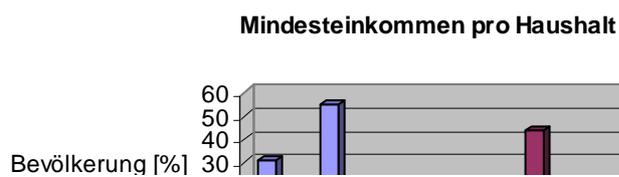


Abb. 12 - Wohnhaft in SD seit...

Die Einkommen werden in Brasilien immer in der Dimension eines gesetzlich festgelegten Mindesteinkommens<sup>15</sup> gemessen. Im Jahre 1996 lag das Mindesteinkommen bei 120 R\$, was damals ungefähr 180 DM entsprach.

Im folgenden Diagramm ist das Einkommen eines **Haushaltes** (5 Personen) in Anzahl der

<sup>14</sup> aus Do Amaral, 1986  
<sup>15</sup>



Im folgenden Diagramm ist das Einkommen eines **Haushaltes** (5 Personen) in Anzahl der

Mindesteinkommen aufgliedert:

Abb. 13 – Einkommen pro Haushalt, Sao Domingos – Brasilien<sup>16</sup>

Hieraus ist ersichtlich, dass das durchschnittliche Einkommen pro **Haushalt** in Sao Domingos etwa 1,6 Mindesteinkommen beträgt, was ungefähr 290 DM entspricht. Mit diesem Einkommen ist der Unterhalt von fünf Personen nur schwer möglich. Außerdem lässt sich feststellen, dass die Werte für Brasilien im unteren Bereich deutlich überschritten werden, obwohl der Süden Brasiliens wesentlich reicher ist als der Norden, der die Statistik stark beeinflusst.

Die Kosten für Miete oder ähnliche Wohnkosten entfallen sicherlich in São Domingos, doch bei Lebensmittelpreisen, die den europäischen sehr nahe kommen, bleibt den Bewohnern oft nichts anderes übrig, als zu hungern.

Aus diesen schlechten finanziellen Voraussetzungen lassen sich Erscheinungen wie eine hohe Kriminalitätsrate und extreme Armut erklären, die in São Domingos aber mittlerweile nur marginal auftreten.

Der Immobilienhandel in São Domingos, bei dem illegale Grundstücke an Zweite weiterverkauft werden, wächst enorm; besonders mit den Entwicklungen der Infrastruktur gewinnt ein Grundstück an Wert. Um gebietsintern aber eine gewisse Organisation zu erhalten und auch das Gebiet als Ganzes zu vertreten bildeten die Bewohner die Bewohnerassoziationen<sup>17</sup>. Neben den Bewohnerassoziationen existieren in São Domingos auch eine Vielzahl von soziokulturellen Vereinigungen<sup>18</sup>, deren Wichtigkeit oftmals, vor allen Dingen bei städtischen Sanierungsprojekten, unterschätzt wurde. Gerade der Kontakt der Studenten zu besagten Vereinigungen und zudem zu einer Vielzahl von Bewohnern half ihnen die Situation, die Forderungen bzw. Vorstellungen der Bewohner zu verstehen. Desweiteren wurde ein Vertrauensverhältnis aufgebaut, dass eine sinnvolle Erörterung der Konzepte ermöglichte.

Trotz des langen Zeitraums der Entstehung und der enormen Größe von São Domingos war seine Existenz nirgends, weder bei der Stadt, noch bei den Einwohner von Curitiba belegt oder bekannt. Auf jeder Stadtkarte war an Stelle von São Domingos ein weißer Fleck (s

<sup>16</sup> Quelle: Almanaque Brasil 1997/98

<sup>17</sup> Associação de moradores: Bewohnerassoziationen, die gleichzeitig Funktionen einer Selbsthilfegemeinschaft, eines Interessenverbandes und einer informellen Stadtteilverwaltung erfüllt und dadurch versucht die Aufgaben der nicht existierenden formellen sozialen Infrastruktur, natürlich nur marginal, zu ersetzen.

<sup>18</sup> wie Fußballclubs, religiöse Gruppen, Karnevalgruppen, etc.

Abb.8 und Abb. 7).

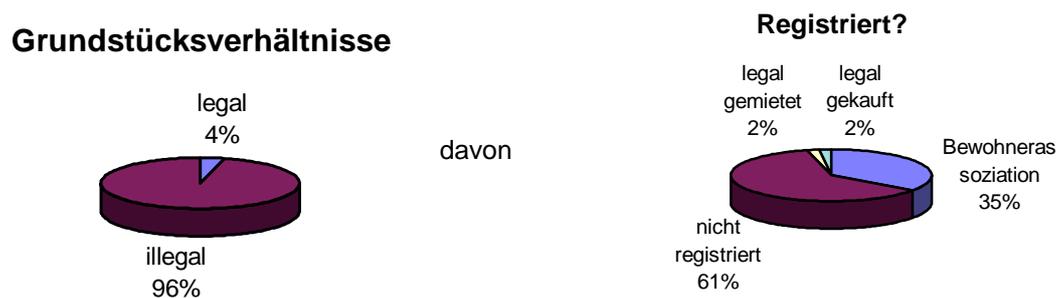


Abb. 14 – Grundstücksverhältnisse und Registrierung in SD

Öffentliche Dienstleistungseinrichtungen sind überhaupt nicht vorhanden und neben der schlechten Versorgungs- bzw. Entsorgungssituation stellt die immer noch ungelöste Frage der Bodenlegalisierung ein großes Hindernis dar. Die wenigen vorhandenen Einrichtungen und Dienstleistungen, die hauptsächlich von nichtstaatlichen Organisationen unterhalten werden, reichen nicht aus, um den Bedarf der Bevölkerung zu decken.

Um dem durch den sich verdichtenden Wohnraum entstandenen hygienischen Missstand Herr zu werden, zogen einige der betroffenen Bewohner Abwassergräben, die das Abwasser bis zum nächsten Freiplatz, meist Grünflächen, leiteten, wo es dann versickerte. Mit der Zeit entstand so ein wirres Netz von Gräben, die nur geringe Mengen des Abwassers tatsächlich in den Fluss leiteten, der Rest versickerte nur langsam im Boden. Ein Hauptproblem sind folglich die schlechten Gesundheitszustände, die auch durch folgende zusätzliche Faktoren unterstützt werden:

Durch das Fehlen von Schulen und Kindergärten (In Curitiba gehen 80 % der Kinder bis sechs Jahren nicht in den Kindergarten und 20 % der Kinder von 7-17 Jahren nicht in die Schule. In Brasilien schließen nur 33% den Pflichtteil der Schulbildung ab<sup>19</sup>.), fehlt eine hygienische Aufklärung, um trotz der widrigen Umstände einige der Krankheiten zu vermeiden bzw. deren Verbreitung zu beschränken. Da außerdem nur eine minimale Krankennotversorgung existiert, verbreiten sie sich und werden zu spät oder gar nicht behandelt.

Die schlechte Müllentsorgung verursacht die Ablagerung des Abfalles (s. Abb. 16, S. 16)) in erster Linie in den Abwassergräben, wo sich allerlei Bakterien und Viren bilden (10 % der Haushalte in Curitiba sind ohne Müllentsorgung, in ganz Brasilien werden nur 28% der Haushalte vom Müll entsorgt<sup>20</sup>).

<sup>19</sup> Quelle: **Almanaque Brasil**, 1997/98

<sup>20</sup> Fortschritt der Abfallbeseitigung: Die neue Abfallpolitik Curitiba's hält die Menschen dazu an Papier und Dosen zu den Recyclingfabriken zu bringen, wo sie dafür Essensgutscheine, Schulhefte, Kleider u.ä. erhalten. Daraus entstand der offiziell anerkannte Beruf des Abfallsammlers und das Bild eines Menschen, der einen großen mit Pappe beladenen Handwagen hinter sich herzieht, ist nicht mehr aus den Straßen wegzudenken.

### 2.2.3 Analyse der vorhandenen technischen Infrastruktur

- Energieversorgung:

Bis auf wenige Ausnahmen (neue und sehr arme Bewohner) besitzt jedes Haus einen Anschluss an das Stromnetz der Firma COPEL<sup>21</sup>. Es ist häufig instabil, weil es wenige Verteilerkästen und viele „schwarze“ Anschlüsse aufweist.

- Bausubstanz und innere Erschließung:

Ein Großteil der Häuser ist gemauert, aber nur wenige verputzt und auf einer Grundfläche von etwa 30-60 m<sup>2</sup>, oft mit einer Flachgründung, auf dem schlechten Boden (Schwemmland) erstellt. Die Grundstücke sind in 5-12 Meter breite und 6-22 Meter lange Parzellen unterteilt und beinhalten zur Straße hin immer einen Vorgarten oder eine Art Terrasse, wo sie oft mit Mauern oder Zäunen abgegrenzt sind. Die in offener Bauweise erstellten Häuser besitzen in der Mehrzahl alle notwendigen hygienischen Einrichtungen, wie Toilette mit Wasserspülung, Bad und Küche mit Trinkwasser. Das Schmutzwasser gelangt



Abb. 15 - Abwassergraben mit Hausanschluss

über ein Sammelrohr (DN 100) in den Graben, der direkt vor dem Grundstück vorbeifließt (s. Abb. 15). Einige Häuser sind auf kleinen Stützen konstruiert, um im Falle eines Hochwassers das Eindringen von Wasser zu verhindern.

<sup>21</sup> **COPEL:Companhia Paranaense de Energia Elétrica** = Energieversorgungsunternehmen des Staates Paraná

- Verkehrserschließung:

In Curitiba sind 65% der Straßen ohne Dränage und 40 % unbefestigt. In São Domingos ist nur eine Straße asphaltiert; die verbleibenden sind lediglich verdichtete Erde, die in einigen wenigen Fällen mit Split bestreut wurde. Bei starken Regenschauern, wie sie in Curitiba häufig vorkommen, ist es nur schwer möglich, die mit riesigen wassergefüllten Schlaglöchern übersäte Straße zu passieren. Straßenbegrenzungslinien sind so gut wie nie erkennbar.

Legende:

- Boden bzw. Schotter
- Asphalt
- Müllkumulation

Abb. 16 - Straßenzustand SD



- Trinkwasserversorgung:

Situation in Paraná:

Bevölkerung des Staates Paraná	≈ 9 Millionen
Bevölkerung, die mit Trinkwasser versorgt wird,	7.023.044 (78 %)
Realer prozentualer Anteil, die ländliche Bevölkerung versorgt sich selbst mit TW, das sie Brunnen oder Flüssen entnimmt und wofür auch in Zukunft keine Gefahr besteht.	99,8 %
Anzahl der Trinkwasseranschlüsse	1.692.474

Abb. 17 Tabelle Trinkwasserversorgung von Paraná; Quelle: SANEPAR, Juli 1997

In São Domingos besitzt jedes Haus einen Anschluss an das Trinkwassernetz. Bei SANEPAR wurde erwähnt, dass diese Anschlüsse willkürlich in Druckschläuchen von Haus zu Haus verlegt wurden. An vielen Stellen entlang der Abwassergräben treten diese Schläuche bis an die Oberfläche hervor oder liegen frei in den Gräben (s. Abb. 31, S. 29). In einigen Fällen warten die Bewohner dieses System selbst, da SANEPAR keinerlei Pläne für den Verlauf des Netzes besitzt und nur bei gravierenden Problemen eingreift. Teils bestehen auch illegale Anschlüsse an diese Schläuche, die neben den Störungen auch die Gefahr der Verschmutzung des Trinkwassers in sich tragen. Bei der Häufigkeit der Störfälle, verbunden mit einem Druckabfall, besteht die Möglichkeit, dass Fremdwasser in Trinkwasserleitungen eindringt. Diese Gefahr würde durch die Abwasserableitung reduziert werden, da die Schadstoffkonzentrationen des eindringenden Wassers dann geringer wären.

Das instabile Trinkwassernetz, wird durch Wassertanks auf den Häusern zu stabilisieren versucht, in denen einige hundert Liter Wasser zwischengespeichert werden, um während des Ausfalles nicht auf Wasser verzichten zu müssen. Diese Tanks bergen aber die, den Bewohnern relativ unbekannt Gefahr, der Bakterienentwicklung, besonders bei den hohen Temperaturen in Curitiba.

- Abwasser:

Bevölkerung des Staates Paraná	≈ 9 Millionen
Bevölkerung, deren Abwasser entsorgt wird	2.118.439 (23,1 %)
Realer Prozentualer Anteil, die großen Fazendas und viele Dörfer müssen von der Bevölkerung abgezogen werden, da dort durch die geringe Bevölkerungsdichte auch in Zukunft keine Abwasserentsorgung nötig sein wird.	30 %
Anzahl der Abwasseranschlüsse	410.429
Abwasserentsorgung geplant bis zum Jahre 2004	80 %

Abb. 18 - Tabelle Abwasserentsorgung Paraná; Quelle: SANEPAR, Juli 1997

In Curitiba liegt die Zahl der Haushalte mit Kanalisationsanschluss bei 80 % und soll bis zum Jahre 2000 auf 95 % erweitert werden (s. Abb. 8). Selbst legale Stadtteile, ältere als São Domingos und näher am Stadtkern liegende, haben noch keinen Anschluss an die städtische Kanalisation.

Die Abbildung 19 stellt einen in Brasilien oft gebräuchlichen Vergleich dar: Entwicklung des Abwasser- und Trinkwassersystemes und die Kindersterblichkeitsrate<sup>22</sup>

Jahr	Indize der Kindersterblichkeit	Trinkwasserversorgung In % der Bevölkerung	Abwasserentsorgung In % der Bevölkerung
1960	90,01 (BRD: 34)	8,3	4,1
1965	70,05	20	8
1995	42,08 (BRD: 7,5)	98	28

Abb. 19 - Tabelle TW, AW, Kindersterblichkeit von Brasilien<sup>23</sup>

Werte von Curitiba:

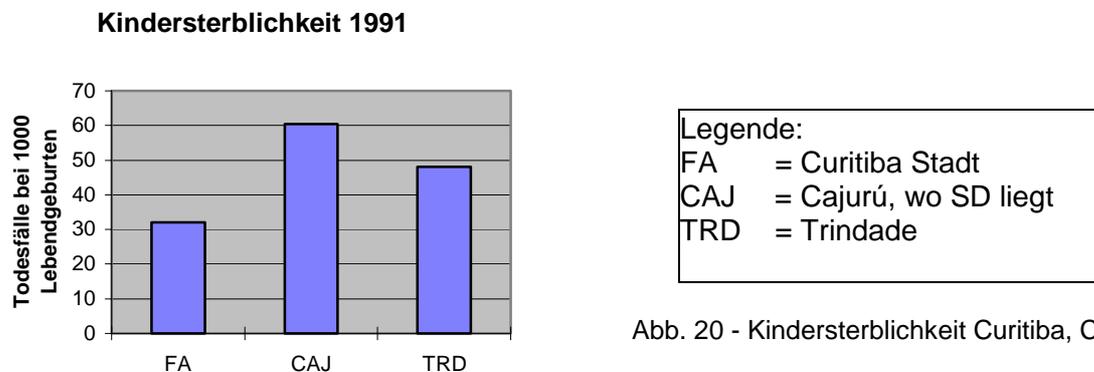


Abb. 20 - Kindersterblichkeit Curitiba, Cajuru<sup>23</sup>

Die obigen Vergleiche und auch die folgenden Zusammenhänge - Abwasserableitung und Gesundheitszustand der Bevölkerung - hängen von vielerlei, oftmals schwer zu bestimmenden Größen ab, die in Curitiba und speziell in Sao Domingos nicht genau zu quantifizieren waren. Doch ließ sich die allgemeingültige Aussage machen, dass sich der Gesundheitszustand der Bevölkerung durch die Erstellung eines Abwasserableitungssystemes in hohem Maße verbessern wird (s. Abb. 21). Außerdem profitiert die Bevölkerung von den zusätzlichen Verbesserungen durch die pädagogische Einbindung in die Bauausführung und Nutzung.

Die Abbildung 21 listet für häufige Krankheiten in São Domingos<sup>24</sup> mögliche Verbesse-

<sup>22</sup> Kindersterblichkeitsrate: Anzahl Todesfälle bei 1.000 geborenen Kindern im ersten Lebensjahr

<sup>23</sup> Quellen: IPPUC, 1994; SMS/DES Trindade, 1994; DVE, 1994; WHO, 1982

rungswerte auf, sofern ein Abwasserableitungssystem erstellt wird und damit den direkten Kontakt mit infizierten Fäkalien, durch Ablagerung und Transport und den indirekten Kontakt, durch Trinkwasser, Gewässer, Haus- und Nutztiere verhindert. Nachfolgend werden die häufigsten Krankheiten näher erläutert.

Krankheiten	Durchschnittliche Reduzierung [%]	Reduzierungsbereich, von - bis [%]
Ascaridiasis (Darmwürmer)	29	15-83
von Diarrhöe verursachte Krankheiten	22	0-68
von Diarrhöe verursachte Todesfälle	65	43-79
Vermínosen (Wurmkrankheit)	4	0-100
Bilharziose	73	59-77
Trachoma (Augenkrankheit)	27	0-79
Kindersterblichkeit	55	20-82

Abb. 21 - Tabelle Reduzierung der Krankheitsfälle durch Abwasserableitung<sup>25</sup>

- Ansteckende Diarrhöe: 35 % aller Todesfälle bei Kindern werden in Brasilien durch eine infektiöse Diarrhöe verursacht. Die Diarrhöe ist mit 60% die häufigste aller Kinderkrankheiten in Brasilien. In der folgenden Tabelle ist die Reduzierung dieser Krankheitsvorfälle im Vergleich zu den Eingriffen in die Infrastruktur dargestellt.

Art des Eingriffes	Durchschnittliche Reduzierung [%]	Reduzierungsbereich, von - bis [%]
Verbesserung der Trinkwasserqualität	36	0-90
Verbesserung der Verfügbarkeit des Trinkwassers	17	0-100
Verbesserung der Qualität und der Verfügbarkeit des Trinkwassers	15	0-82
Abwasserentsorgung	20	0-48
Alle oben genannten	30	0-100

Abb. 22 - Tabelle der Reduzierung von Diarrhöe - Infrastruktur<sup>25</sup>

- Hepatitis

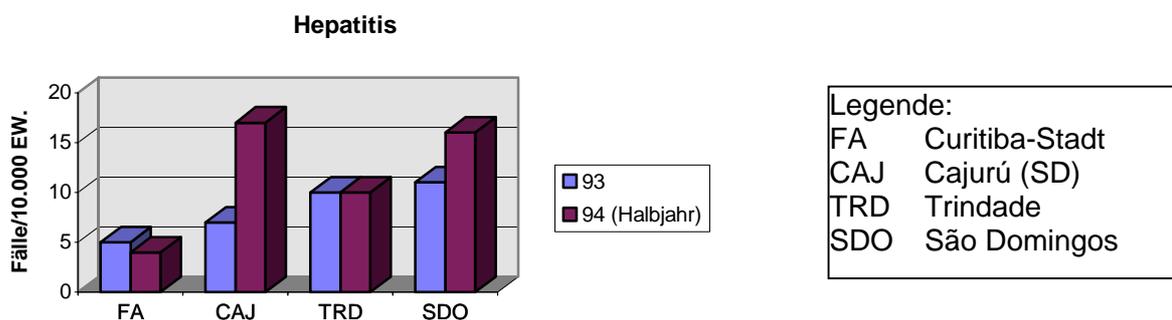


Abb. 23 - Hepatitis-Fälle in Curitiba, Cajuú und SD<sup>26</sup>

Verschiedene Parasiten- und Wurmkrankheiten (Bandwürmer, Bilharziose) werden kaum

<sup>24</sup> Quelle: unabhängige Krankenstation in São Domingos

<sup>25</sup> Quelle: Heller, 1997; McJunkin, 1982

<sup>26</sup> Quellen: IPPUC, 1994; SMS/DES Trindade, 1994; DVE, 1994

statistisch erfasst, da die Symptome selten zur Konsultierung eines Arztes führen. Untersuchungen in Armenvierteln ergaben, dass bis zu 80 % der Bevölkerung Wurmleiden haben<sup>27</sup>.

Schon während der Informationsphase wurde konkret mit der Analyse des vorhandenen Kanalsystems und der groben Kartierung von São Domingos begonnen. Die erste provisorische, aber vollständige Karte von São Domingos, die maßstabsgetreu die Grundstücke mit den Häusern und die Straßen mit deren Bezeichnungen abbildete wurde erstellt. Anhand eines Polygonzuges wurde das nur sehr geringe Gefälle zum Fluss hin berechnet, um erste Vorstellungen darüber zu erhalten, ob zum Beispiel ein Kanalnetz ohne Pumpbauwerke möglich und somit billig zu erstellen ist.

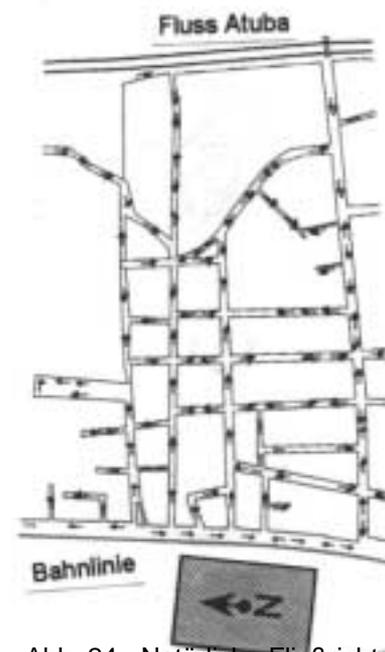


Abb. 24 - Natürliche Fließrichtung, SD

Erfasst wurden:

- Die Abwassergräben, anhand deren Abmessungen (Länge, Breite, Höhe des Abwasserspiegels und Niveauunterschied zur Geländeoberkante), deren Fließrichtung (falls erkennbar) und augenscheinlichen Merkmalen (Bewuchs, Verschmutzung). Problemstellen wurden bewertet (bezüglich Aufstauungen, Gefälle und Verbesserungsmöglichkeiten).



Abb. 25 - Abwassergraben ohne Fließbewegung, SD

<sup>27</sup> McJunkin, 1982; IPPUC, 1994; SMS/DES Trindade, 1994; DVE, 1994

- Die Verrohrungen, welche sich oft an Hauszugängen oder entlang der Grundstücke wohlhabenderer Bewohner, aber grundsätzlich nur auf Teilstücken befanden, wurden vermaßt (Durchmesser, Längen und Gefälle) und beschrieben (Risse im Beton, fehlende Dichtungen, gegen Gefälle verlegt, verstopft, Durchmesseränderungen usw.).



Abb. 26 - Falsch verlegte Rohre verursachen Aufstauungen und Erosion, SD

#### 2.2.4 Interpretation der Abwassersituation

Die Bewohner sahen für die Zukunft nur die Fortführung der vereinzelt Verlegung von Rohren, an den Problemstellen, vor. Hierbei wurden die Rohrleitungen, die an Einfahrten oder Grundstückszugängen lagen entlang der Hausmauer verlängert oder neu verlegt. Das Abwasserproblem wurde hiermit entweder bis zur nächsten Grabenöffnung (auf das Grundstück des Nachbarn) verschoben, wo es zusätzliche Probleme verursachte oder brachte den Abfluss des Abwassers vollkommen zum Stillstand, überschwemmte das Grundstück oder verstopfte den Hausanschluss. Dies geschah auch schon oft bei bloßen Reinigungsaktionen, wo ein Grundstück vom Abwasser entsorgt wurde, indem es auf ein unbenutztes oder schon verschmutztes geleitet wurde.

Doch all diese Änderungen versagten bei jedem größeren Regen: Die Gräben waren hydraulisch überlastet und das Abwasser drang, mit dem Regenwasser in die Grundstücke ein. São Domingos benötigte als Gesamtheit eine Lösung, um wenigstens den größten Teil der Abwässer, auch bei Niederschlagsereignissen, in den Fluss abzuleiten.

Während der Diskussionen mit den Bewohnern stellten sich für die gegebenen Umstände folgende Möglichkeiten heraus:

1. Reorganisation und Verbesserung des vorhandenen Grabensystemes: Dabei sollten die Kanäle zusammengelegt, deren Verlauf geändert, Gefälle verbessert, beziehungsweise korrigiert werden. Außerdem sollten neue Gräben geschaffen und allgemein auf die Mischwassermenge dimensioniert werden.
2. Die Gräben sollten gereinigt und durch das Verdichten der Oberflächen stabilisiert werden. Das Niederschlagswassers sollte auf Versickerungsflächen (Sumpfbereich, Mulden oder in spezielle Niederschlagswassersickergräben), die an ausgesuchten Stellen hätten erstellt werden müssen, umgeleitet werden, um im Falle eines Niederschlagsereignisses das alte System zu entlasten. Eine Unterteilung der Gräben in Abwassergräben und Niederschlagswassergräben müsste erfolgen.
3. Bau eines provisorischen Kanalsystems (Mischwassersystem) in Form eines geziegelten oder betonierten Gerinnes, welches später durch Platten abgedeckt werden könnte.
4. Bau eines provisorischen Rohrsystems (Trennkanalisation), um das Abwasser darin zum Vorfluter zu transportieren und das Regenwasser weiterhin in den Gräben abzuleiten.



Abb. 27 - Gereinigter, nicht fließender Graben, SD

Die Verbesserung oder Veränderung des Grabensystemes, sei es im Misch- oder Trennsystem, wäre nur von kurzem Nutzen, da durch Bewuchs oder Verschmutzung beziehungsweise durch sehr starke Regenfälle die Gräben schnell wieder ihre Struktur verlieren würden. Außerdem verringern die Varianten eins und zwei nur die hydraulische Überlastung. Die Probleme der Bodenverschmutzung oder des ungehinderten Zugangs zu den verschmutzten Gräben wären nicht gelöst. In finanzieller Hinsicht hingegen wäre die

Aufarbeitung der Grabenstruktur die billigste Variante, da der hohe personelle Aufwand durch die Mitarbeit der Bewohner gedeckt wäre.

Die Varianten drei und vier bargen technisch ein Defizit bei der Kompatibilität zu gebräuchlichen Systemen, hinsichtlich der Wartung oder den zukünftigen Anschluss an eine Kläranlage. Hygienisch gesehen wären diese beiden Varianten aber die beste Lösung. Die Finanzierung jener wäre möglich gewesen, da ein großer Teil der benötigten Materialien mithilfe der GTZ<sup>28</sup> zu erhalten gewesen wäre und Entwicklungshilfeorganisationen und sogar staatliche Sozialinstitutionen geringe Hilfe versprochen. Allerdings waren diese Unterstützungen alle an eine Art Einverständniserklärung bzw. sogar Baugenehmigung der Stadt gebunden, da es sich um eine Intervention in illegalen Gebieten handelte; diese Baugenehmigung wurde nicht erteilt.



Abb. 28 - Abwassergräben, SD

Es war nach dieser Untersuchung nun notwendig, die rechtliche Situation zu definieren, bevor weitere Aktivitäten geplant werden konnten. Die meisten Bewohner von SD erachteten dies als sinnlos, da jeglicher Kontakt bisher zu zusätzlichen Problemen führte (z. Bsp.: kurzzeitige Räumung der Krankenstation, da der maltesische Krankenpfleger keine brasilianische Lizenz hatte, die zu beantragen ein Vermögen gekostet hätte; Räumung verschiedener Risikogebiete usw.).

Es stellte sich heraus, dass die Firma SANEPAR, zwei Kilometer südlich von São Domingos, eine Kläranlage baute, die den gesamten Bereich nördlich und westlich von São Domingos

über einen großen Abwassersammler, entlang des Flusses Atuba, entsorgen sollte. São Domingos würde nach Informationen der Bauleiter keinerlei Anschluss erhalten und auch die Planung eines solchen bestünde nicht. Allerdings wurde durch weitere Gespräche der Kontakt zu SANEPAR vertieft.

### 2.2.5 Die zuständigen Institutionen in Curitiba

Mit der Hilfe des Deutschen Konsulates, der GTZ, den Bauleitern bei der Kläranlagenbaustelle und AIESEC gelang es schließlich einen seriösen Kontakt zur Stadtverwaltung aufzubauen.

- Stadtverwaltung von Curitiba (Prefeitura de Curitiba):

Die Nachfrage bei der Stadtverwaltung bestätigte die "offizielle Nichtexistenz" von São Domingos. Es existierten weder Pläne noch Programme dieses Viertel, in nächster Zeit in die Stadtplanung mit einzubeziehen. Andererseits bestünde vielleicht in etwa zehn Jahren die Möglichkeit der Einbürgerung bzw. Integration in die formelle Stadtstruktur, womit dann ein paar Jahre später auch infrastrukturelle Programme folgen könnten. Diesbezüglich hätte die Stadt dann die Verantwortung für die Niederschlagswasserableitung, den Straßenbau und Sanierung, die Nahverkehrsverbindungen, die Kindergärten, die Gemeinschaftseinrichtungen, soziale Dienstleistungen, die Krankenstationen, die Müllentsorgung, etc. und würden das Recht der Grundsteuer erhalten.

- SANEPAR:

Die Firma wurde 1963 vom Staat gegründet, um die sanitäre Grundversorgung zu verbessern. Sie ist heutzutage eine der größten dieses Bereiches in Lateinamerika.

Ein Hauptproblem SANEPARs ist, dass die Zahl der jährlichen Neuerschließungen immer begrenzt ist, da die Anschlüsse durch die Gebühren finanziert werden und sich dadurch erst nach langer Zeit amortisieren, es sei denn es finden sich andere Finanzierungsmöglichkeiten oder sonstige Alternativen. Oft wurden für den Anschluss Extragebühren erhoben, um die Finanzierung überhaupt zu ermöglichen. Aufgrund der offiziellen geringen Priorität (Illegalität und periphere Lage) von São Domingos und natürlich auch den Nachteilen der erhöhten Planungskosten und eines geringeren Gebühreneinganges nach der Erstellung wegen, würden vorhanden Mittel vorerst anderweitig investiert werden. Zum Beispiel droht die Trinkwasserversorgung in ländlichen Gebieten momentan zu kollabieren<sup>29</sup>.

---

<sup>28</sup> GTZ Gesellschaft für technische Zusammenarbeit, Sitz in Curitiba, Arbeitsbereich Ökonomie.

<sup>29</sup> Durch die Industrialisierung der ländlicheren Gebiete, wurden viele Bäche und Seen, die bisher zur Trinkwasserversorgung herangezogen wurden durch die Abwässer der neuen Betriebe und der gewachsenen Bevölkerung so verschmutzt, dass ein komplett neues Versorgungssystem erstellt werden müsste.

### 2.2.6 Entscheidung

SANEPAR hatte vorerst kein großes Interesse an einem Projekt in São Domingos, da sich die Planungsphase durch die fehlenden Informationen (keine Karte, soziale Situation) sehr verteuern würde. Doch durch die durchgeführten Diskussionen und Berechnungen mit den Bewohnern von São Domingos und den Resultaten der Studenten aus Karlsruhe veränderte sich dieses Bild.

Überzeugt von dem bisherigen Engagement und den zwar provisorischen, aber wohl ausreichenden Ergebnissen offerierte der technische Leiter von SANEPAR vorerst die teilweise Unterstützung zur Durchführung der genauen Projektierung und Berechnung.

Sofort begannen die Studenten mithilfe eines Ingenieurs und der firmeninternen Infrastruktur (Büro, Computer, Plotter, Normen, Literatur und erfahrem Personal) die Planung konkret und korrekt durchzuführen.

Diese Arbeiten, bedeuteten anfänglich geringste finanzielle Belastungen für SANEPAR, da sie nur Personal, Lokalität, sowie das Büromaterial zur Verfügung stellen mussten. Für SANEPAR war dieser Projektbeginn nicht mehr als eine normale Praktikantentätigkeit an einem offiziell noch nicht existierendem Projekt, ohne weitere Bindungen oder Versprechen.

Selbst ein Großteil der anfänglichen Kosten, die durch eine Vermessungsfirma anfielen, wurden durch einen von AIESEC Malta und AIESEC Karlsruhe, für dieses Projekt gegründeten Fond, getragen.

Nur auf diese unabhängigen Art und Weise war es überhaupt möglich dem Projekt einen sinnvollen Anfang zu geben, auch wenn die zukünftigen Schritte weitgehend unklar waren.

Es ist hervorzuheben, dass zu diesem Zeitpunkt noch nichts bezüglich der Ausführung der Arbeiten feststand. Die Planungsarbeiten wurden ohne Aussicht auf die Durchführung begonnen. Erst zu späterem Zeitpunkt, nach erfolgreichem Abschluss der Planung "wagte" SANEPAR die Planungen zu realisieren, nach Finanzierungsmöglichkeiten zu suchen und den Bau auszuführen (s. Kapitel 4).

### 3 Planungsphase und Entwurf

Am Anfang standen die üblichen Modalitäten: Die komplette Berechnung und Kostenaufstellung des Projektes, mit der Aussicht auf die Erstellung des Systemes durch eine Bau-firma. In den Kalkulationen und auch in der Kostenaufstellung wurden alle Daten berücksichtigt, die die Studenten ermittelten (Kapitel 3).

Danach war alles weitere vollkommen offen. Zur Disposition standen zwei Möglichkeiten: Einerseits das Ende des Projektes mit SANEPAR, weil vorerst keine Finanzierungsmöglichkeit gefunden wurde -dem wäre ein Weiterführen mit Studenten und Bewohnern gefolgt- andererseits einer Durchführung der Arbeiten mit SANEPAR, die auf Basis einer billigeren Variante stattgefunden hätte.

Nach der Entscheidung zugunsten letzterer Möglichkeit, erfolgte die Feststellung der Details (Kapitel 4) und deren Kostenaufstellung (Kapitel 5).

#### 3.1 Grunddaten

- Topographie:

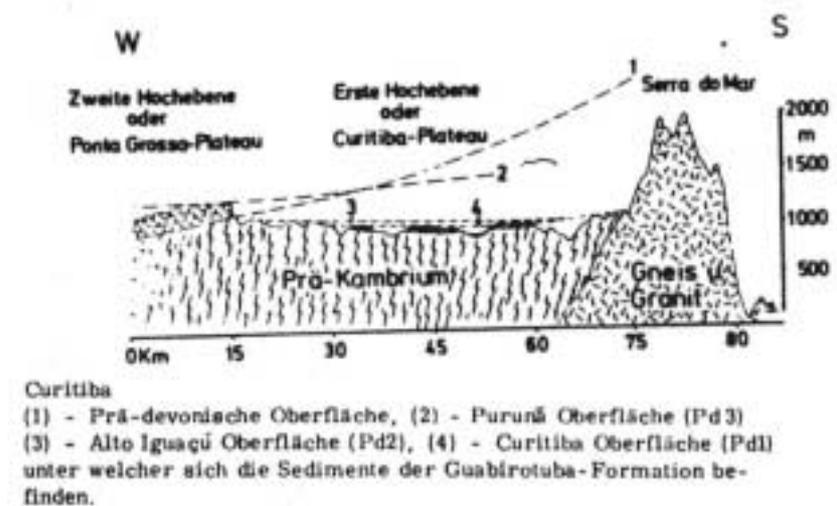
Die Region entwickelte sich auf einer Fläche, die von dem Fluss Atuba entwässert wird. Dieser befindet sich zwischen der Zone Montanhosa do Assungui und der Hochebene Curitiba. São Domingos liegt innerhalb des Überschwemmungslandes des Flusses und entwickelte sich auf dessen rechter Seite. Der Fluss selbst befindet sich hier in schlechtem Zustand: Er ist hochgradig verschmutzt und sein natürlicher Uferbewuchs ist fast völlig zerstört. Die Folgen sind Ufererosionen und hoher Materialtransport, was zu Aufstauungen führt, die noch zusätzlich durch externe Faktoren, wie Müll und der einmündenden Abwassergräben verstärkt wird. Dies führt zu Sedimentationsbänken entlang des Flusslaufes, die den natürlichen Abfluss behindern und Hochwasser verursachen.



Abb. 29 - Erosierte Uferböschung des Flusses Atuba, SD

- Geologie<sup>30</sup>:

Die als Curitiba-Ebene bekannte Verebnungsfläche erscheint als Interplateau- oder Intermontanebene. Sie entstand durch Abtragung der Alto-Iguaçu-Fläche unter einem feuchten Klima und bildete eine Vertiefung in Beckenform, die während des Plio-Pleistozäns mit Sedimenten aufgefüllt wurde. Diese Sedimente bestehen größtenteils aus den unter feuchtem Klima chemisch zersetzten Gesteinsresten des kristallinen Prä-Cambriums, die unter semi-ariden klimatischen Bedingungen transportiert und abgelagert wurden. Es findet sich viel Niedermoor- und Auenboden.



- Vegetation:

Abb. 30 - Geologische Schichten von Curitiba

Die Waldvegetation in der Region wird in subtropische, immergrüne Laubwälder und subtropische Galeriewälder untergliedert. Erstere sind heute praktisch vernichtet infolge der intensiven Ausbeutung der wichtigsten Spezies; nur einzelne kleine Flächen sind noch erhalten geblieben.

### 3.2 Topographische Erhebung und Kartierung des Gebietes:

Da von São Domingos noch keine genaue Kartierung durchgeführt wurde, beauftragte SANEPAR die Vermessungsfirma CHP die kanalisationsrelevanten Daten zusammen mit den Studenten zu kartieren.

Ausgehend von der Brücke über den Fluss Atuba, die als einziger Festpunkt auch auf den Katasterkarten der Stadt vorhanden war und somit deren Höhe über dem Meeresspiegel feststand, wurden mit einem computerunterstützten Theodoliten 458 Punkte eingemessen (s. Abb. 32). Diese sollten die Topographie der Bereiche, an denen die Kanalisation verlaufen sollte, grob erfassen. Dabei waren besonders die Straßenränder an den Kreuzungen und Grundstücksgrenzen, zwischen denen sich bisher die Abwassergräben befanden, als Grenzlinien zu ermitteln; diese waren aber teilweise durch die unterschiedliche und desorganisierte Bebauung, nicht leicht zu definieren. Der Trigonometrische Höhenzug ergab ein dichtes Netz von Punkten mit Richtungswinkeln und Azimuten, aus dem mithilfe des Computers die Koordinaten, Entfernungen und Höhen der Einzelpunkte bestimmt wurden.

<sup>30</sup> Quelle: **Olympio da Rocha**, 1987

Normalerweise sind schon präzise Karten von Wohngebieten verfügbar, was hier aber nicht der Fall war. In einer solchen Situation schreibt die Norm eine Karte mit genauen Höhenlinien vor. Hier jedoch schien es ausreichend zu sein, circa alle 30 Meter einen Punkt auf beiden Seiten einer Straße einzumessen. Durch diese grobe und damit billige Vermessung des Gebietes, begann schon die Adaption des Projektes an die finanzielle Situation.

Mit Hilfe der EDV-Software AutoCAD® wurden die eingemessenen Einzelpunkte zu einer Karte zusammengefasst, die in verschiedenen Ausführungen (jeweilige Einzeldarstellung der verschiedenen Daten wie Straßen, Häusern und Gräben) geplottet wurde (s. Abb. 32).



Abb. 31 - Abwassergraben mit sichtbarer Trinkwasserleitung, SD

Abb. 32

### 3.3 Auswertung und Einteilung der Karte

Es galt die gesammelten Information der Studenten mit der Karte zu kombinieren und Rechengrundlagen zu bestimmen.

#### 3.3.1 Vorhandene Daten:

Daten	Werte	Bemerkungen
Haushalte (HH)	924	= Anzahl der Häuser
Spezifische EW-Zahl / HH	5	Normal 4, nach Umfrage 5
Einwohner (EW)	4620	5 x 924 = 4620
Siedlungsfläche	310.627,75 m <sup>2</sup>	West-O: 740m; N.-S.:420m
Max. Höhendifferenz	3,5 m	
Höhe über NN	877,50m (West) – 874,00m (Ost)	
Mittleres Gefälle	0,0047 m/m	
Bevölkerungsdichte	148,73 EW / ha	Normbez.: dichte Siedlung
Bevölkerungsentwicklung	+ 15 % bis max. Siedlungsdichte	in etwa 5-7 Jahren erreicht

Abb. 33 - Tabelle der Daten von São Domingos

Zur Bevölkerungsentwicklung:

Für die wachsende Bevölkerung gab es verschiedene räumliche Ausdehnungsmöglichkeiten:

- Vertikale Ausdehnung wird konstruktiv nur selten möglich sein, aber teilweise doch praktiziert, wobei bei zwei Stockwerken die Grenze des Möglichen erreicht ist.
- Horizontale Ausdehnung wird oft ausgeführt, ist aber flächenmäßig beschränkt.
- Eine Weitere Auslastung der Kapazitäten in den vorhandenen Häusern ist nicht denkbar

Zur Berechnung der Wachstumsmöglichkeiten jedes Gebietes wurden neu besiedelbare Freiflächen quantifiziert, Aufstockungen geschätzt und damit 15 % Bevölkerungszunahme berechnet, bis zu dem Zeitpunkt, an dem São Domingos theoretisch keine Bewohner mehr aufnehmen kann.

All diese Informationen wären normalerweise bei städtischen Institutionen abzufragen, könnten geplant (Flächennutzungsplan), reguliert und kalkuliert (Bebauungsplan) werden. Es gab aber keinen Bebauungsplan für Sao Domingos und SANEPAR benötigte zur Erstellung eines Abwasserableitungssystems auch keinen. Für sie war es lediglich wichtig, dass sich ein erstelltes System amortisieren kann, was in diesem Falle vorauszusehen war.

Teilweise werden auch mündliche Stellungnahmen von der Stadtverwaltung als Gewährleistung für das Bestehenbleiben der Armenviertel genommen. Die meisten der nachträglich integrierten Armenviertel erhielten die Ver- und Entsorgungsstruktur noch bevor sie die rechtliche Gleichstellung mit anderen -bereits legalen- Stadtvierteln bekamen und somit in Bauleitpläne einbezogen wurden.

#### 3.3.2 Unterteilung

Die Größe des Gebietes und die üblichen Planungsabläufe bei SANEPAR legten die Aufgliederung in drei Einzelgebiete nahe. Die Unterteilung erfolgte hauptsächlich anhand geographischer Gegebenheiten (s. Abb. 35).

São Domingos wurde durch gefälleparallele Linien entlang der zwei großen Straßen (Rua

Olinda Prestes, Rua Francisco Fideles; s. Abb. 35) unterteilt. Eine Erkundung bestätigte diese sinnvolle Unterteilung, da die dortigen Abwassergräben entlang dieser Grenzen tatsächlich mehr oder minder flossen. Das Kanalsystem soll das gesamte Abwasser sammeln und in einem oder mehreren Punkten aus dem Gebiet ausführen. Es wird entweder einem anderem Teil oder dem Hauptsammler zugeführt.

Es ergaben sich folgende Teilgebiete (Abb. 35: +---+ Linien):

	Anzahl Haushalte	heutige Einwohnerzahl $p_i$	maximale Einwohnerzahl $p_f = p_i \times 1,15$
Gebiet I	231	1155	1328
Gebiet II	144	720	720
Gebiet III	549	2745	3156
$\Sigma$	924	4620	5204

Abb. 34 - Tabelle Gebietsaufteilung, SD

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, wurde die heutige Einwohnerzahl bei Gebiet II beibehalten, da dort so gut wie keine Ausdehnungsmöglichkeiten bestanden.

### 3.4 Gebräuchliche Normen, Bauwerke und Parameter:

Nachdem die gebräuchlichen Parameter und Konstruktionen gesammelt und studiert waren, wurden die verschiedenen Alternativen grob skizziert.

Dabei wurden die brasilianischen Normen herangezogen, hier:

- NBR - 8160 (**N**orma **B**rasileira) Bemessungsgrundlagen für Hausanschlüsse eines Abwasserableitungssystemes
- NBR - 9648 Studien und Bemessungen eines Abwasserableitungssystemes.
- NBR - 9649 Projektierung von Sammlernetzen eines Abwasserableitungssystemes

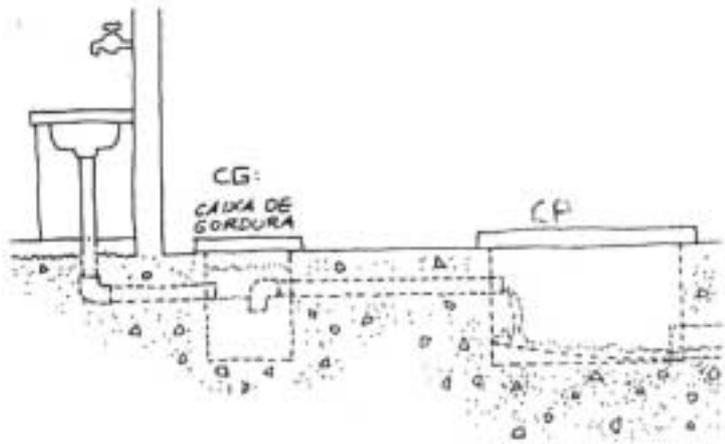
In diesen Normen werden vorerst Begriffe zu genauem Verständnis definiert. Für sie gibt es im Deutschen jeweils Äquivalente, die in der Literatur auch gebräuchlich sind. Außerdem gibt es viele Zusatzkonstruktionen, die hauptsächlich der Wartung dienen.

Abb. 35

### 3.4.1 Hausanschluss:

Der Hausanschluss muß mit DN 100 PVC Rohren ausgeführt und mit mind. 2% Gefälle verlegt werden. Folgende Installationen sind in den Normen vorgeschrieben:

- **CG:** caixa de gordura (Fettkiste), Fettabscheider: Eine betonierte Kiste ( $\approx 0,3\text{m} \times 0,2\text{m} \times 0,2\text{m}$ ), die unterhalb des Küchenbodens installiert wird und das Fett aus dem Küchenabwasser abscheidet. Diese Kiste muss monatlich von den Bewohnern gereinigt werden, damit weniger Fett in die Kanalisation gelangt.



- **CP:** caixa de passagem (Durchflusskiste): Eine betonierte Kiste ( $\approx 0,15\text{m} \times 0,1\text{m} \times 0,15\text{m}$ ), in der alle Hausabwässer zusammengeführt werden; sie befindet sich meist auf dem Grundstück, im Vorgarten unter der Erde, und ist nicht zugänglich.
- **CI:** caixa de inspeção (Inspektionskiste): Diese Kiste ( $0,6\text{m} \times 0,6\text{m} \times 0,2\text{m}$ ) aus Beton liegt maximal in ein Meter Tiefe, hinter der CP, stellt den Hausanschluss dar und befindet sich meist am Straßenrand. Sie kann mit einem Reinigungsrohr verbunden werden, um die Zugänglichkeit zu gewährleisten.

Abb. 36 - CG: Fettabscheider

Es gibt zwei verschiedene Anschlussarten an die Kanalisation:

Radial:

Mehrere Hausanschlüsse werden in einem einzigen, vorher definierten, Punkt übereinander an die Kanalisation angeschlossen. Dieser Anschluss kann beliebig bis fast zur Oberfläche erweitert werden und wird bei dicht besiedelten Gebieten mit geringen Grundstücksbreiten angewandt.

Teilweise wird oberhalb dieses Punktes ein kleiner Wartungsschacht konstruiert. Der Rohranschluss erfolgt mit T-Stücken.

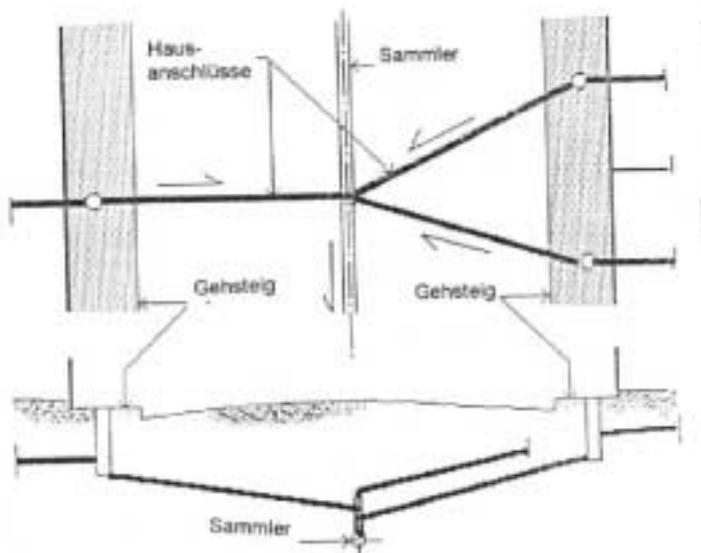
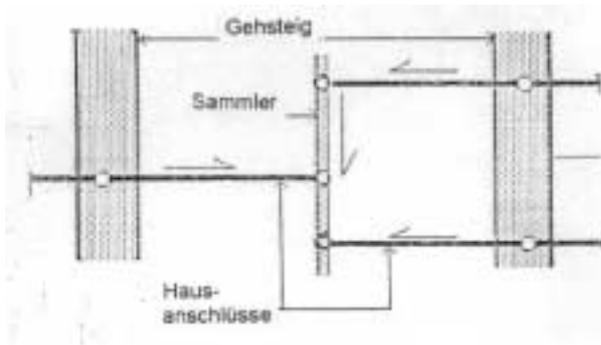


Abb. 37 - Radialer Hausanschluss

Orthogonal:



Bei breiteren Grundstücken rentieren sich radiale Anschlüsse nicht mehr und jedes Haus wird einzeln, orthogonal, an die Kanalisation angeschlossen. Die Wartung ist hierbei nicht gewährleistet; der Anschluss kann aber billig und einfach durch eine Bohrung und ein aufgesetztes Anschlussstück konstruiert werden. Siehe Abb. 38 - Orthogonaler Hausanschluss

Anhang 7.2 bezüglich Anschlussstücke.

### 3.4.2 Kanalisation (s. Abb.42)

#### a) Bauwerke

- **TIL:** tubo de inspeção e limpeza (Inspektions- und Reinigungsrohr): Ein kleiner rohrartiger Anschluss (meistens DN 100, max. bis DN 200) an das Abwasserrohr, durch das der größte Teil der Wartungsarbeiten ausgeführt werden kann. Das Rohr wird bei Tiefen bis zu 2 m im Winkel von  $45^\circ$  angeschlossen, bei größeren Tiefen im Winkel von  $22^\circ 30'$ .

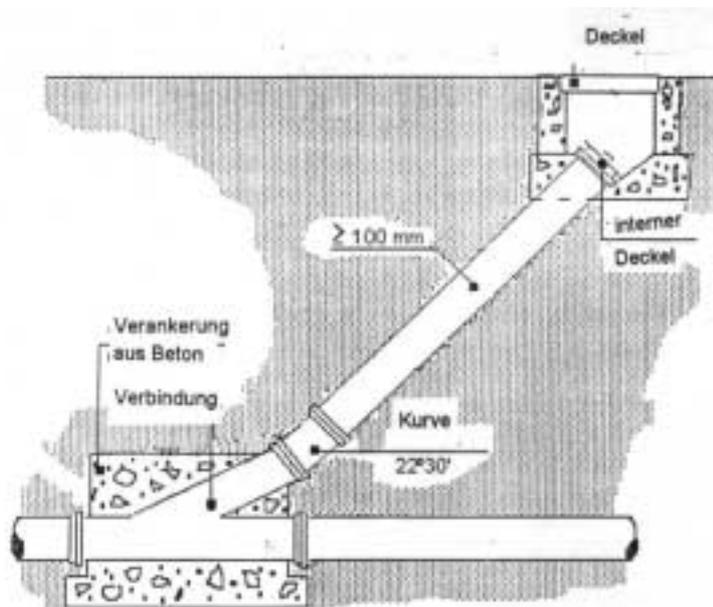


Abb. 39 - TIL: Inspektions- und Reinigungsrohr

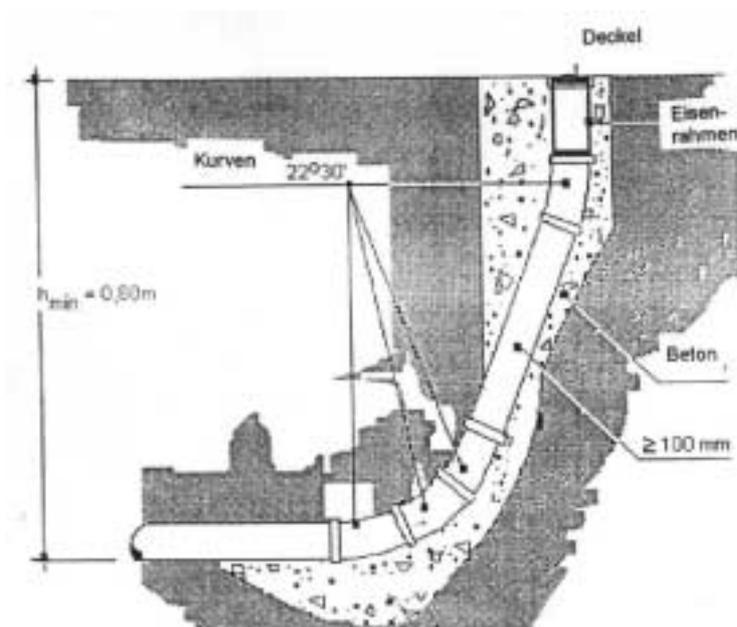


Abb. 40 - TL: Reinigungsendpunkt

- **TL:** terminal de limpeza (Reinigungsendpunkt): Entspricht TIL, der am Anfang einer Rohrleitung konstruiert wird. Dieses Rohr wird, wie auch der TIL mit einem Betondeckel verschlossen, der in den Gehsteig eingelegt ist, um das Eindringen von Fremdwasser zu verhindern. Die Bewohner von São Domingos erhalten nach Abschluss der Arbeiten eine lange Bambusstange, mit der sie durch dieses Reini-

gungsrohr eventuell auftretende Verstopfungen entfernen können. Es trennt die Verantwortlichkeiten, da es nahe der Grundstücksgrenze liegt und die Wartung aller Rohrleitungen auf dem Grundstück dem Besitzer obliegt.

- **PV: poço de visita** (Besuchsschacht) : Mit einem Deckel versehener Schacht (ca. 0,8mx0,8m Grundfläche), in dem man bis zu den Abwasserrohren hinabsteigen und sie direkt mit einer Pumpvorrichtung warten kann. Dieser Schacht ist an allen singulären Netzpunkten, bei Richtungswechseln, Gefällewechseln, Durchmesseränderungen, Materialänderungen, sowie an Zusammenführungen von Rohren, an denen Stufen (s. unten) existieren, vorgeschrieben. Er ist der teuerste und größte Wartungsschacht, dessen Erstellungen bis zur Hälfte der Gesamtkosten des Netzes ausmachen kann. Er wird in Ortbeton, mit Ziegeln, eher selten mit Fertigteilen erstellt.

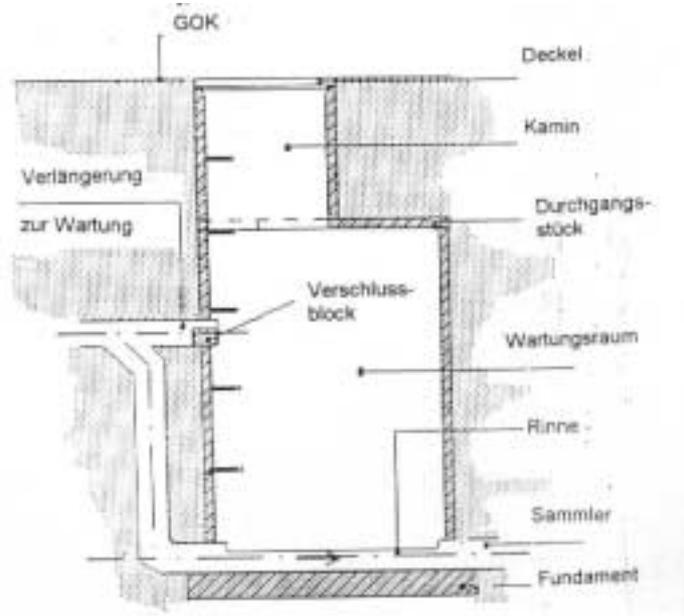


Abb. 41 - PV: Wartungsschacht mit Fallrohr

Ersatzkonstruktionen für einen PV: Um Kosten zu reduzieren kann eine CP einen PV bei Richtungsänderungen von maximal 15°, bei geringen Gefälle-, Material- und Durchmesseränderungen ersetzen, wenn diese nicht tiefer als drei Meter liegt. Ansonsten ist es möglich einen TL anstelle eines PVs an den Anfangspunkten zu verwenden. Desweiteren wird ein TIL oft als Ersatz des PVs eingesetzt, wenn folgende Kriterien erfüllt sind: maximal drei Zuflussrohre und ein Abflussrohr angeschlossen - vorhandene Abwasserstufen besitzen nur maximal 0,5 m Höhenunterschied - es existiert kein Fallrohr - die Verlegungstiefe beträgt nicht mehr als drei Meter.

- **Degrão (Stufe)**: Absturzbauwerk, das insbesondere dann eingesetzt wird, wenn ein Nebensammler wesentlich höher in einen Hauptsammler einmündet und die Fallhöhe so groß wäre, dass Beschädigungen die Folge wären.
- **tubo de queda (Fallrohr)**: Wenn eine Stufe die Höhendifferenz von 0,5 m überschreitet, muss sie als Fallrohr ausgebildet werden, um störende Ablagerungen bzw. zerstörende Kräfte zu verringern. Dieses Fallrohr wird meistens zusammen mit einem PV konstruiert (s. Abb. 41).

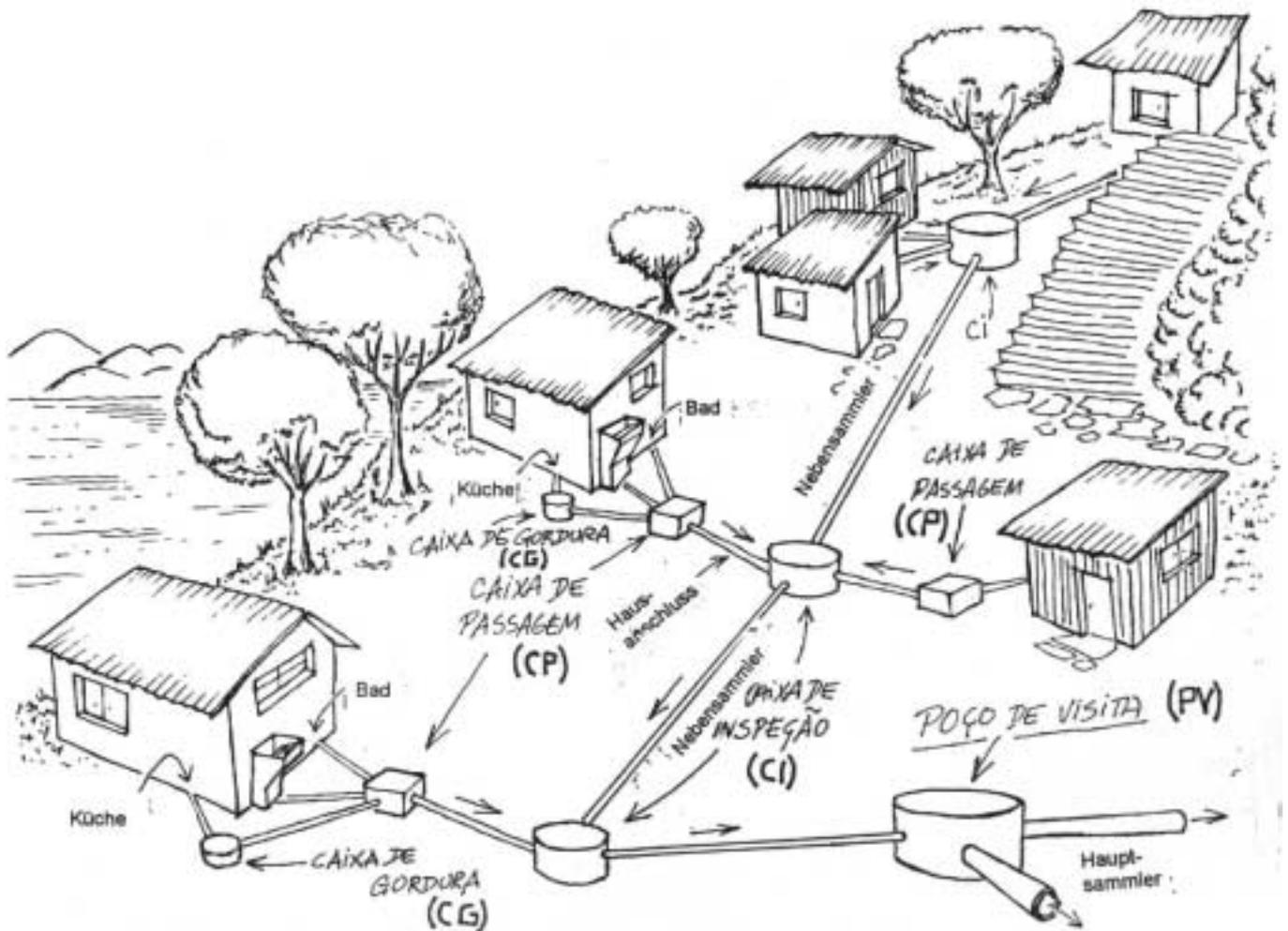


Abb. 42 - Skizze aller Wartungsbauwerke in einem Kanalsystem

### b) Lage

- Die Distanzen zwischen den genannten Wartungspunkten sollten 60 m nicht überschreiten, da das Reinigungsgerät der Firma SANEPAR nur eine maximale Reichweite von 60 m hat (Lastwagen mit Pumpen und Druckwasser, Stahlkabeln mit Bürsten, Haken und Schabern).
- Überdeckung der Abwassersammler:
  - $\geq 0,90$  m, wenn der Sammler unterhalb einer Straße verläuft (bei Kreuzungen oder bei Verlegung in Straßenmitte), um Beschädigungen der Rohre durch Lasten auf der Oberfläche zu verhindern (BRD: 1,2m - 2m)
  - $\geq 0,65$  m, wenn der Sammler unterhalb des Gehsteiges, beziehungsweise außerhalb der Straße verläuft und somit keinen größeren Lasten ausgesetzt wird.

In São Domingos existiert kein Gehsteig und teilweise war keine genaue Straßengrenze erkennbar, da die Straße und der Raum zwischen ihr und dem Grundstück aus demselben Material bestanden und sich auch auf demselben Niveau befanden. Somit wurden auch diese Zwischenräume befahren oder zumindest als Parkplätze auch für LKW genutzt.

Hier war es wiederum äußerst wichtig, das Gebiet zu kennen, die Problemstellen vor Ort zu analysieren und auch zukünftige Problemstellen ausfindig zu machen (eventueller Bau einer Straße, Erschließung eines Parkplatzes oder einer Einfahrt).

- Lage der Abwassersammler:

- einseitige bzw. mittige Ausführung, wenn die Entfernung gegenüberliegender Grundstücksgrenzen kleiner als 10 m ist. Hier wurde der Abwassersammler je nach Wirtschaftlichkeit (Straßenbelag und Höhen) entweder in Straßenmitte oder am Straßenrand verlegt (s. Abb. 43, obere und mittlere Zeichnung)
- beidseitige Ausführung, wenn besagte Distanz mehr als 10 m betrug.

Da die Rohrdurchmesser des Hauptsammlers nur geringfügig größer sind als die Durchmesser der Nebensammler und Hausanschlüsse, ist es bei geringen Distanzen gegenüberliegender Hausanschlüsse wirtschaftlicher nur einen Hauptsammler zu verlegen.

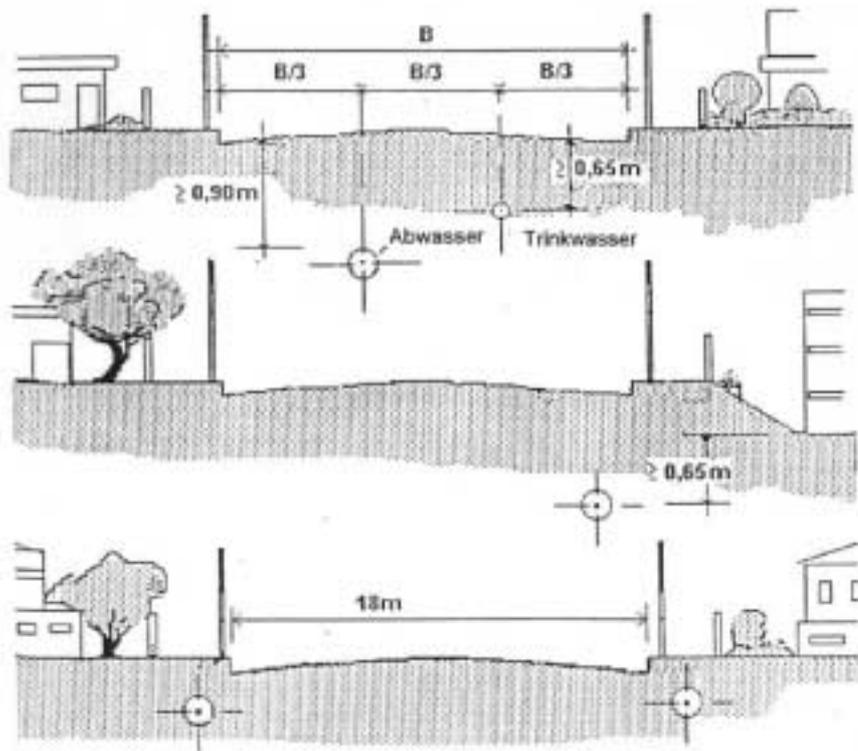


Abb. 43 - Lage des Abwassersammlers

### c) Netzaufbau und Materialien

Grundsätzlich werden Kanalisationen als Verästelungsnetze mit Freispiegelleitungen ausgelegt.

Die Materialwahl (PVC, Keramik, Beton) hängt von den Durchmessern (hier max. DN 250), aus Gründen der Infiltration von Fremdwasser auch von der Höhe des Grundwasserspiegels (hier circa bei 0,5 - 1 m unter GOK), und von den Preisen ab. In diesem Falle wurde PVC gewählt, das einerseits billig ist und den Ansprüchen genügt.

### c) Sulfatbildung:

Ein häufiges Phänomen der Abwasserableitung taucht oft in heißen oder tropischen Gebieten (mittlere Temperaturen über 25 ° C), und da wiederum besonders bei geringen Gefällen (<0,008 m/m) der Rohrleitungen auf:

Die teilweise anaeroben Bedingungen im Abwasser verwandeln bestehende Sulfate ( $\text{SO}_4$ ) desselben in Verbindung des darin enthaltenen Wasserstoffs in Schwefelgas ( $\text{H}_2\text{S}$ ), das -in gewissen Dosen- gefährlich für den Menschen sein kann. Der Kontakt dieses Gases mit dem Sauerstoff, der sich im Rohr befindet und dem Einwirken von Bakterien des Abwassers, kann das Schwefelgas in Schwefelsäure verwandeln, die das Rohrmaterial korrodieren läßt.

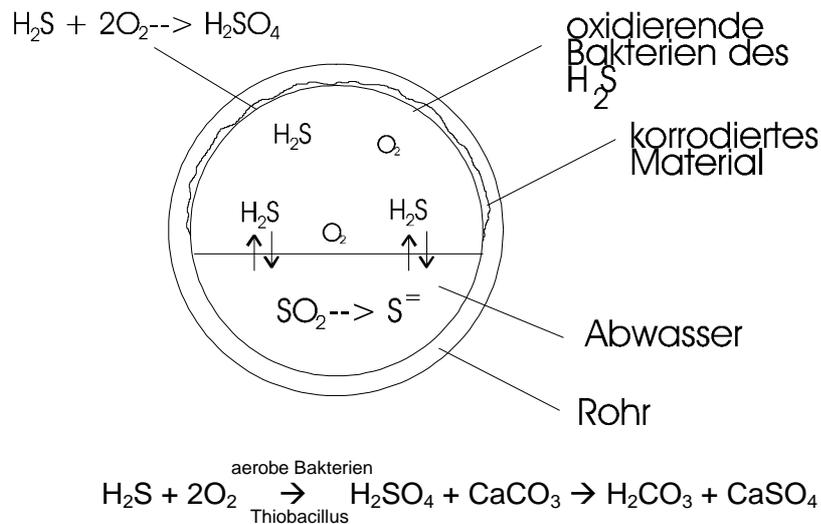


Abb. 44 - Sulfatbildung im Abwasserrohr

Um dies zu verhindern, muß entweder der PH-Wert durch Zugabe von Chemikalien (z. Bsp. Chlor) zwischen 5,5 und 9,0 gehalten, das Rohr belüftet (mit Ventilatoren, die in den Wartungsbauwerken installiert sind) oder regelmäßig mechanisch und chemisch gereinigt werden. Prinzipiell aber läßt sich das Problem schon in der Planungsphase beheben, indem die Mindestgefälle größer gewählt werden.

## e) Koeffizienten, Definitionen

Bezeichnung	Wert	Anmerkungen
minimale Abflussmenge	$Q_{\min}=1,5 \text{ l/s}$	Dieser Wert wurde durch Versuche und statistische Berechnungen kalkuliert (in BRD nicht üblich!)
minimaler Rohrdurchmesser	$d_{\min}=100\text{mm}$ (DN100)	Die Literatur schreibt für Favelas größere Durchmesser vor (Erläuterung siehe unten). (BRD: DN 200-250, Hausanschluss 150)
minimale mittlere Schubspannung, pro Strecke	$\sigma_{\min} = 1,0 \text{ Pa}$	normalerweise sind 0,6 Pa bei PVC ausreichend, doch um die Sulfatbildung zu verhindern und den Transport von Körnern bis zu 1,5 mm Durchmesser zu gewährleisten, wird der Wert auf 1 gesetzt
maximale Geschwindigkeit	$v_f = 5 \text{ m/s}$	Die Überschreitung der maximalen Geschwindigkeit ist möglich, wenn bei maximalem Abfluss die Wasserspiegelhöhe 50 % des Durchmessers beträgt und das Rohr belüftet ist; diese kritische Geschwindigkeit hat folgende Größenordnung: $v_c = 6 (g \times R_h)^{1/2}$
Hydraulischer Radius	$R_h = A/U$	A=durchflossene Fläche, U= Umfang dieser Fläche
Wasserspiegelhöhe im Rohr	$(Y/d)_{\max}=0,75$ $(Y/d)_{\min}=0,20$	Y= Wasserspiegelhöhe, d= Durchmesser; Max.: Sicherheit von 25%; Min.: weil die Schubspannung sonst zu gering ist. (BRD: rechnerischer Maximalabfluss=90%)
Rückführungs-koeffizient	Normal $c = 0,75-0,85$ hier $c=1$	75-85% des Trinkwasserverbrauches der Rest geht durch Bewässerung, Autowaschen, etc. verloren. In São Domingos anders, da keine Garten- oder Autopflege. Festlegung $c = 1,0$ . (BRD $\approx 0,8$ )
spezifischer Schmutzwasseranfall	$K=120$ $l/(EW \times d)$	Umfrageergebnis $K = 100 \text{ l}/(EW \times d)$ , welches in Anbetracht zukünftiger sozialer Veränderungen (speziell einer Sanitäreanlage mit Wasserspülung) heraufgesetzt wurde. Die Norm schlägt Werte zwischen 150-200 Liter vor, erwähnt aber den minimal möglichen von 100 Litern. In Hinsicht auf den Sozialtarif, der pro Haushalt einen Verbrauch von maximal $10 \text{ m}^3$ vorschreibt, Festlegung auf $120 \text{ l}/(EW \times d)$ . (BRD: $230 \text{ l}/(EW \times d)$ )
Nachtmittel	$k_3 = 0,5$	entspricht der Hälfte des Durchschnittsabflusses
Tagesmittel	$k_1 = 1,2$	20% größer als der Durchschnitt. Die Norm läßt Werte von 1,2-1,5 zu.
Tagesspitze	$k_2 = 1,5$	50 % größer als der Durchschnitt.
Fremdwasser-koeffizient	$q_f = 0,0001$ $l/(s \times m)$	bei Benutzung von PVC Rohren: Werte von 0,0001-0,0005 $l/(s \times m)$ , bei Rohren unterhalb des Grundwasserspiegels. (BRD größer!)

Abb. 45 - Tabelle der Koeffizienten und Definitionen

Obwohl speziell in Armenvierteln, bei den ungeplanten und unregelmäßigen Bauverhältnissen, oft auch Regenwasserleitungen an die Abwasserleitungen angeschlossen werden - meist existiert gar keine Regenwasserkanalisation - wurden hier keine weiteren Fremdwassermengen addiert. Der minimale Rohrdurchmesser wurde im Falle von Sao Domingos auch nicht vergrößert, wie es die Norm empfiehlt, da die Bauphase (Kapitel 4) eine Aufklärungsphase beinhaltete, die es ermöglichen sollte, das System ab der Übergabe "normal" zu benutzen. 70-80 % aller Wartungsprobleme finden ihre Ursache in der falschen Nutzung des Systemes, meist auf Grund der fehlenden Aufklärung der Nutzer. Bei den meisten auftretenden Verstopfungen der Rohre waren Müll und Essensreste der verursachende Faktor.

### 3.5 Rohentwürfe

Da der Computer nur die hydraulischen und geometrischen Berechnungen unterstützte, musste die Optimierung des Verlaufs und der Art des Kanalisationssystems per Hand durchgeführt werden.

Zuerst wurde das natürliche Gefälle in jedem Straßenabschnitt bestimmt und gekennzeichnet (s. Abb. 23).

Für jede Straße wurde die optimale Verlegungsart (mittig, einseitig oder zweiseitig) nach dem bereits vorher beschriebene Breitenkriterium (Kapitel 3.4.2 b) und einer nachgehenden optimierenden Überlegung festgelegt.

Ausgehend vom höchsten Punkt jedes Untergebietes in Richtung des in Bau befindlichen Hauptsammlers am Fluss, wurden verschiedene Entwürfe des Systemes konzipiert, wobei auch die grobe Karte der Studenten hilfreich war, um Hindernisse oder Problemstellen gesondert bearbeiten zu können.

Trotzdem war es in São Domingos unumgänglich die theoretischen Entwürfe mit den praktischen Möglichkeiten zu vergleichen und gegebenenfalls anzupassen, was bei konventionellen Projekten nur in Ausnahmefällen nötig ist. Diese Adaption war zum Beispiel bei Bäumen, betonierten Einfahrten oder anderen ersichtlichen Hindernissen vonnöten, die nicht in der Karte verzeichnet waren. Hierbei wurden die Bewohner involviert, um keinem Widerspruch zu entgehen und Kritiken gleich diskutieren zu können.

Die Kanalisationsnetze der drei Untergebiete sind Verästelungsnetze, die in ihrer Gesamtheit als Quersystem an den Hauptsammler angeschlossen werden. Es wurden drei verschiedene Alternative erarbeitet, die sich jeweils im Verlauf der Verästelungen unterschieden:

Alternative 1:

Die Leitungen wurden so gut wie möglich entlang des natürlichen Gefälles geplant, wobei teilweise aber sehr lange Wege und Verbindungen entstanden, die nach der Berechnung große Durchmesser und viel Kanalbauwerke benötigt hätten. Vorteilhaft wären hierbei die geringen Verlegungstiefen gewesen, die einen wichtigen Kostenfaktor darstellten.

Alternative 2:

Die Leitungen wurden einer geometrischen Ordnung unterworfen (Sammler entlang der Hauptstraßen zum Hauptsammler hin, Nebensammler von links und rechts in Sammler mündend). Diese hätte im Vergleich zur Alternative 1 ein kürzeres Netz mit weniger Kanalbauwerken ergeben, wiesen aber teilweise schon beträchtliche Einbautiefen vor.

Alternative 3:

Ein Kompromiß aus Alternative 1 und 2: Die Hauptsammler wurden nach Alternative 2 geplant, in die die Nebensammler nach Alternative 1 mündeten und somit ein relativ kurzes aber nicht allzu tief liegendes Kanalisationssystem ergaben.

### 3.5.1 Adaption der Entwürfe zur Berechnung mit einem EDV-System

Jeder Ast des Netzes wurde als Teilstrecke definiert und numeriert. Eine Teilstrecke ist die Strecke zwischen zwei Kanalbauwerken.

- Jeder Knoten inklusive der Anfangspunkte wurde vom höchsten Punkt aus aufwärts numeriert, sodass immer eine kleinere Nummer zu einer größeren führte.

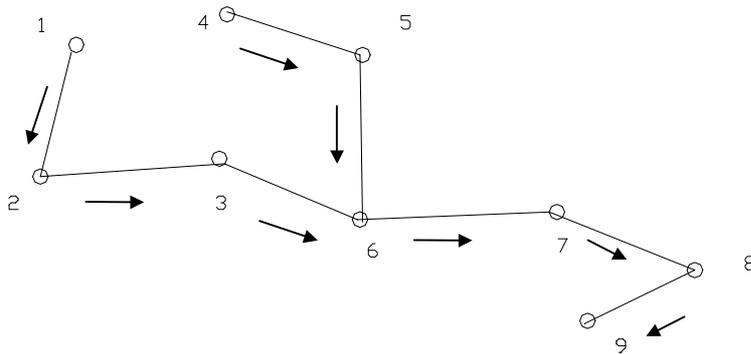


Abb. 46 - Beispielhafter Netzverlauf

- Von jedem Teilstück mußte der Anfangs- und Endknoten mit Höhe, die Distanz zwischen den Knoten und die jeweilige Lage (unter Fahrbahn, passiert Fahrbahn oder außerhalb Fahrbahn) definiert werden.

Die so entstandene Datenliste war relativ ungenau, da die Knoten des Kanalsystemes nie genau auf den bei der Vermessung eingemessenen Punkten lagen und die einzelnen Höhen somit nur anhand der Karte geschätzt wurden. Außerdem wurden die Distanzen lediglich aus der Karte entnommen und enthielten deshalb Ableseungenauigkeiten, die jedoch für die Mitarbeiter von SANEPAR innerhalb der Toleranzen lagen.

Grundsätzlich wurde das Kanalsystem bezüglich des existierenden Geländes nicht präzise geplant. Die einzelnen Kanalstrecken aber sind genau berechnet und werden auch wie berechnet eingebaut werden, mit der veränderlichen Variablen der Tiefe unter dem Gelände, die erst beim Bau vor Ort, nach Korrektur des ersten Planes in einen endgültigen Plan eingezeichnet werden.

Aus der Datenauflistung wurde die Länge der Kanalsysteme für die drei Alternativen gewonnen: Hier Alternative 3 (die später auch gewählt wurde):

$$L_I = 2448 \text{ m}; L_{II} = 1526 \text{ m}; L_{III} = 5096 \text{ m}$$

$$\Sigma L = 9070 \text{ m}$$

## 3.6 Berechnung der Abflüsse

Bezeichnung	Formel	Gebiet I	Gebiet II	Gebiet III	Anmerkungen
Längen [m]	$\sum L_i=9070$	$L_I = 2448$	$L_{II} = 1526$	$L_{III} = 5096$	
Fremdwassermenge [l/s]	$Q_{fi} = q_f \times L_i$ $q_f=0,0001 \text{ l/(sxm)}$	$Q_{fi} = 0,24$	$Q_{fii} = 0,15$	$Q_{fiii} = 0,51$	BRD: Zuschlag von 50-100% $Q_{14}$
Abfluss initial [l/s]	$Q_{in} = c \times p_i \times K \times k_1 \times k_2 / (86.400) + Q_{fi}$	$Q_{in,I} = 2,64$	$Q_{in,II} = 1,65$	$Q_{in,III} = 6,23$	$K=120 \text{ l/(EWxd)}$ , $c=1$ , $k_1=1,2$ , $p_i$ =heutige Einwohnerzahl
Abfluss final [l/s]	$Q_{fin} = c \times p_f \times K \times k_1 \times k_2 / (86.400) + Q_{fi}$	$Q_{fin,I} = 3,57$	$Q_{fin,II} = 1,95$	$Q_{fin,III} = 8,41$	$k_2=1,5$ $p_f$ = zukünftige Einwohnerzahl
Linearer initialer Abfluss [l/(sxkm)]	$q_{in} = Q_{in} / L$	$q_{in,I} = 1,08$	$q_{in,II} = 1,08$	$q_{in,III} = 1,22$	Lineare Aufteilung der Abflussmenge
Linearer finaler Abfluss [l/(sxkm)]	$q_{fin} = Q_{fin} / L$	$q_{fin,I} = 1,46$	$q_{fin,II} = 1,28$	$q_{fin,III} = 1,65$	
BRD [l/s]	$Q_{14} = p_f \times K / (3600 \times 14)$	3,16	1,71	7,5	Ohne Fremdwasser
BRD [l/s]	$Q_{fin} = Q_{14} \times 1,5$	4,74	2,57	11,25	Mit Fremdwasser

Abb. 47 - Tabelle für Berechnung der Abflüsse

### 3.7 Hydraulische Berechnungen:

Die hydraulischen Berechnungen unterliegen folgenden Voraussetzungen und Idealisierungen:

- Da das Abwasser zu 99,9 % Wasser und nur zu 0,1 % Feststoffen in Lösung oder Schwebstoffen besteht, werden alle Berechnungen mit den Eigenschaften von Wasser durchgeführt.
- Das Abwasser besitzt im Regelfall die Temperatur von 20° C (Eigenschaften von Wasser siehe Anhang 7.3).
- In der Regel ist annähernd stationär gleichförmiger Abfluss gegeben.
- Die Energielinie verläuft parallel zur Sohllinie.
- Die Formeln, mit denen der Computer rechnet, sind in den brasilianischen Normen vorgeschrieben (siehe Anhang 7.4).
- Es werden keine Einzelverlusthöhen berechnet. Verluste aus Zusammenführungen, Schnittstellen usw. gehen nicht in die Rechnung mit ein.

### 3.8 Berechnung im Computer

Um die genauen Gefälle zu berechnen und die erforderlichen Durchmesser zu erhalten wurde ein Programm der Firma SANEPAR benutzt. Die benötigten Daten wurden in den Computer eingegeben und als Resultat der erste Entwurf, mit Höhen der einzelnen Knotenpunkte des Systems, ausgegeben. Dieser erste Entwurf bedurfte aber vorerst einer Überarbeitung, Kontrolle und Interpretation.

Folgende Arbeitsschritte wurden bei der Arbeit mit dem Computer vollzogen:

- 1.) Eingabe der Konfigurationsdaten:

Das Programm wird mit den Koeffizienten und den unveränderlichen Variablen konfiguriert.

2.) Eingabe der Daten ( am Beispiel mit den Punkten 54, 55 aus Gebiet 3):

Anfangspunkt=54, Endpunkt=55, Distanz=60 m, Höhe Anfangspunkt=875,99m,  
Höhe Endpunkt=875,90, Gehsteig.

3.) Algorithmus des Computers (Formeln s. Anhang 7.4):

1. Ordnungsnummer wird festgelegt: 55

2. Lin. Abflussmenge wird auf Strecke umgerechnet:

$q_{in,III} \times \text{Distanz} = 0,09 \text{ l/s}$ ;  $q_{fin,III} \times 0,06 \text{ km} = 0,11 \text{ l/s}$   $q_{in,III} \times 0,06 \text{ km} = 0,09 \text{ l/s}$ ;  $q_{fin,III} \times 0,06 \text{ km} = 0,11 \text{ l/s}$

3. Abfluss am Rohranfang: =0, da Anfang der Strecke

4. Abfluss am Rohrende = 0,09 bzw. 0,1 l/s

5. Durchmesserbestimmung: bezüglich  $Y/d_{max} = 0,75$ ;  $Y/d_{min} = 0,20 \rightarrow$  mindestens DN 100

6. Berechnung der Wasserspiegelhöhe im Rohr und des hydraulischen Radius

7. Bestimmung der Überdeckung bzw. der Rohrtiefe

8. Berechnung des maximalen und minimalen Gefälles bezüglich des Abflusses

$(I_{max} = 4,62 Q_{fin}^{-0,67}$  ;  $I_{o, min} = 0,0055 Q_{in}^{-0,47}$ )

9. Berechnung des minimal möglichen Gefälles bezüglich der Überdeckung

10. Berechnung der Geschwindigkeit ( $v = M \times n^{-3/4} \times Q^{1/4} \times l^{3/8}$ ) und Verifizierung mit minimaler und maximaler Geschwindigkeit ( $v = B (g R_h)^{1/2}$ ;  $v_f = 5 \text{ m/s}$ ), ggf. Anpassung des Gefälles oder des Durchmessers (zurück zu 6)

11. Berechnung der Verlusthöhe ( $h = L \times (v \times n / (R_h^{2/3}))^2$ )

12. Berechnung der Schubspannung ( $* = \gamma \times R_h \times I$ )

13. Wahrscheinlichkeitsbestimmung für Sulfatbildung, ggf. Änderung des Gefälles bzw. des Durchmessers (zurück zu 6)

4.) Ausgabe

Nach der Verifizierung des ersten Entwurfs aller Alternativen wurden die bautechnischen Möglichkeiten überprüft. Die Entwürfe wurden in São Domingos, an bestimmte Stellen, speziell an Kreuzungspunkten mit den bisherigen Kanalisationsgräben, untersucht und korrigiert. Außerdem wurden weitere Möglichkeiten zur Optimierung herausgearbeitet, wobei stellenweise die Durchmesser geändert wurden, um geringere Verlegungstiefen zu erhalten, da größere Leitungen flacher verlegt werden können (weniger Reibungsfläche). Nach Eingabe und Korrektur der drei verschiedenen Planungsvarianten kristallisierte sich die dritte eindeutig als die Beste heraus. Sie wurde als die endgültige Version gewählt.

Der Computer listet die Ergebnisse der gesamten Berechnung aller Strecken mit folgendem Listenkopf auf:

Typ/Anfangspunktnr.	Ordnungsnummer	lin. Abflussbeiwert initial [l/(skm)]	verteilt auf Strecke, initial [l/s]	Abfluss am Rohranfang initial [l/s]	Abfluss am Rohrende Initial[l/s]	Rohrdurchmesser [mm]	Geländehöhe Anfangspunkt [m]	Oberkante Rohr, Anfang [m]	Tiefe, Graben unter GOK Anfang [m]	Tiefe, Mündung in nächstes Rohr [m]	WS Initial y/d	Geschwindigkeit Initial [m/s]	Schubspannung [Pa]	
Typ/Endpunktnr.	Distanz [m]	final [l/(skm)]	Final [l/s]	Final [l/s]	Final [l/s]	Gefälle [m/m]	Endpunkt [m]	Ende [m]	Ende [m]	Höhe, der Mündung [m]	Final y/d	Final [m/s]	Krit. Geschw. $v_c$	Stufenhöhe [m]
TL54	55	1.45	0.09	0.00	0.09	150	875.99	875.19	0.80	0.98	0.26	0.42	1.00	
TIL55	60.00	1.65	0.10	0.00	0.10	0.0045	875.90	874.92	0.98	874.92	0.26	0.42	2.82	
TIL55	56	1.45	0.09	0.09	0.17	150	875.90	874.92	0.98	1.2	0.26	0.42	1.00	
TIL56	60.00	1.65	0.10	0.10	0.20	0.0045	875.85	874.65	1.20	874.65	0.26	0.42	2.82	
TIL56	57	1.45	0.07	0.17	0.24	150	875.85	874.65	1.20	1.72	0.26	0.42	1.00	
TIL57	46.00	1.65	0.08	0.20	0.27	0.0046	875.92	874.44	1.48	874.20	0.26	0.42	2.81	0.24

Abb. 48 - Listenkopf der Berechnungen mit den Streckendaten 54-57

Dieser Ausschnitt entstammt den Datenblättern der Firma SANEPAR für São Domingos.

Die hier dargestellten Daten sind für die Strecken 54 bis 57.

Desweiteren werden im zweiten Teil der Datenblätter dieselben Daten skizzenhaft graphisch dargestellt, wiederum in einzelne Streckenabschnitte aufgeteilt.

Ein Ausschnitt mit Erläuterung dieser Skizzen für die Strecke 56-57 ist in Abbildung 50 dargestellt.

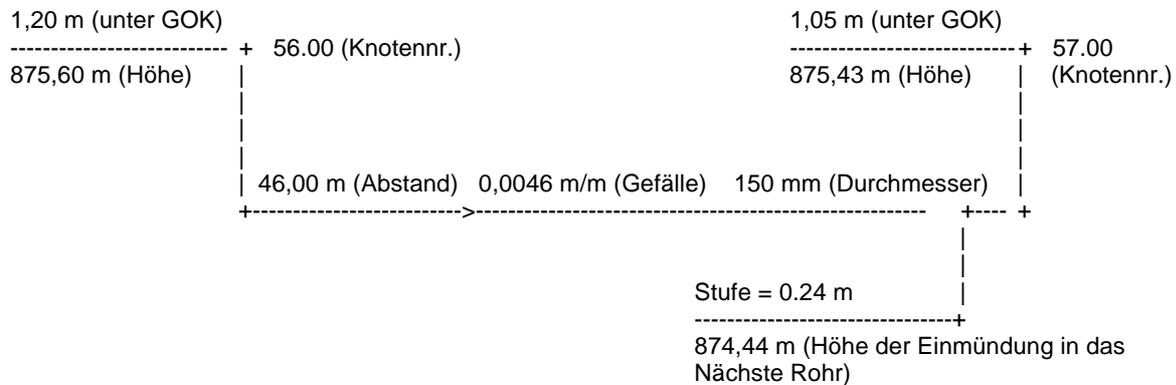


Abb. 49 - Skizze einer Strecke des Kanalisationssystemes aus den Datenblättern SANEPARs

Mithilfe dieser Berechnungen wurde mit AutoCAD<sup>®</sup> der endgültige Entwurfsplan, mit allen Knoten, deren Bezeichnungen und den dazugehörigen Daten gezeichnet (s. Abb. 50).

Dieser Plan mitsamt der vollständigen Datenblätter und den dazugehörigen Skizzen sind die einzigen Hilfsmittel, die der leitende Ingenieur auf der Baustelle hat.

Abb. 50

### 3.9 Hauptsammler

Der letzte technische Schritt war die Überprüfung des in Bau befindlichen Hauptsammlers, der das Abwasser entlang des Flusses bis zur Kläranlage leitet. Da dieser Sammler für viele ausgeschriebene Wohngebiete dimensioniert wurde, traten hierbei keinerlei Probleme auf.

Die Anschlüsse des Kanalisationsnetzes von São Domingos an diesen Hauptsammler waren einfach zu bewerkstelligen, da dieser alle 60 m ein Schachtbauwerk aufweist, welches zur Zusammenführung verschiedener Leitungen dienen kann. Die Planung des Kanalnetzes von São Domingos wurde so ausgelegt, dass die Zuleitungen für den Hauptsammler an diesen Stellen einmünden.



Abb. 51 - Erstellung des Hauptsammlers

### 3.10 Kläranlage

Die sich im Bau befindende Kläranlage, liegt circa 2 km flussabwärts von São Domingos und ist für die legalen Gebiete rund um den Streifen der Armenviertel entlang des Flusses dimensioniert worden. Sie ist um 65 % erweiterbar ist, um weitere Gebiete anschließen zu können. Die Abwassermenge von SD kann mit den bisherigen Kapazitäten aufgenommen werden.

Die Kläranlage ist mit einem neuen von SANEPAR entwickelten Klärsystem ausgestattet, dass in den letzten Jahren in Latein–Amerika viel Lob und Anerkennung erhielt und als "Modell der Abwasserreinigung" von internationalen Organisationen gekürt wurde:

Der RALF:

Reator **Anaeróbio de Lodo Fluidizado** (anaerober Reaktor von verflüssigtem Schlamm), einem verbessertem Typ des UASB (**Upflow Anaerobic Sludge Blanket**).

Dieses System wurde anfangs, den Imhoff-Tank bzw. die septischen Tanks oder anaerobe Filter ersetzend, bei wenigen Haushalten erprobt und bewährte sich als System mit kleinen Investitionskosten, geringem Wartungsaufwand, geringen Betriebskosten und einem effizienten Reinigungsablauf.

Heutzutage existieren in ganz Paraná schon 150 Kläranlagen mit diesem System (unabhängig von den örtlichen Temperaturdifferenzen der verschiedenen Städten).

Eine Kläranlage mit diesem System benötigt nur 20% der Fläche einer konventionellen Kläranlage, keine zusätzliche Energiezufuhr und produziert sogar Methangas.

Die Effizienz dieses Systems beträgt:

- 70-80% bezüglich der Reduzierung des COD (**C**hemical **O**xxygen **D**emand entspricht dem chemischen **S**auerstoffbedarf, CSB) (BRD, konventionelle Kläranlage 70-80%)
- 75-85% bezüglich der Reduzierung des BOD<sub>5</sub> (**B**iological **O**xxygen **D**emand entspricht dem **B**iochemischen **S**auerstoffbedarf in **5** Tagen, BSB<sub>5</sub>) (BRD, konventionelle Kläranlage 90%).

Im Vergleich zu deutschen Kläranlagen besitzen die RALF-Einheiten keine N- und P-Elimination. Bei großen Kläranlagen, besonders im städtischen oder industriellen Gebieten wird nach der RALF-Einheit oder bei konventionellen Anlagen noch eine N- und P-Elimination durchgeführt, in Wohngebieten jedoch nicht.

Die Investitionskosten für die RALF-Einheiten betragen zwischen 10 – 15 US\$ / angeschlossenem Einwohner.

Heutzutage bestehen für den Neubau von Kläranlagen strenge Anforderungen, doch für Sanierungen und Erweiterungen alter Anlagen bzw. für die Erstellung von Kleinsystemen oder Direktkläranlagen (direkt bei den Wohngebieten befindlich, das Abwasser wird kurz nach der Einleitungszeit geklärt und in die Regenwasserkanalisation eingeleitet → Einsparung der Kosten für die Abwasserkanäle) bestehen außer der Reduzierung der Hauptbestandteile keine weiteren Bestimmungen.

Eine RALF-Einheit wird nicht als Kläranlage betrachtet, sondern nur als eine Klärkomponente, die aber oftmals die einzige vor der Einleitung in den Vorfluter ist. Durch den geringen Platzbedarf und der kompakten Bauweise kann ein RALF unterirdisch und somit unauffällig platziert werden.

### Funktionsweise und Reinigungsablauf:

Das Abwasser passiert, wie üblich, einen Rechen, einen Sandfang und ein Absetzbecken, um Grobbestandteile und Sand zu entfernen.

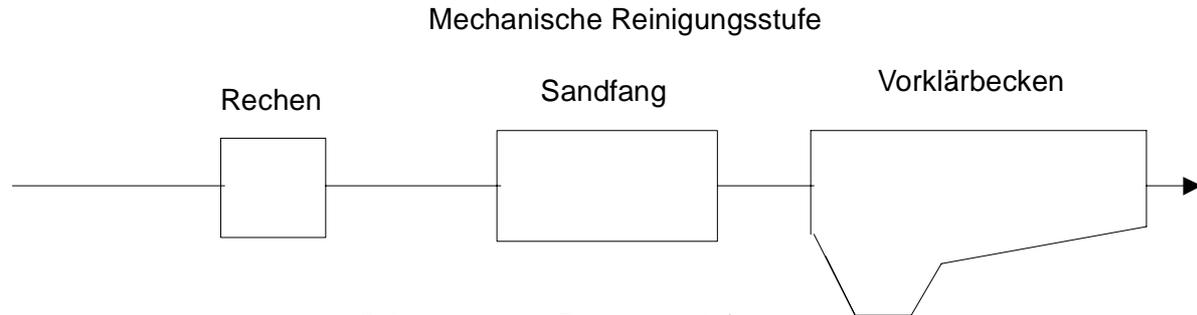


Abb. 52- Mechanische Reinigungsstufe

Danach fließt es in die Verteilerkammer (V), die sich in der Mitte, oberhalb des RALFs, befindet. Von dort aus wird es in bis zu 90 verschiedenen Verteilerrohren, die am Ende mit einem Knick versehen sind, auf den Grund des Systemes verteilt und lassen somit das Schlammbett ohne zusätzlichen Motor rotieren. Im unteren Teil wird das Abwasser mit dem bakterienreichen Schlamm (bis zu 50 g/l) vermischt und fließt in einem rotierenden Strudel nach oben.

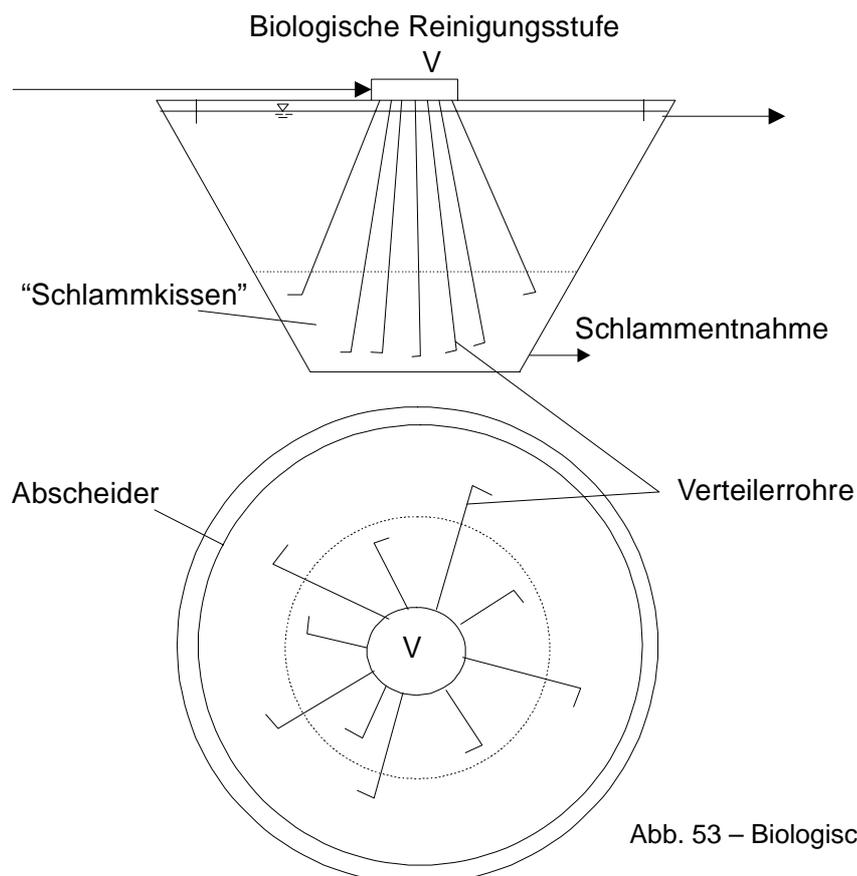


Abb. 53 – Biologische Reinigungsstufe

Das organische Material aus dem Abwasser verbleibt im Schlamm. Es wird durch die Bakterienaktivität degradiert und stabilisiert. Die ungelösten, die kolloidalen und die sich in Suspension befindlichen organischen Materialien werden durch die Bakterien in stabile Produkte, wie Wasser, Methangas und andere Substanzen, umgewandelt.

Im oberen Teil wird das gereinigte Wasser von den vom Gas aufgetriebenen Abwasserpartikeln getrennt und in den Vorfluter oder gegebenenfalls noch zu einer Nachbehandlungsanlage geleitet.

Der produzierte Schlamm muß regelmäßig aus dem RALF entfernt werden.

Dieser Schlamm stellt das einzige Problem des RALFs dar. Bis heute werden Versuche gemacht, ob dieser Schlamm als Düngemittel geeignet ist oder aber vorher noch behandelt werden muss (hoher Stickstoffgehalt).

Kleinere RALF-Einheiten werden von Pumpwagen entsorgt, welche den Schlamm zu einer großen Kläranlage liefern, deponieren oder bereits als Dünger auf Felder aufbringen. Auf den großen Kläranlagen wird der Schlamm entwässert, eingedickt und danach deponiert.

Falls sich herausstellen sollte, dass die großen Schlammengen einer Nachbehandlung bedürfen (Änderung der Abwasserbestandteile, und Konzentrationen) und nicht sofort als Dünger benutzt werden können, wird dieses System sicherlich wesentlich teurer werden. Da Brasilien aber über ein riesiges Flächenangebot verfügt und Deponieplatz reichlich zur Verfügung steht, wird dieses System auch ohne eine Folgenutzung des Klärschlammes noch lange eine billige und einfache Alternative zu den konventionellen Kläranlagen darstellen.

Die üblichen Kläranlagen entsprechen den konventionellen deutschen Typen (mit Rechen, Sandfang, Vorklärung, Belebtschlammbecken und Nachklärung) und werden heutzutage mit zusätzlichen RALF-Einheiten erweitert oder ergänzt, um platzsparend die Leistung erhöhen zu können.



Abb. 54 Erstellung eines RALFs

Die Planung ist hiermit abgeschlossen, es folgt die Kostenaufstellung, die Ausschreibung der Bauarbeiten an Fremdfirmen und dann die Bauausführung, die immer von einem oder mehreren Baubetriebsingenieuren von SANEPAR begleitet und abgenommen wird.

## 4 Durchführungskonzepte

### 1. Personell: Arbeitskräfte

Der personelle Arbeitsaufwand muss von den Bewohnern gedeckt werden, um die Kosten zu reduzieren. Die Bevölkerung wurde mit Hilfe der Bewohnerassoziationen befragt und erklärte sich bereit den personellen Aufwand abzudecken.

Grundsätzlich existierten schon viele kleine Projekte, bei denen die Bewohner unter der Leitung eines Ingenieurs oder Vorarbeiters ihre Arbeitskraft für nicht allzu schwierige Aufgaben zur Verfügung stellen. Diese Arbeiten waren allesamt Gemeinschaftsprojekte, die für die Gemeinde ausgeführt wurden (Bsp.: Bau der Kirche). Die Grundvoraussetzung hierfür war jedoch immer die vollständig externe Finanzierung. Auf diese Weise hat SANEPAR den Bau von Trinkwasserleitungen im Landesinneren schon erfolgreich durchgeführt. Allerdings waren die Siedlungen nie größer als 1500 Personen und die Arbeiten nie so umfangreich, wie bei der Erstellung einer Kanalisation. Diese Art der Projektdurchführung wird im brasilianischen Mutirão genannt.

In Brasilien gilt das Mutirão als Hilfe zur Selbsthilfe, bei der die Bewohner von Armensiedlungen in die Arbeitsabläufe eingebunden werden und somit zusätzlich zu der Kostenreduzierung schon die Nutzung und Wartung der installierten Anlagen verstehen. So entstehen und auch soziale Gruppierungen, Organisationen und Strukturen.

Bei Kanalisationssystemen wurde diese Arbeitsweise bisher noch nicht angewandt, da vielerorts Probleme durch die sehr langwierige Planungs- und Vorbereitungsphase entstanden oder die finanzielle Sicherheit nicht von vornherein gewährleistet werden konnte.

### 2. Materiell: Material und Maschinen

SANEPAR erklärte sich nach Ende der Planungsphase bereit, die gesamten Materialkosten zu übernehmen und alle benötigten Maschinen bereitzustellen. Sie begründete diese Entscheidung wie folgt:

Nicht nur in Curitiba, sondern in ganz Paraná, wie auch im gesamten Lateinamerika existieren unwahrscheinlich viele Problemregionen wie São Domingos, die alle schnell eine Lösung benötigen. SANEPAR versprach sich aus dem möglichen Erfolg dieses Vorhabens eine überregionale Reputation, welche zu zahlreichen ähnlichen Projekten führen könnte.

Ein weiterer Grund war auch die relativ billige Ausführung, weil die Beteiligung der Bewohner bei Arbeit und Wartung gegeben war. Außerdem erwartete SANEPAR eine zusätzliche Unterstützung des Staates bzw. der konsultierten staatlichen Banken.

Desweiteren spielte die gänzlich neue Vertrauenssituation mit der Bevölkerung, bei der die Studenten als Bindeglied wirkten eine Rolle. Sie versprach eine Kontinuität, die bei vergleichbaren Projekten selten bis gar nicht vorhanden war.

### 3. Ideell: Know-how und soziale Aufklärung

SANEPAR erklärte sich außerdem bereit, das benötigte Know-how durch Ingenieure zu gewährleisten. Zusätzlich erleichterte die Firma die Arbeiten durch den Zugang zu Computern, da sie sah, dass auf diesem Gebiet bereits Erfolge zu verzeichnen waren.

Die sozialen Tätigkeiten, wie die Aufklärung über den Gebrauch des Systems und über die Hygiene, wurden von AIESEC und den beteiligten Studenten aus Curitiba, Malta und Deutschland ausgeführt.

Außerdem musste die Bevölkerung von Sao Domingos folgenden zwei Punkten zustimmen:

1. zusätzliche Abwasserentsorgungsgebühren; hierzu Gebührentabelle (1R\$=1,5DM):

Tarifart	Verbrauch	Trinkwassertarif [R\$]	Abwassertarif [R\$]
sozial	< 10 m <sup>3</sup>	3,14 (=40% des Privattarifes)	1,57 (=50% des soz. Trinkwassertarifes)
privat	bis 10 m <sup>3</sup>	7,86	6,29 (=80% des Trinkwassertarifes)
	11 - 30 m <sup>3</sup>	7,86 (für 10 m <sup>3</sup> ) + 1,18/ m <sup>3</sup> (für jeden weiteren m <sup>3</sup> )	6,29 + 0,94/m <sup>3</sup>
	> 30 m <sup>3</sup>	31,46 + 1,03/m <sup>3</sup>	25,17 + 0,82/m <sup>3</sup>
Kommerziell, Industriell, öffentlich	bis 10 m <sup>3</sup>	14,14	11,31
	> 10 m <sup>3</sup>	14,14 + 1,54/m <sup>3</sup>	11,31 + 1,23/m <sup>3</sup>

Abb. 55 - Gebührentabelle TW, AW; Quelle: SANEPAR vom 28.11.97

Der Sozialtarif gilt für alle Personen, die weniger als zwei Mindesteinkommen ( $\approx 360$  DM) verdienen, deren Wohnfläche weniger als 60 m<sup>2</sup> groß ist und deren Trinkwasserkonsum weniger als 10 m<sup>3</sup> beträgt.

Das bedeutet, dass ein Haushalt in São Domingos wie bisher monatlich 3,14 R\$ für 10m<sup>3</sup> Trinkwasser ausgibt. Nach Fertigstellung des Abwasserableitungssystemes müssen aber noch zusätzlich 1,57 R\$ monatlich für die Entsorgung bezahlt werden.



Abb. 56 - Einverständniserklärung der Präsidenten der Bewohnerassoziationen

2. Die zukünftige Wartung des Systems, insbesondere die der Hausanschlüsse, wird von den Bewohner durchgeführt

#### 4.1 Durchführungsplanung:

##### 4.1.1 Sozialer Teil:

Folgende Punkte mussten der Bevölkerung auf Informationsveranstaltungen erläutert werden:

- Darstellung der Relationen zwischen Abwasser, Lebensbedingungen und Gesundheit
- Darstellung der notwendigen gesetzlichen und technischen Anpassungen und Änderungen des Grundstückes und Hauses: Abgrenzung, Drainage, Wasserspülung und Siphon für die internen Installationen, Umsiedlung aus Risikogebieten
- Darstellung des Unterschiedes zwischen einer Trenn- und Mischkanalisation
- Darstellung des adäquaten Gebrauches und der Wichtigkeit des Trinkwassers
- Darstellung des Kontaminierungskreislaufes bezüglich des Müllproblems, der Haustierhaltung, der Körperhygiene und der Alimentation und der daraus folgenden Krankheiten
- Darstellung der Auswirkungen regionaler Verschmutzung (São Domingos) auf die überregionale Ebene (Curitiba), speziell die Trinkwasserversorgung und den Umweltschutz betreffend
- Darstellung der Wartung und den Gebrauch des Trinkwasserversorgungs- und Abwasserentsorgungssystemes und die Auswirkungen auf die Gemeinschaft bei individuell auftretenden Problemen (z. Bsp. unsachgemäßer Anschluss an Trinkwasserleitung)
- Darstellung der Tarife



Abb. 57 - Versammlung mit den Bewohnern von São Domingos

Die Durchführung wird in 4 Etappen unterteilt:

#### 1. Etappe: Vorbereitung

Charakterisiert durch die Mobilisierung der Arbeitsgruppe und deren Orientierung, der Planung und Erstellung der pädagogischen und kommunikatorischen Instrumente, sowie der Terminplanung mit den städtischen und sozialen Institutionen der Bereiche Gesundheit, Müllentsorgung und Sozialhilfe und der Erstellung eines provisorischen Büros in dem Gebiet.

#### 2. Etappe: Entscheidung des Produktionsprozesses

Das Projekt wird durch den Besuch in jedem Haushalt vorgestellt, um danach eine Einverständniserklärung bezüglich des Anschlusses an die Kanalisation und dessen juristische und ökonomische Folgen vertraglich festzuhalten. Versammlungen mit allen soziokulturellen Vereinigungen werden durchgeführt, um Einzelheiten zu diskutieren und die Verantwortlichkeiten darzustellen.

#### 3. Etappe: organisierte Aktionen bezüglich der Arbeiten und der Aufklärung

Eine Konkrete Schulung zur Konstruktion der notwendigen Anschlüsse und Einrichtungen zusammen mit der detaillierte Aufklärung der hygienischen und sozialen Faktoren wird durchgeführt.

#### 4. Etappe: Konsolidierung des Systemes

Die Bauarbeiten werden begleitet, um sie effizienter zu gestalten, Arbeitssicherheit zu gewährleisten und Hilfe zu offerieren.

### **4.1.2 Technischer bzw. konstruktiver Teil**

Mit den finanziellen Mitteln aus dem Kredit der Bundeswirtschaftsbank Brasiliens (s. Kapitel 5), wurde für die Erstellung der Hauptsammler eine Fremdfirma bezahlt, da diese Arbeiten zu gefährlich für die Bewohner waren. Das bedeutet explizit, dass jegliche Arbeiten auf dem Grundstück der Bewohner auch von diesen ausgeführt werden. Auch der Bau des Hausanschlusses wird von ihnen selbst ausgeführt werden müssen. Die Fremdfirma wird nur die Hauptsammler mit den dazugehörigen Bauwerken erstellen.

Eine Schwierigkeit bestand in der disjunkten Aufteilung der Arbeitszeiten: die Bevölkerung konnte wegen ihrer Arbeit nur abends und am Wochenende arbeiten, wohingegen die Ingenieure tagsüber und wochentags arbeiteten. Die Abstimmung der Arbeiten erfolgte durch die einzelnen Gruppen und dem Bindeglied AIESEC.

Die technische Ausführung in Stichpunkten:

Aushub:

Es wird manuell, mit Schaufel und Hacke, ein mind. 60 cm breiter Graben (Norm: 30 cm an jeder Seite des Rohres) ausgehoben. Ab 1,5 m Tiefe erfolgt ein Baugrubenverbau oder es werden alle fünf Meter 30 cm breite Bodenstücke stehenlassen, unter die das Rohr durchgelegt wird (s. Abb. 56). Der Graben wird 5 cm tiefer als notwendig gegraben, um Kies als Rohrauflager einzufüllen.

Rohrverlegung:

Während der Arbeiten vermisst ein Vermessungsingenieur das berechnete Gefälle und befestigt in ein Meter Höhe über GOK eine Nylonschnur, die alle 20 m fixiert ist. Mit dieser Schnur und den Unterlagen werden anhand von Messlatten die Lage der Rohre festgelegt, die von unten nach oben verlegt werden.

Mit Rauch oder Wassersäulen wird deren Dichtigkeit und das Gefälle

überprüft. Die Hausanschlüsse werden durch Bohrung in den Sammler oder Verkleben (bei PVC) angeschlossen (Anschlussstücke siehe Anhang 7.2)

Das folgende Chronogramm wurde im August 1997 erstellt. Es konnte aber nicht eingehalten werden, da durch globale ökonomische Probleme, speziell durch den Sturz der Börsenkurse Ende Oktober 1997, neben vielen anderen Krediten auch der für dieses Projekt Bestimmte eingefroren wurde. Erst im Februar 1998 wurde er endgültig genehmigt; die Arbeiten verschoben sich deshalb um etwa sieben Monate.



Abb. 58 - Bauausführung eines ähnlichen Projektes

ETAPPEN UND AKTIVITÄTEN	6/97	7/97	8/97	9/97	10/97	11/97	12/97	1/98	2/98	3/98	4/98	5/98	6/98	7/98	8/98	9/98
<b>PROJEKTE</b>																
Konzeptstudie (grobe Gliederung und Beschreibung)	■															
Basisprojekt des Ingenieurwesens (Vermessungen, hydraulische Berechnungen, Pläne...)	■															
Involvierung der Bevölkerung	■															
Eingabe der vollständigen Kostenaufstellung an die Caixa Economica federal (CEF)	■															
Umfrage für die Projektausführung		■														
Projektausführung			■													
<b>BESCHREIBUNG</b>																
<b>1. Etappe - Vorbereitung</b>																
Auswahl der Arbeitsgruppe			■													
Vorbereitung der Erstorientierung des Koordinationsteams		■														
Realisierung der Erstorientierung durch das Arbeitsteam			■	■												
Planung des Projektbeginns			■	■												
Bekanntmachung des Projektbeginns			■	■												
Versammlungen mit der Regionalverwaltung und der IPPUC		■	■	■												
Bewertung der Etappe				■												
<b>2. Etappe – Entscheidung des Produktionsprozesses</b>																
Ausarbeitung der Chronogramme für die einzelnen Untergebiete				■												
Versammlungen mit den Leitern verschiedener Gruppierungen				■	■											
Verbreitung und Information des Projektes über Radio und Lautsprecherwagen (üblich in Brasilien)				■	■											
Besuche der Familien, um das Projekt vorzustellen				■	■											
Besuche der Familien, um die Unterschrift für die Einverständniserklärung zu erhalten				■	■											
Realisierung der Versammlungen, um die Bauarbeiten vorzubereiten				■	■											
Produktion des Informationsmaterials				■	■											
Bewertung der Etappe				■												
Orientierung für die nächsten Etappe				■												
<b>3. Etappe – Organisierte Aktionen, Bauarbeiten</b>																
Orientierung der Arbeitsgruppe, für die Informationsveranstaltungen					■											
Orientierung der Bewohner für die Erstellung eines Sanitätsmodules (Klo, Dusche, Waschbecken, Zu- und Ableitungen...)					■	■										
Orientierung der fremden Gruppen (Studenten, Praktikanten, Sozialvereine), für die Informationsveranstaltungen					■	■										
Orientierung der Bewohner, für die Informationsveranstaltungen					■	■										
Arbeiten am Kanalisationssystem					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Begleitung der Arbeiten des Kanalisationssystems					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Ausführung der Arbeiten am Sanitätsmodul					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aufklärungsveranstaltungen					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Orientierungsphase für den Hausanschluss					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bewertung der Etappe					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
<b>4. Etappe – Gewährleistung der Funktion des Systemes</b>																
Hausanschlüsse					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Benutzung und Wartung des Systemes					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Aufklärungsveranstaltungen bezüglich des Umweltschutzes					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bewertung des Gesamtprojektes, zusammen mit den Bewohnern					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Abschließende Systematisierung, um weitere Projekte zu vereinfachen					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Abb. 59 - Chronogramm der sozialen Durchführung



### 4.1.3 Offizieller Teil

Die Stadtverwaltung wollte die vorhandene Projektstruktur ausnutzen, um ihrerseits infrastrukturelle Maßnahmen günstig erstellen zu können, wobei sie einerseits von SANEPAR und andererseits durch die von den Studenten erstellten Pläne und Kontakte profitierte.

- Regularisierung und Gründung der Gemeinden:
  - a) Umsiedlung der Familien, die Risikogebiete (unterhalb einer Hochspannungsleitung oder innerhalb der Begrenzung der hochwassergefährdeten Gebiete) okkupieren, wobei die Familien für den Erwerb der zukünftigen Grundstücke, die Erstellung des Hauses und den Umzug zinslose Kredite erhalten, die sie innerhalb von 10-15 Jahren zurückzahlen müssen.
  - b) Legalisierung der Grundstücksverhältnisse, wobei spezielle Finanzierungskonzepte ausgearbeitet werden, bei denen die Bewohner ihr Grundstück in monatlichen Raten abbezahlen können. Dies geschieht aber erst nach Antrag der Bewohner und wird sicherlich noch viel Zeit in Anspruch nehmen.

- Dränage

Hierbei liegt das Interesse der Stadtverwaltung hauptsächlich darin, eine Hochwasserpräventivmaßnahme durchzuführen, um den stark hochwassergefährdeten Fluss Iguaçu, in den der Fluss Atuba einmündet, besser kontrollieren zu können.

In São Domingos sind drei Kanäle in Planung, um die Dränage für die Gewässer, die von dem Bahndamm zurückgehalten werden, zu gewährleisten. Außerdem ist die Steigerung der Entwässerungsleistung und die Reinigung des Flusses Atuba geplant.

Projektzeiten: Oktober 97 – August 98 (haben sich wie die anderen Projektzeiten auch um sieben Monate verschoben)

- Zusätzlich sollte auch die Müllentsorgung und die Anbindung an den öffentlichen Personennahverkehr verbessert werden.

## 5 Finanzierung

Die Informationen SANEPARs und die der Studenten überzeugten die Stadtverwaltung von den positiven Aspekten des Projektes und der rechtlichen und sozialen Integrationsfähigkeit des Armenviertels. Die sich daran anschließende Legitimierung war unumgänglich für die Gewährung eines speziellen Sozialkredites der brasilianischen Bundeswirtschaftsbank<sup>31</sup> (CEF). Bei ihm handelt es sich um einen günstigen Kredit, der nur bei Projekten mit großer Bevölkerungsbeteiligung, der Zusammenarbeit mit Nichtregierungsorganisationen (hier: AIESEC) und eben einer offiziellen Zustimmung bedarf.

Die eigentliche Erteilung erfolgte dann sogar für einen wesentlich größeren Bezirk: Die Einwohnerzahl des gesamten zu erfassenden Gebietes beträgt ungefähr 18.000, was in etwa 3.800 Haushalten entspricht. Das gesamte Gebiet sollte bis zum Beginn des Jahres 1999 an dem städtischen Kanalisationsnetz hängen.

Mit dem Geld sollen das Material und die organisatorischen Ausgaben bezahlt werden. Darüber hinaus wird eine Baufirma mit den komplexen Arbeiten betraut werden, die für die Bewohner zu schwierig oder zu gefährlich sind.

### 5.1 Kostenaufstellung

Zusammen mit dem zuständigen Ingenieur und des Leistungsverzeichnisses von SANEPAR wurde die Kostenaufstellung für das Projekt in jeder Einzelheit aufgelistet (Anhang 7.5). Zuerst wurde das Projekt wie üblich abgerechnet, wobei die Gesamtkosten sich in Material und Arbeitskosten aufteilen.

Bezeichnung	Materialkosten	Arbeitskosten	Einsparung durch BdB	In %	Summe ohne BdB	Summe gesamt
Sammlernetz Gebiet 1	19.916,55	25.021,55	-1.689,12	6,8	44.938,10	43.248,98
Kanalbauwerke Gebiet 1	1.996,21	6.008,49	0	0,0	8.004,70	8.004,70
Hausanschlüsse Gebiet 1	12.635,00	6.831,43*	-6.831,43	100	19.466,43	12.635,00
Sammlernetz Gebiet 2	11.691,89	12.802,38	-1.009,47	7,9	24.494,27	23.485,25
Kanalbauwerke Gebiet 2	432,21	104,40	0	0,0	536,61	536,61
Hausanschlüsse Gebiet 2	7.068,17	3.318,35	-3.318,35	100	10.386,52	7.068,17
Sammlernetz Gebiet 3	41.527,74	52.824,85	-3.514,17	6,7	94.352,59	90.838,42
Kanalbauwerke Gebiet 3	3.089,85	6.883,52	0	0,0	9.973,37	9.973,37
Hausanschlüsse Gebiet 3	23.554,88	10.772,49	-10.772,49	100	34.327,37	23.554,88
<b>Summe</b>	<b>121.912,50</b>	<b>124.567,46</b>	<b>-27.135,03</b>	<b>21,8</b>	<b>246.479,96</b>	<b>212.461,86</b>

Abb. 60 - Tabelle der Gesamtkosten; Angaben in R\$; 1R\$  $\cong$  1,5 DM; BdB: Beteiligung der Bewohner

\* die Bewohner werden ohne Einsatz von Maschinen arbeiten, was nach regulärer Berechnung teurer

als die maschinelle Durchführung wäre (R\$ 11.297). Da aber die Bewohner die maschinelle Durchführung ersetzen werden, werden nur die Kosten auf der Basis einer solchen Durchführung abgezogen (R\$ 6831,43).

Der Preis für den Hausanschluss wird über einen sogenannten Anschlussstarif, den die Bewohner zusammen mit den ersten Zahlungen zu entrichten haben, abgerechnet. Dies ist jedoch bei sozial schwachen Siedlungen nicht erlaubt; hier muss er von der Betreiberfirma bezahlt werden.

Aus der Abbildung 60 geht hervor, dass die Arbeitskosten ungefähr denselben Anteil wie die Materialkosten haben. Normalerweise beträgt aber der Anteil der Materialkosten in Brasilien nur ein Drittel des Gesamtpreises. Dieses "ungewöhnliche" Verhältnis der Kosten resultiert aus dem geringeren Arbeitsaufwand, der in São Domingos notwendig sein wird: es gibt keinen Gehsteig, lediglich eine asphaltierte Straße und nur wenige gepflasterte Einfahrten, die aufgerissen und wieder verschlossen werden müssen.

## 5.2 Finanzierungskonzepte:

Die Firma Prosanear, die die soziale Projektbetreuung durchführte, kalkulierte für das Gesamtgebiet, São Domingos eingeschlossen:

R\$ 248.160,00	Bezahlung von Gehältern (Koordinator, verschiedene Techniker, Praktikanten und Sozialarbeiter)
R\$ 91.180,00	Dokumentation in Schrift, Bild und Video; Transportkosten für die Angestellten
<u>R\$ 8.000,00</u>	<u>Materialkosten</u>
R\$ 347.340,00	Gesamtkosten für die soziale Durchführung, davon entfallen
	<b>R\$ 69.468,00</b> auf São Domingos
Kosten für São Domingos:	<b>R\$ 212.461,86</b> für die technische Durchführung
Die Gesamtsumme beträgt somit	<b>R\$ 281.929,86</b> für São Domingos

Die Gesamtsumme der Kosten aller Armenviertel, São Domingos eingeschlossen, beträgt:

R\$ 1.914.540,96	davon werden
R\$ 1.500.000,00	von dem Kredit der Bundeswirtschaftsbank und
R\$ 414.540,96	von SANEPAR bezahlt.

Trotz der hohen Nebenkosten bei der sozialen Durchführung des Projektes, ist dieser Preis immer noch günstiger als der einer normalen Ausführung. Dies liegt zum einen an den Vorteilen, die die Integration der Bevölkerung bei Bau und Wartung mit sich bringt, zum anderen an den guten Konditionen des gewährten Kredites.

---

<sup>31</sup> CEF: Caixa Economica Federal (Bundeswirtschaftsbank)

## 6 Bewertung und Perspektiven

Da das Projekt bis jetzt noch nicht im vollem Umfang abgeschlossen wurde, ist es sicherlich verfrüht ein Fazit zu ziehen. Es zeichnen sich jedoch schon heute einige positive Aspekte ab:

Als erstes wäre der Beginn und der Ausbau einer Beziehung zwischen den Bewohnern des betroffenen Gebietes und der Stadt Curitiba zu erwähnen. De jure gab es den Stadtteil São Domingos in der Vergangenheit nicht; die Stadt konnte es sich also leisten ihn gänzlich zu ignorieren. Das führte wiederum dazu, dass jegliches Vertrauen der Bürger in die Stadt verloren ging und damit auch die Bereitschaft für eine wie auch immer geartete Zusammenarbeit. Größere Projekte zu planen oder sie gar zur Ausführung zu bringen, hätten zu so zähen und zeitintensiven Verhandlungen geführt, dass sie schon von vornherein zum Scheitern verurteilt waren. Durch die Arbeit der Studenten jedoch, die - im metaphorischen Sinne - der gemeinsame Tisch war, an den sich beide Parteien setzen konnten, war eine erste lose Verbindung geknüpft worden; eine Verbindung, die sich im Laufe der Zeit weiter festigte und letztendlich zur Legalisierung von São Domingos führen wird.

Die offizielle Erklärung seitens der Stadt, die bis dato illegale Besiedlung zu legitimieren, beseitigte bei den Bewohnern den gravierenden Unsicherheitsfaktor bezüglich ihres Verbleibs. Im Vergleich zum status quo ante verschaffte jene ihnen die Perspektive, die sie benötigten, um die nun anfallenden Arbeiten mit dem nötigen Verantwortungsbewußtsein auszuführen.



Abb.61- Familie von São Domingos

- Negative Folgen:

Die Bewohner, die die neuen Gebühren nicht bezahlen können oder durch Siedlungsgesetze zur Umsiedelung gezwungen sind, werden aus der Gemeinschaft "entfernt". Bis zu 500 Familien aus dem gesamten betroffenen Gebiet werden umgesiedelt werden, das entspricht ungefähr 2500 Menschen, die ihr soziales und physisches Umfeld verlieren werden. Siedlungsrelevante Sicherheitsgründe verlangen diese Umsiedlung, deren Finanzierung sich aber wiederum nur gefestigte Familien leisten können. Die ausgeschriebenen Zielgebiete werden also nur von den reicheren Familien erreicht werden, die restlichen Familien werden in andere, ärmere Favelas abwandern und dort mit den selben oder sogar noch schlechteren Verhältnissen konfrontiert werden.

In der Vergangenheit waren viele sozialorientierte Projekte gescheitert, weil die diversen Hilfsorganisationen oder der Staat es versäumt hatten, die betroffene Bevölkerung eingehend über das jeweilige Vorhaben zu informieren bzw. rigide in deren Leben eingriffen ohne sie entsprechend partizipieren zu lassen. Bei diesem Projekt wurde von Beginn an darauf geachtet, dass auf den Versammlungen mit den Einwohnern die Rolle des Informationsvermittlers und Unterstützers nicht überschritten wurde. Es wurden keine Regeln und Vorschriften aufgestellt, die nicht mit den ortsansässigen Organisationen abgestimmt waren und keine Entscheidung über den Kopf des Gemeinwesens hinweg getroffen, deren Plazet sie verweigerte. Durch diese prokataleptische Vorgehensweise wurde die Selbständigkeit der Bewohner zu keiner Zeit in Frage gestellt oder gar untergraben, was die Bereitschaft jener zur korrekten Ausführung der umfangreichen Tätigkeit erhöhte und das ohnehin gute Gemeinschaftsgefühl noch weiter stärkte.

Wenn das Projekt wie vorgesehen beendet wird, lassen sich weitere optimistische Prognosen machen:

Es dürfte als gesichert gelten (s. Abb. 20, 21 und 22), dass sich zum einen die Kindersterblichkeit verringern und zum anderen die Anzahl und die Stärke der hygienebedingten Krankheiten stark zurückgehen wird; vielleicht sogar so weit, dass sie unter den brasilianischen Durchschnitt fiele. Damit wäre nicht nur der Lebensqualität der betroffenen Einwohner von São Domingos gedient, sondern auch den notorisch leeren Kassen der Gesundheitsfürsorge, an deren Tropf die staatlichen Krankenhäuser hängen und so zynisch es auch klingen mag: Wenn das Erstere beim Staat kein gesteigertes Interesse auszulösen vermag, dann doch bestimmt das Zweite.



Abb. 62 – Kinder von SD

Ein weiterer gewichtiger Umstand der sich ergeben wird, ist der Umweltschutz. Die Legalisierung von São Domingos wird auf kurz oder lang dazu führen, dass das Gebiet an die städtische Müllentsorgung angegliedert wird und sich die „wilde“ Entsorgung auf Freiflächen und in den Fluss Atuba vermindert oder ganz aufhört. Mit dem Bau des Rohrleitungssystemes für die Abwässer wird die Verschmutzung der Gegend beendet, wiewohl sich der Prozess der Bodenreinigung noch einige Zeit hinziehen wird, da der Boden durch die jahrzehntelange oberirdische Abwasserableitung hochgradig kontaminiert ist.

- Folgeprojekte:

Die positive oder negative Entwicklung dieser Projektart wird sich erst nach Jahren nachweisen lassen, um den Ablauf und die Organisation wiederholen zu können. Sicherlich verspricht aber die enge Zusammenarbeit der Stadt und deren Firmen mit den unabhängigen, unparteiischen und informellen Gruppen in Zukunft auch Erfolg im Bereich der Sozialpolitik, auch wenn die Gefahr besteht, durch Anerkennung dieser Gruppen oder ganzer Gebiete als Partner, die illegale Besiedlung zu unterstützen.

Allein, dass jetzt circa 18.000 Menschen wesentlich früher als vorgesehen ihr zukünftiges Leben auf wesentlich höherem hygienischen Standard gründen können ist abschließend als Erfolg zu werten.

## 7. Anhang

### 7.1 Alte oder alternative Abwasserreinigungssysteme:

- **Fossa**

Das sind zwei unterirdische Abwasserbehälter auf dem Grundstück (s. Abb. 63), von denen einer mit perforierten Betonringen erstellt wird. In diesen Behältern findet ein Sedimentations- und Reinigungsprozess statt; die Flüssigkeit versickert danach im umliegenden Boden und die Feststoffe sammeln sich am Boden der Kammer an und müssen regelmäßig entsorgt werden (Dünger oder Müll). Die Mehrfachbenutzung ist bis maximal 300 Personen (~60 Familien) möglich.

Resultate: Reduzierung des Feststoffanteiles um 85-90%, Reduzierung von Fetten und Ölen um 70-90%, Reduzierung der Feststoffe in Suspension um 50-70%, Reduzierung von Bakterien um 40-60%, Reduzierung des biochemischen Sauerstoffbedarfs (BSB<sub>5</sub> um 30-60%).

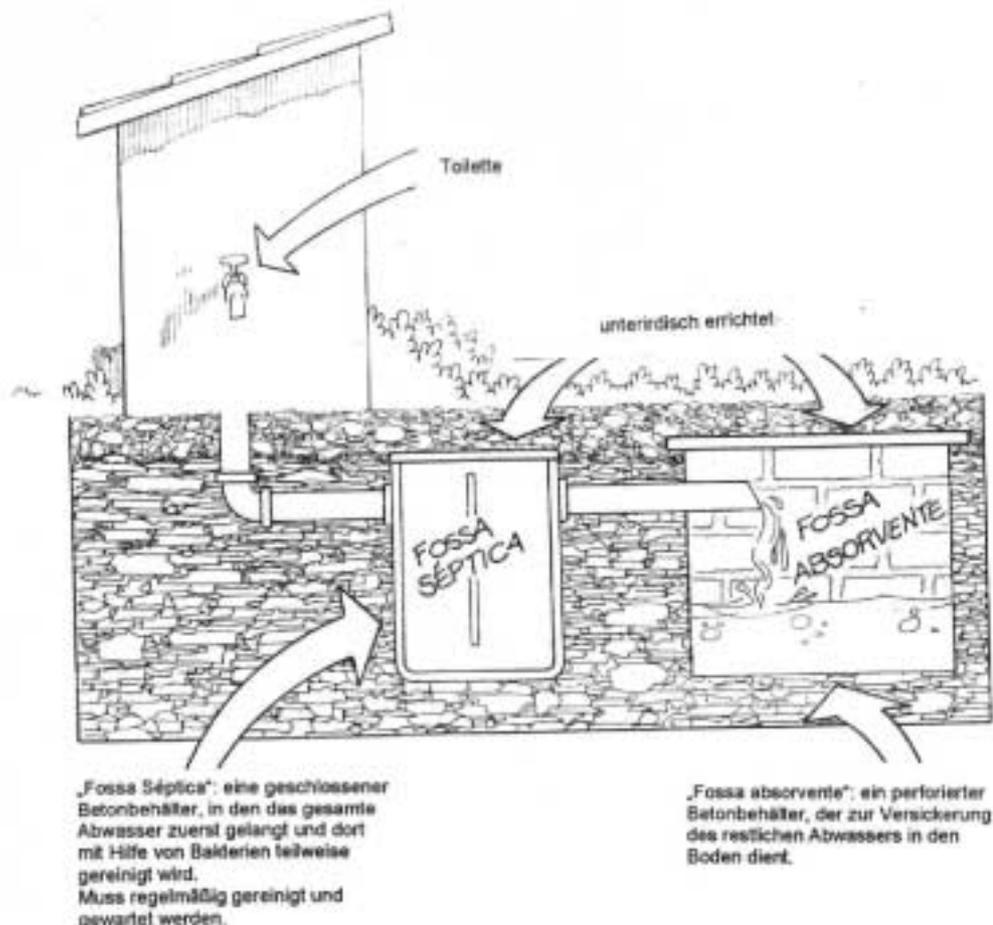


Abb. 63 - Fossa

- **Imhoff-Tank**

Wurde zur Reinigung von Abwasser mehrerer Familien benutzt.

## 7.2 Anschlussstücke

Die Hausanschlüsse werden mit folgenden Rohrteilen an die Nebensammler angeschlossen:

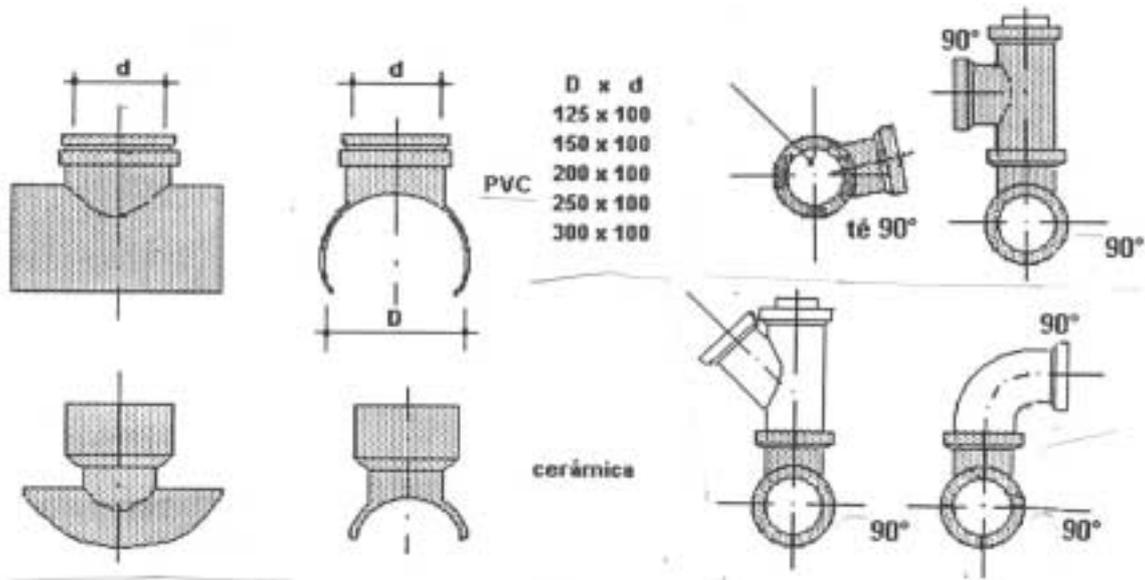


Abb. 64 - Anschlussstücke an Rohrleitung

## 7.3 Eigenschaften von Wasser bei 20° C:

Absolute Dichte	$\rho = 997,92 \text{ N s}^2/\text{m}^3 = \gamma/\delta$
Relative Dichte	$\delta = 9789,29$
Elastizitätsmodul	$E = 2,14 \times 10^9 \text{ N/m}^2$
Spezifisches Gewicht	$\gamma = 9789,29 \text{ N/m}^3$
Gasdruck	$P_v = 0,2343 \text{ N/cm}^2$
Oberflächenspannung	$\sigma_s = 0,0726 \text{ N/m}$
Kinematische Viskosität	$\mu/\rho = \nu = 1,011 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$
Dynamische Viskosität	$\mu = 10,09 \times 10^{-4} \text{ N s/m}^2$

Abb. 65 - Tabelle der Eigenschaften von Wasser bei 20° C

## 7.4 Formeln, Definitionen:

Bezeichnung	Formel, Wert	Anmerkung
Abfluss [m <sup>3</sup> /s]	Q	
Gefälle [m/m]	$l=h/L$	mit L=Länge, h=Höhendifferenz
Rauheit von Manning	$n=0,013$ mm	Normalerweise 0,010 für PVC, hängt vom Durchmesser, der Form und des Materials des Rohres, dem Verhältnis y/d und den Abwasserbeschaffenheiten ab, wird für Abwasser 0,013 festgelegt.
maximale Geschwindigkeit	$v_f = 5$ m/s	Überschreitung möglich, wenn bei maximalem Abfluss die Wasserspiegelhöhe 50 % des Durchmessers beträgt und das Rohr belüftet ist; diese kritische Geschwindigkeit hat die Größenordnung: $v_c = 6 (g \times R_h)^{1/2}$
maximales Gefälle [m/m]	$I_{max}=(v_f/M)^{8/3} n^2 Q_{fin}^{-2/3}$ Oder $I_{max}=4,62 Q_{fin}^{-0,67}$	(f. PVC), wird durch die maximale Geschwindigkeit ( $v_f = 5$ m/s) festgelegt, um Schäden im Rohr zu verhindern. Mit $M= 0,61$ , Koeffizient für Kreissectionen
minimales Gefälle [m/m]	$I_{o, min}=0,0055 Q_{in}^{-0,47}$	>0,0005 m/m BRD: $I_{min}=5$ Promille
Verlusthöhe [m]	$h= Lx(vxn/(R_h^{2/3}))^2$	Nach Manning-Macedo, mit L=Länge, v=Geschw., $R_h$ = hydraulischer Radius
Geschwindigkeit [m/s]	$v=Mxn^{-3/4} xQ^{1/4} xl^{3/8}$	
Hydraulischer Radius [m]	$R_h=A/U$	A=durchflossene Fläche, U=benetzter Umfang
Schubspannung [Pa]	$* = \gamma \times R_h \times l$	
Minimale Geschw.	$v = B (g R_h)^{1/2}$	$v$ = Geschwindigkeitslimit [m/s] $g$ = Erdbeschleunigung [m/s <sup>2</sup> ] $B = 6,0$ , korrespondierende Bussinesq Zahl
Bussinesq-Zahl	$B = v / (gR_h)^{1/2}$	$B$ = Bussinesq-Zahl des Fluids $v$ = Geschwindigkeit [ m/s]
Mittlere Luftkonzentration im Abwasser	$C=1-1/(0,02(B-6,0)1,5+1)$	
limitierte Fläche durch die Konzentrationskurve C=1	$A_1 = A[2\ln(1/(1-C)) + 1]$	A= Fläche des Fluids
Schutz vor dem Auftreten von Sulfat in den Abwasser-rohren	$Z = 3,048 EDBO U / (l^{1/2} \times q^{1/3} \times b)$	(Gleichung von Pomeroy) $Z$ = Indikator für das Auftreten von Sulfat in mg s <sup>1/3</sup> / 1.pé EDBO = effektiver biochemischer Sauerstoffbedarf in mg/l U= benetzter Umfang b= korrespondierender Durchmesser zur nassen Höhe [m] (siehe nächste Tabelle)

Bereiche der Werte von Z (mg s <sup>1/3</sup> / (lxm))	Auftretenswahrscheinlichkeit von Sulfat
<5.000	rar
5.000<10.000	kaum
>10.000	möglich

Abb. 66 - Formeln und Definitionen; Quelle: Normen NBR 9649

In Deutschland:

Verlusthöhe infolge Reibung:  $h = \lambda \times L/D \times v^2/2g$  (Darcy- Weisbach) mit

Widerstandsbeiwert  $\lambda$ :  $1/\sqrt{\lambda} = -2\log(2,51/Re\sqrt{\lambda} + k/(3,71 \times D))$  (prandlt-colebrook) mit

$Re = v \times D / \nu$  (Reynoldsche Zahl)

$k = 1,5$  seitenkanal /  $1,0$  Hauptkanal (allgemein)

$v$  = Geschwindigkeit

$L$  = Länge

$D$  = Durchmesser

$G$  = Erdbeschl.

$V_{\max} = 6-8 \text{ m/s}$ ;  $v_{\min} = 0,5$

## 7.5 Kostenaufstellung

für das Gebiet I, unterteilt in Arbeits- und Materialkosten von:

Sammler, Kanalbauwerke, Hausanschlüsse:

Gebiet I		Sammlernetz (DN ≤ 400)		Arbeitskosten			
Nummer	Beschreibung	Einheit	Quantität	Einzelpreis [R\$]	Gesamtpreis [R\$]	Finanziert durch	
	<u>Technische Arbeiten</u>						
	Vermessung:						
202030	Nivellement für Kanalisationssystem	m	2.448	0,81	1.982,88	AISEEC-Fond	
210020	Grundbucheintragung - Abwasser	m	2.448	0,10	244,80	SANEPAR	
	<u>Vorbereitende Arbeiten</u>						
	Baustellenabgrenzungen:						
305010	Durchgehend	m	56	1,12	62,72	CEF-Kredit	
305020	Unterbrochen	m	56	0,56	31,36	CEF-Kredit	
306020	Signalisierung für den Verkehr: Schilder 1,00 m x 2,00 m	1	5	21,33	106,56	CEF-Kredit	
	<u>Erdbewegungen</u>						
	Aushub:						
	Manueller Aushub der Gräben:						
	In kompaktem Boden mit Tiefen von						
401030	0 m < h ≤ 2m	m <sup>3</sup>	60	10,43	625,80	CEF-Kredit	
401031	0 m < h ≤ 3m	m <sup>3</sup>	60	11,78	706,80	CEF-Kredit	
	In lehmigem Boden, mit Tiefen von						
401020	0 m < h ≤ 2m	m <sup>3</sup>	59	12,46	735,14	CEF-Kredit	
401021	0 m < h ≤ 3m	m <sup>3</sup>	60	13,81	828,60	CEF-Kredit	
402010	maschineller Aushub in jeglichem Boden, ausgenommen Fels, 0-4 m Tiefe	m <sup>3</sup>	2.149	2,79	5.995,71	CEF-Kredit	
	Auffüllen:						
410030	Manuelles auffüllen und mechanisches Verdichten in 20cm breiten Kammern	m <sup>3</sup>	478	1,90	908,20	CEF-Kredit	
410020	Maschineller auffüllen und Verdichten in 20 cm breiten Kammern	m <sup>3</sup>	1.910	0,81	1.547,10	CEF-Kredit	
	Erdtransport:						
	Auf asphaltierter Straße, Distanz 3km	m <sup>3</sup>	304	1,05	319,20	CEF-Kredit	
	Auf nicht asphaltierter Straße, Distanz 2 km	m <sup>3</sup>	304	0,96	291,84	CEF-Kredit	
	Auf Baustellezufahrtsweg, Distanz 1 km	m <sup>3</sup>	304	1,04	316,16	CEF-Kredit	
430010	Halde:						
	Ablagerung der Erde auf der Halde	m <sup>3</sup>	152	0,79	120,08	CEF-Kredit	
501020	<u>Baugrubensicherung</u> Mit Bohlen von 3,75 cm x 30,00 cm	m <sup>2</sup>	1.232	3,50	4.312,00	CEF-Kredit	
601020	<u>Wasserhaltung</u> Mit Motorpumpen, Kapazität bis 20.000 l/h	h	31	1,10	34,10	CEF-Kredit	
	<u>Gründungen und Strukturen</u>						
	Auflageschicht:						
902020	Sand	m <sup>3</sup>	39	25,34	988,26	CEF-Kredit	
902030	Kies	m <sup>3</sup>	10	43,00	430,00	CEF-Kredit	
	Bauwerke ohne Zugang zur Oberfläche:						
	CI bis zur Tiefe von 0,80 m	1	8	45,47	365,92	CEF-Kredit	
	Zuschlag für Tiefen > 0,80 m	m	2	53,70	107,40	CEF-Kredit	
	<u>Verlegungen</u>						
1005040	Rohre, PVC vinilfort-JE, Ø=100mm, Länge 6,00 m	m	457	0,65	297,05	CEF-Kredit	
1005070	Rohre, PVC vinilfort-JE, Ø=150mm, Länge 6,00 m	m	2.007	0,78	1.565,46	CEF-Kredit	
	<u>Diverse Arbeiten</u>						
	Provisorische Abdeckungen						
1901020	Für Autos, Holz	m <sup>2</sup>	33	9,49	313,17	CEF-Kredit	
1901030	Für Fußgänger, Holz	m <sup>2</sup>	12	1,71	20,52	CEF-Kredit	
	Transporte aus asphaltierter Straße, Distanz 5 km	t	7	7,13	49,91	CEF-Kredit	
1920010	Reinigung der Baustelle	m	2.448	0,69	1.689,12	Bewohner	
	Summe total				25.021,55	100,00 %	
	Summe SANEPAR				244,80	0,01 %	
	Summe CEF-Kredit				21.104,75	84,35 %	
	Einsparung durch Arbeit der Bevölkerung				1.689,12	6,75 %	

Gebiet I Sammlernetz (DN ≤ 400)		Materialkosten				
Nummer	Beschreibung	Einheit	Quantität	Einzelpreis [R\$]	Gesamtpreis [R\$]	Finanziert durch
42-10465-5 42-10464-7	<u>Rohre PVC vinilfort JE</u> Ø=100mm, Länge 6,00 m Ø=150mm, Länge 6,00 m	m m	457 2.007	3,74 7,85	1.709,18 15.754,95	CEF-Kredit CEF-Kredit
42-05409-7	<u>90° Kurvenstück PVC, Anschlüsse</u> Ø=100mm, Länge 100 mm Ø=150mm, Länge 100 mm	1 1	46 194	5,21 6,02	239,66 1.167,88	CEF-Kredit CEF-Kredit
42-10465-5 42-10464-7	<u>Fallrohr</u> Rohre PVC vinilfort JE: Ø=100mm, Länge 6,00 m Ø=150mm, Länge 6,00 m	m m	6 6	3,74 7,85	22,44 47,10	CEF-Kredit CEF-Kredit
42-21260-1 42-21261-0	T-Stück PVC vinilfort BBBJE: Ø=100mm, Länge 100 mm Ø=150mm, Länge 150 mm	1 1	4 5	15,80 28,67	63,20 143,35	CEF-Kredit CEF-Kredit
42-13436-8 42-11515-0	Kurvenstück PVC vinilfort PBJE: Ø=100mm, 90° Ø=150mm, 90°	1 1	4 5	8,07 26,98	32,28 134,90	CEF-Kredit CEF-Kredit
	Summe total				19.916,55	100,00 %
	Summe SANEPAR				0,00	0,00 %
	Summe CEF-Kredit				19.916,55	100,00 %
	Einsparung durch Arbeit der Bevölkerung				0,00	0,00 %

Gebiet I Kanalbauwerke		Arbeitskosten				
Nummer	Beschreibung	Einheit	Quantität	Einzelpreis [R\$]	Gesamtpreis [R\$]	Finanziert durch
930010 930020 940030	<u>Gründungen und Strukturen</u> Schächte Bis zur Tiefe von 1,00 m Zuschlag für Tiefen > 1,00 m Verlegung der Abdeckungen, Deckel T-55, T-88	1 m 1	25 20 25	164,8 79,84 4,89	4.120,00 1.596,80 122,25	CEF-Kredit CEF-Kredit CEF-Kredit
1080010 1080020	<u>Verlegungen</u> Verlegung von Zusatzstücken und Inspektionsrohren für die Kanalbauwerke, PVC vinilfort Ø=100mm Ø=150mm	1 1	9 7	8,84 12,84	79,56 89,88	CEF-Kredit CEF-Kredit
	Summe total				6.008,49	100,00 %
	Summe SANEPAR				0,00	0,00 %
	Summe CEF-Kredit				6.008,49	100,00 %
	Einsparung durch Arbeit der Bevölkerung				0,00	0,00 %

Gebiet I Kanalbauwerke		Materialkosten				
Nummer	Beschreibung	Einheit	Quantität	Einzelpreis [R\$]	Gesamtpreis [R\$]	Finanziert durch
41-06236-7	<u>Eisendeckel</u> Deckel T-55, T-88	1	25	50,17	1.254,25	CEF-Kredit
42-10465-5 42-10464-7	<u>Vorrichtung für das Inspektionsrohr</u> Rohre PVC vinilfort JE: Ø=100mm, Länge 6,00 m Ø=150mm, Länge 6,00 m	m m	18 18	3,74 7,85	67,32 141,30	CEF-Kredit CEF-Kredit
42-13436-8 42-11515-0	Kurvenstück PVC vinilfort PBJE: Ø=100mm, 90° Ø=150mm, 90°	1 1	9 7	8,07 26,98	72,63 188,86	CEF-Kredit CEF-Kredit
42-17492-0 42-17490-4	Deckel Komplett für Inspektionsrohr Ø=100mm Ø=150mm	1 1	9 7	13,44 19,33	120,96 135,31	CEF-Kredit CEF-Kredit
46-11396-4 46-10469-8	<u>Gummidichtung vinilfort</u> Ø=100mm Ø=150mm	1 1	12 10	0,49 0,97	5,88 9,70	CEF-Kredit CEF-Kredit
	Summe total				1.996,21	100,00 %
	Summe SANEPAR				0,00	0,00 %
	Summe CEF-Kredit				1.996,21	100,00 %

	Einsparung durch Arbeit der Bevölkerung				0,00	0,00 %
<b>Gebiet I</b>	<b>Hausanschlüsse</b>	<b>Arbeitskosten</b>				
Nummer	Beschreibung	Einheit	Quantität	Einzelpreis [R\$]	Gesamtpreis [R\$]	Finanziert durch
	<u>Erdbewegungen</u>					
	Aushub:					
	Manueller Aushub der Gräben:					
	In kompaktem Boden mit Tiefen von					
401030	0 m < h ≤ 2m	m <sup>3</sup>	258	10,43	2.690,94	Bewohner
	In lehmigem Boden, mit Tiefen von					
401020	0 m < h ≤ 2m	m <sup>3</sup>	258	12,46	3.214,68	Bewohner
	Auffüllen:					
	Manuelles auffüllen und mechanisches Verdichten					
410030	in 20cm breiten Kammern	m <sup>3</sup>	516	1,90	980,40	Bewohner
	Erdtransport:					
	Auf asphaltierter Straße, Distanz 3km	m <sup>3</sup>	66	1,05	69,30	Bewohner
	Auf nicht asphaltierter Straße, Distanz 2 km	m <sup>3</sup>	66	0,96	63,36	Bewohner
	Auf Baustellezufahrtsweg, Distanz 1 km	m <sup>3</sup>	66	1,04	68,64	Bewohner
	Halde:					
430010	Ablagerung der Erde auf der Halde	m <sup>3</sup>	33	0,79	26,07	Bewohner
	<u>Gründungen und Strukturen</u>					
	Auflageschicht erstellen:					
902020	Sand	m <sup>3</sup>	10	25,34	253,40	Bewohner
902030	Kies	m <sup>3</sup>	2	43,00	86,00	Bewohner
	<u>Verlegungen</u>					
1005040	Rohre, PVC vinilfort-JE, Ø=100mm, Länge 6,00 m	m	600	0,65	390,00	Bewohner
	Verlegung von Zusatzstücken und Anschlüssen:					
	Kurven, PVC vinilfort PBJE					
1041040	Ø=100mm	1	240	3,80	912,00	Bewohner
	Zusatzteile für Inspektionsrohre, PVC vinilfort					
1080010	Ø=100mm	1	240	8,84	2.121,60	Bewohner
	<u>Diverse Arbeiten</u>					
	Transporte aus asphaltierter Straße, Distanz 5 km	t	1	7,13	7,13	Bewohner
1920010	Reinigung der Baustelle	m	600	0,69	414,00	Bewohner
	Summe total				11.297,52	100,00 %
	Summe SANEPAR				0,00	0,00 %
	Summe CEF-Kredit				0,00	0,00 %
	Einsparung durch Arbeit der Bevölkerung				11.297,52	100,00 %
	Reale Einsparung (da bei Durchführung durch die Bewohner keine Maschinen benutzt werden)				6.831,43	

<b>Gebiet I</b>	<b>Hausanschlüsse</b>	<b>Materialkosten</b>				
Nummer	Beschreibung	Einheit	Quantität	Einzelpreis [R\$]	Gesamtpreis [R\$]	Finanziert durch
42-10465-5	<u>Rohre PVC vinilfort JE</u> Ø=100mm, Länge 6,00 m	m	600	3,74	2.244,00	CEF-Kredit
42-13436-8	<u>90° Kurvenstück PVC, Anschlüsse</u> Ø=100mm	1	240	8,07	1.936,80	CEF-Kredit
	<u>Vorrichtung für das Inspektionsrohr</u>					
	Rohre PVC vinilfort JE:					
42-10465-5	Ø=100mm, Länge 6,00 m	m	240	3,74	897,60	CEF-Kredit
	T-Stück PVC vinilfort BBBJE:					
42-21260-1	Ø=100mm, 100 mm Länge	1	240	15,80	3.792,00	CEF-Kredit
	Deckel Komplett für Inspektionsrohr					
42-17492-0	Ø=100mm	1	240	13,44	3.225,60	CEF-Kredit
	<u>Gummidichtung vinilfort</u>					
46-11396-4	Ø=100mm	1	1.100	0,49	539,00	CEF-Kredit
	Summe total				12.635,00	100,00 %
	Summe SANEPAR				0,00	0,00 %
	Summe CEF-Kredit				12.635,00	100,00 %
	Einsparung durch Arbeit der Bevölkerung				0,00	0,00 %

Abb. 67 - Tabelle Kostenaufstellung Gebiet I

## 8. Literaturverzeichnis

### **Pfeiffer, Peter**

“Urbanização Sim, Remoção Nunca!” (Urbanisation Ja, Vertreibung Nie!) – Politische, sozioökonomische und urbanistische Aspekte der Favelas und ihre soziale Organisation in Rio de Janeiro: Entwicklung, Tendenzen, Perspektiven (Dissertation), 1985,

FB Philosophie und Sozialwissenschaft I der FU Berlin.

### **Wantowski, Rosclair**

Estudo de Caso: A Favela de São Domingos, localizada em Curitiba (die Favela São Domingos in Curitiba), 1989

### **Do Amaral, Carlos Silveira**

Sozioökonomische Aspekte öffentlicher Programme zur Verbesserung bestehender Spontansiedlungen, dargestellt am Beispiel der “Favela do Jacarezinho” in Rio de Janeiro, 1986, Institut für Regionalwissenschaft der Universität Karlsruhe.

### **De Souza, Marcelo José Lopes**

Armut, sozialräumliche Segregation und sozialer Konflikt in der Metropolitanregion von Rio de Janeiro. Ein Beitrag zur Analyse der “Stadtfrage” in Brasilien, 1993, Tübingen.

### **TRIALOG**

Zeitschrift für das Planen und Bauen in der Dritten Welt, 1995 Nr.46 / 3.Quartal: Brasilien

### **Lange, Udo**

Stadtplanung in einer brasilianischen Metropole. (Curitiba, Paraná), Institut für Raumplanung, 1987, Universität Dortmund.

### **Almanaque Brasil**

(Almanach Brasilien), 1997/98, Editora terceiro mundo (Dritte Welt Verlag)

### **Olympio da Rocha, Helio**

Die Böden und geomorphologischen Einheiten der Region von Curitiba, Innaugural Dissertation, Fakultät der Forstwissenschaften, Universität Freiburg, 1987, Universitätsbibliothek Karlsruhe

### **Fernandes, Carlos**

Esgotos Sanitários (häusliche Abwässer), Editora Universitario, **Universidade Federal de Paraná** (UFPR = Bundesuniversität von Paraná), 1996, Bibliothek von SANEPAR.

### **WHO**

**World Health Organisation**

Jahresbericht 1982, Bibliothek von SANEPAR

### **McJunkin, F. Eugene**

Water and human health, U.S. Agency for International Development, 1982, Bibliothek von SANEPAR.

### **Heller, Léo**

Saneamento e Saude (Trinkwasserversorgungs-, Abwasserableitungssysteme und Gesundheit), Brasilia, 1997, Bibliothek von SANEPAR

### **IPPUC**

Jahresbericht des Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (Institut für Umfragen und urbane Planungen in Curitiba), 1994, Bibliothek von SANEPAR

### **SMS/DMS**

Bericht des Secretaria Municipal da Saúde (Gesundheitsministerium) / Departamento de Epidemiologia e Saúde (Abteilung Epidemiologie und Gesundheit), 1994, Bibliothek von SANEPAR

### **DVE**

Bericht der Divisão de Vigilância Epidemiológica (Abteilung der epidemiologischen Überwachung, 1994, Bibliothek von SANEPAR

Normen:

### **ABNT / NB 566**

“Elaboração de Relatório Preliminar de Sistemas de Esgoto Sanitário” (Ausarbeitung der vorausgehenden Berichte von Abwasserableitungssystemen), Associação Brasileira de Normas Tecnicas (Brasilianische Assoziation für technische Normen), 1975, Rio de Janeiro.

### **ABNT / NB 567**

“Projeto de Redes Coletoras de Esgoto Sanitário” (Planung von Abwasserableitungssystemen), 1975, Rio de Janeiro.

### **ABNT / NBR 9649**

“Projetos de Redes Coletoras de Esgoto Sanitario” (Planung von Abwasserableitungssystemen), 1986 Rio de Janeiro

### **ABNT / NBR 9648**

Studien und Bemessungen eines Abwasserableitungssystemes

### **ABNT / NBR 8160**

Bemessungsgrundlagen für Hausanschlüsse eines Abwasserableitungssystemes