

Diplomarbeit

Reto U Birrer

# Digitale Basiskarte Xochimilco/México City



Massstab 1:12'500

Leitung: Prof. Dr. Lorenz Hurni

Betreuung: Dipl. Ing. Daniel

# Vorwort

Dieser Bericht entstand im Rahmen einer kurzen Diplomarbeit am Institut für Kartographie der ETH Zürich.

Verschiedene Personen machten diese Arbeit durch ihre Unterstützung erst möglich. An dieser Stelle möchte ich ihnen danken:

- Dipl. Ing. Daniel Stähli für das ständig offene Ohr für Fragen und Probleme und für die gemeinsamen Arbeiten in México
- Prof. Dr. Lorenz Hurni für die nicht selbstverständliche Ermöglichung dieser Arbeit und die Anregungen während der Zwischenbesprechung
- Hildeberto A. Pratz für den unermüdlichen Einsatz und die ständigen Bemühungen um unser Wohlergehen in México
- Stephan Räber für die Tips und Kniffs zu kartographischen Darstellungsweisen
- Matthias Kistler für das Erarbeiten der Grundlagen dieser Arbeit und den unvergesslichen Abend in der Santísima

Ganz speziell möchte ich meinen Eltern danken, die mir das Studium als Kulturingenieur und somit auch die vorliegende Arbeit ermöglichten. Für die Unterstützung während all den Jahren danke ich Euch von ganzen Herzen.



Reto Ueli Birrer

Zürich, 07.02.2000

# Zusammenfassung

## Ausgangslage und Aufgabe

Nach einer Anfrage von Hildeberto A. Pratz unterstützte das Institut für Kartographie seinem Wunsch nach einer Basiskarte für seine Heimatgemeinde Xochimilco. Im Sommer 1999 fuhren die zwei Diplomstudenten Matthias Kistler und Reto Birrer sowie der Diplomingenieur Daniel Stähli – Mitarbeiter des Institutes – nach Xochimilco um alle relevanten Daten für die Erarbeitung einer digitalen Karte zu sammeln.

Zurück in Zürich wurde im Januar 2000 die „Digitale Basiskarte Xochimilco“ im Massstab 1:12'500 erarbeitet. Das Endprodukt liegt in digitaler Form (als CD), in gedruckter Form (Plots) sowie als Druckpositivas vor.

## Methodik

Im Feld werden die Informationen des zu kartierenden Gebietes mit Hilfe von GPS-Messungen und einem Feldbuch dokumentiert. Zusammen mit Satelliten- und Luftbildern ergänzen diese, die aus dem Jahre 1984 stammenden Vektordaten. Zusätzlich werden thematische Objekte aufgenommen.

Dieser erste Schritt erfolgt im CAD-Programm MicroStation 5. Nach einer Datenbereinigung sowie Neu-Digitalisierungen werden die Daten ins Zeichnungs-Programm FreeHand 8 exportiert.

Danach erfolgt die gesamte Darstellung der Karte im FreeHand.

## Resultat

Die Wirkung eines übersichtlichen, einheitlichen Layouts der Karte wird durch folgende Punkte erreicht:

- Farbliche Unterscheidung der verschiedenen Flächen
- Klassierung und Beschriftung der Strassen und Kanäle
- Symbolisierung der erfassten thematischen Objekte
- Gestaltung der Legende und des Layouts

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>3</b>
1.1	Xochimilco .....	3
<b>2</b>	<b>Auftrag .....</b>	<b>4</b>
2.1	Räumliche Abgrenzung (Perimeter).....	4
2.2	Thematische Abgrenzung .....	4
2.3	Zeitliche Abgrenzung .....	4
2.4	Datengrundlagen .....	4
<b>3</b>	<b>Ziele.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Vorgehen.....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Aufnahmen im Felde.....</b>	<b>6</b>
5.1	Nachführung der Karte.....	6
5.2	Aufnahme von thematischen Objekten .....	7
5.3	Hilfsmittel zur Nachführung und Aufnahme.....	7
5.3.1	GPS-Messungen .....	7
5.3.2	Feldbuch.....	7
5.4	Ablauf der Arbeiten .....	7
5.5	Erfahrungen .....	8
5.5.1	Nachführung und Aufnahme.....	8
5.5.2	GPS-Messungen .....	8
<b>6</b>	<b>MicroStation 5.....</b>	<b>9</b>
6.1	Arbeiten in Xochimilco.....	9
6.1.1	Strukturierung.....	9
6.1.2	Klassierung .....	9
6.1.3	Nachführung der Karte.....	9
6.2	Arbeiten in Zürich .....	10
6.2.1	Datenbereinigung .....	10
6.2.2	Digitalisierung.....	11
6.3	Erfahrungen .....	11
6.4	Transfer der Daten.....	11

<b>7</b>	<b>FreeHand 8.....</b>	<b>12</b>
7.1	Symbolisierung der Strassen und Kanäle .....	12
7.2	Korrekturen .....	13
7.2.1	Strassen .....	13
7.2.2	Plätze .....	15
7.3	Symbolisierung der thematischen Objekte.....	16
7.4	Farbwahl .....	16
7.5	Einpassung der Namen, Piktogrammen und Nummern.....	17
7.6	Legenden und Layout .....	18
7.6.1	Legenden.....	18
7.6.2	Layout.....	18
7.6.3	Faltung .....	18
7.7	Erfahrungen .....	18
<b>8</b>	<b>Ausblick .....</b>	<b>18</b>
<b>9</b>	<b>Schlusswort.....</b>	<b>19</b>
<b>10</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>20</b>
<b>11</b>	<b>Anhang.....</b>	<b>21</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Arbeitsablauf.....	5
Abbildung 2:	Kachelunterteilung des Perimeters .....	6
Abbildung 3:	Signatur der Strassenbahn.....	10
Abbildung 4:	Nachträgliche Ergänzung von Strassen.....	10
Abbildung 5:	Strichstärke und Farben der Strassen und Kanäle.....	12
Abbildung 6:	Die Verbindungen der Linien und die Form der Sackgassen.....	13
Abbildung 7:	Strassen, die über Kanäle führen und in Kanälen enden.....	13
Abbildung 8:	Generalisierung von zusammenfallenden Strassen .....	14
Abbildung 9:	Lösung des Problems mit den Plätzen .....	15
Abbildung 10:	Piktogramme der thematischen Objekte.....	16
Abbildung 11:	Farbgebung und die dazu entsprechenden CMYK-Werte .....	16
Abbildung 12:	Die engen Platzverhältnisse bei der Einpassung der Namen.....	17

# 1 Einleitung

Das Institut für Kartographie (IKA) der ETH Zürich wurde von Hildeberto A. Pratz - einem ehemaligen Mitarbeiter - angefragt, ob es ihm beim Erarbeiten einer Basiskarte für seine Heimatgemeinde Xochimilco unterstützen kann.

Nach einem regen Informationsaustausch kristallisiert sich heraus, dass durch die Hilfe der Universität von México (UNAM) das Projekt realisierbar ist. Dies insbesondere, da die UNAM über aktuelle Satelliten- und Luftaufbilder des zu kartierenden Gebietes verfügt. So wurde im Frühling 1999 das Projekt als Diplomarbeit sowie einem vorausgehenden vermessungstechnischen Diplomfeldkurs ausgeschrieben.

Das Ziel des Diplomfeldkurses war es, alle relevanten Daten vor Ort zu erheben und soweit als möglich für das anschliessende Symbolisieren zu verarbeiten. Die Resultate sind im technischen Bericht „Basiskarte von Xochimilco / México City“ [Kistler M., 1999] ausführlich dargestellt und sind Grundlage dieser Diplomarbeit.



## 1.1 Xochimilco

In Nahuatl bedeutet Xochimilco: „Ort, wo die Blumen wachsen“. Der im Süden liegende Stadtteil von México City wurde bereits zu prähistorischen Zeiten besiedelt. Im seichten Wasser des südlichen Ausläufers des Texcoco Sees schichteten die Einwohner Lehm, Schlamm und Vegetationsreste auf, um die fruchtbaren „Chinampas“ zu errichten. Durch die stetige Ausbreitung verschwand der einstige See und an seiner Stelle entstand ein Netz von Kanälen mit einer Länge von etwa 100 Kilometern.

Für die etwa 600'000 Einwohner von Xochimilco – sowie die Bewohner von México City – sind die Chinampas ein willkommenes Naherholungsgebiet und eine Möglichkeit der Hektik der Metropole zu entfliehen. Eine Fahrt mit den zahlreichen Gondeln erinnert an Venedig. Nur fährt man hier nicht in Häuserschluchten sondern zwischen Gärten und belassener Natur.

Durch die Landflucht in die Grossstadt steigt der Druck auf die Chinampas. Einige Gebiete wurden innert kurzer Zeit besiedelt. Um dieser Zerstörung Einhalt zu gebieten, wurde in den späten achtziger Jahren ein staatliches Programm zur Erhaltung und Wiederherstellung der Chinampas ins Leben gerufen.

## **2 Auftrag**

Basierend auf den geleisteten Arbeiten während des Diplomfeldkurses in Xochimilco (México City) wird eine „Digitale Basiskarte Xochimilco“ im Massstab 1:12'500 erarbeitet. Die Karte wird ausschliesslich digital redigiert. Das Endprodukt ist in digitaler Form – als CD – sowie in Papierform auszuarbeiten.

### **2.1 Räumliche Abgrenzung (Perimeter)**

Die kartierte Fläche umfasst eine Grösse von 5.6 auf 8.4 Kilometern. Im Westen wird das Gebiet durch die Gemeindegrenze und im Norden durch den ‚Anillo Periferico‘ begrenzt. Im Osten und Süden bilden die Ränder der Hauptsiedlungsfläche die Kartengrenzen.

### **2.2 Thematische Abgrenzung**

Die aus der Arbeit resultierende Karte soll als Basis dienen. Leider konnten während des Diplomfeldkurses nicht alle möglichen thematischen erhoben werden. Dadurch beschränkt sich die Symbolisierung auf die Darstellung der erhobenen Daten.

### **2.3 Zeitliche Abgrenzung**

Die zeitliche Abgrenzung erfolgt einerseits durch den Aufnahmezeitpunkt der Satelliten- und Luftbilder (wahrscheinlich 1997/1998; genauere Angaben sind leider nicht erhältlich) und andererseits durch die Datenerhebung im Juli 1999.

### **2.4 Datengrundlagen**

Als Grundlage für die Karte dienen die Vektordaten der vier „Cartas urbanas“, die im Diplomfeldkurs erhobenen MicroStation-Daten sowie Satelliten- und Luftbilder des Projektgebietes. Im weiteren steht folgendes Kartenmaterial zur Verfügung:

- 1 Karte „Basis-Karte von Xochimilco“ (Massstab 1:12'000)
- 4 Karten „Cartas urbanas“ (Massstab 1:10'000) in Vektor- und Papierform
- 1 Karte „Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (Massstab 1:50'000)
- 1 Karte „Zonificación y Normas de Ordenación (Massstab 1:23'500)

### 3 Ziele

Die Zielsetzung ist das Erstellen einer Basiskarte in digitaler als auch gedruckter Form. Folgende Punkte werden ausgearbeitet:

- Klassierung und Beschriftung der Strassen und Kanäle
- Symbolisierung der erfassten thematischen Objekte
- Gestaltung der Legende und des Layouts

Die Herstellung von Druckpositiva ist das Endziel. Diese werden jedoch erst im Anschluss an diese Arbeit vom Institut für Kartographie produziert.

### 4 Vorgehen

Aus der Abbildung 1 ist die mehrstufige Vorgehensweise zu erkennen.

Im Diplomfeldkurs wurden die kartographisch relevanten Daten vor Ort erhoben und ins CAD-Programm MicroStation 5 umgesetzt.

Zurück in Zürich werden diese Daten in einem ersten Schritt bereinigt. Ein Teil dieser Bereinigung beinhaltet die Digitalisierung sowie Klassierung des gesamten Strassenetzes und eines Teiles des Kanalnetzes.

Im einem zweiten Schritt wird das notwendig Datenmaterial von MicroStation ins Graphikprogramm FreeHand 8.0.1 importiert. Das gesamte kartographische Layout und sämtliche Beschriftungen erfolgen im FreeHand.

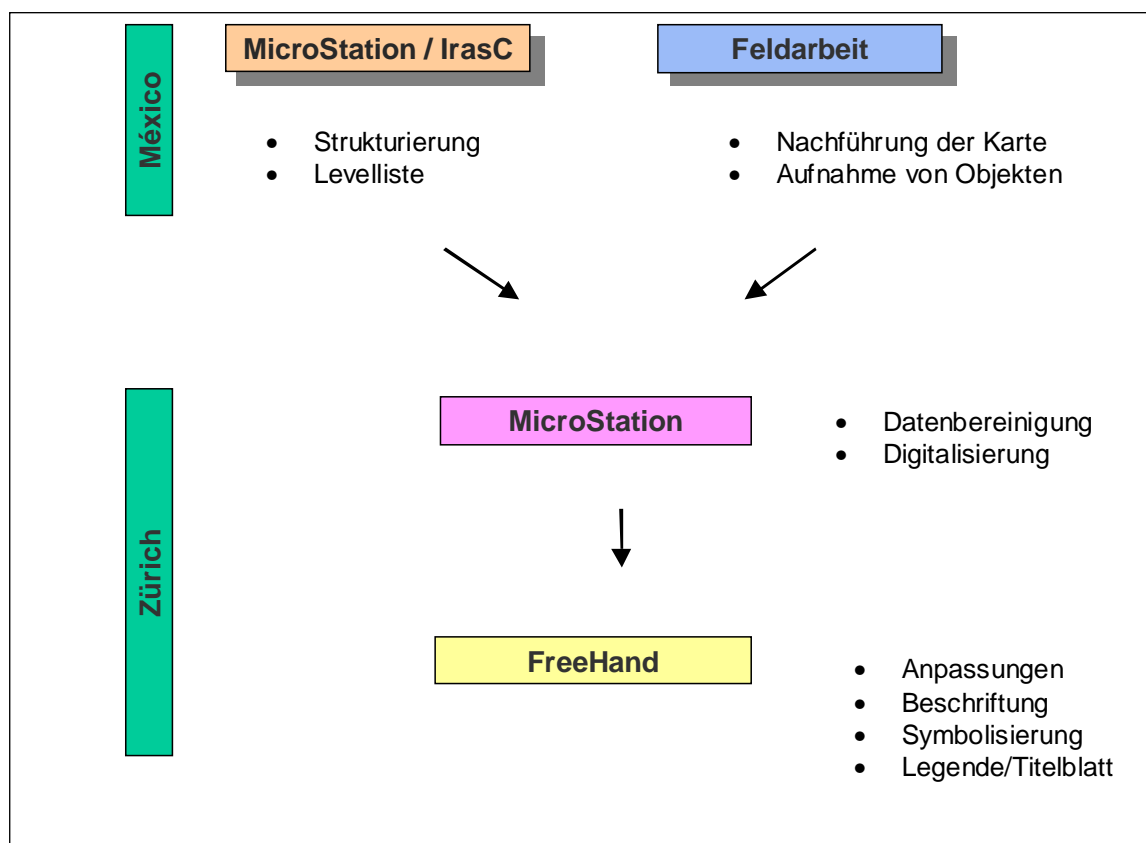


Abbildung 1: Arbeitsablauf



## 5 Aufnahmen im Felde

Alle Feldaufnahmen erfolgten im Rahmen des vermessungstechnischen Diplomfeldkurses in Xochimilco.

Ziel war es, den Stand der bereits bestehenden Daten zu aktualisieren und ausgewählte thematischen Objekte zu erheben.

### 5.1 Nachführung der Karte

Die Vektordaten der vier „Cartas urbanas“ werden mit Hilfe von Satelliten- und Luftbildern sowie GPS-Messungen nachgeführt.

Der Perimeter wird in acht Kacheln aufgeteilt (Abbildung 2). Für jede Kachel steht ein Tag Feldarbeit und ein Tag digitalisieren in MicroStation zu Verfügung. Die unterschiedliche Grösse der Kacheln begründet sich in der höheren Bebauungs- und Informationsdichte im Zentrum.

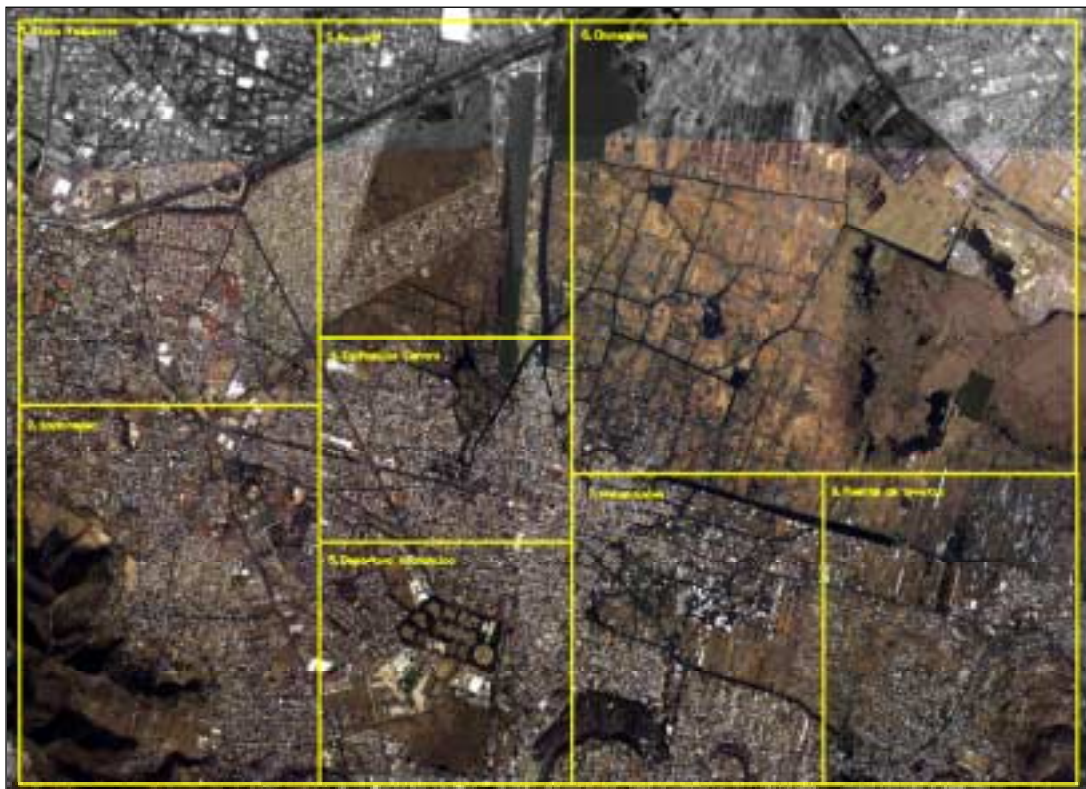


Abbildung 2: Kachelnunterteilung des Perimeters

Für die Aufnahmen im Felde gilt der Grundsatz: „*Es sind nur Felddaten aufzunehmen, wo die Informationen der Satelliten- und Luftbildern nicht ausreichen*“. Dabei handelt es sich vor allem um neue Strassen, die aufgrund der sehr engen Bauweise auf den Luftbildern nicht klar zu erkennen sind.

## 5.2 Aufnahme von thematischen Objekten

Zusätzlich zur Nachführung werden auch eine Anzahl von ausgewählten thematischen Objekten aufgenommen. Es sind dies die folgenden Objekte:

- |                       |                            |                        |
|-----------------------|----------------------------|------------------------|
| • Öffentliche Gebäude | • Schiffsstege             | • Kindergärten         |
| • Banken              | • Busstationen             | • Weitere Objekte      |
| • Postämter           | • Strassenbahnhaltestellen | • <i>Hotels</i>        |
| • Märkte              | • Tankstellen              | • <i>Restaurants</i>   |
| • Spitäler            | • Sportanlagen             | • <i>Polizeiposten</i> |
| • Kirchen             | • Museen                   | • <i>Taxistände</i>    |
| • Friedhöfe           | • Schulen                  | • <i>Parkplätze</i>    |

Aus Zeitgründen musste im Verlauf der Arbeit auf die Aufnahme der *kursiv* geschriebenen Objekte verzichtet werden. Die vollständige Liste aller aufgenommenen thematischen Objekte kann dem Anhang B entnommen werden.

## 5.3 Hilfsmittel zur Nachführung und Aufnahme

Zur Nachführung der Karte und zur Aufnahme von thematischen Objekten kommen GPS-Messungen und ein Feldbuch zum Einsatz.

### 5.3.1 GPS-Messungen

Bei der Nachführung und Aufnahme wurden zwei GeoExplorer II von Trimble eingesetzt. Das angewendete Verfahren ist die differentielle Code-Messung. Nähere Angaben zu den genauen Messverfahren können dem technischen Bericht des Diplomfeldkurses entnommen werden [Kistler M., 1999].

Die GeoExplorer II sind mit einem sogenannten „Data Dictionary“ ausgerüstet. Dieser erlaubt es, im Büro ein Verzeichnis der aufzunehmenden „Features“ (Objekte) zusammenzustellen. Dadurch lassen sich bereits im Felde den aufgenommenen Daten bestimmte Attribute zuordnen und sie können in Klassen eingeteilt werden.

### 5.3.2 Feldbuch

Als zusätzliche Hilfe für die spätere Digitalisierung wird ein vereinfachtes Feldbuch geführt. Die Nachführungen sowie die aufgenommenen thematischen Objekte werden in einer Karte eingetragen und numeriert. Die Namen der Strassen, Kanäle und thematischen Objekte werden anhand der Nummern protokolliert.

## 5.4 Ablauf der Arbeiten

Der Ablauf der Arbeiten sieht folgendermassen aus:

### 1.Tag (Im Felde)

- Aufstellen der Basis-Station
- Fahrt ins Arbeitsgebiet
- Eine Person macht die GPS-Aufnahmen
- Eine Person führt das Protokoll

### 2.Tag (MicroStation)

- Import der GPS-Daten
- Digitale Nachführung
- Klassifizierung / Bereinigung
- Thematische Bearbeitung

## **5.5 Erfahrungen**

### **5.5.1 Nachführung und Aufnahme**

Die Kartennachführung erweist sich als sehr aufwendig. Durch die dichte Bauweise fehlt die Übersicht über das Gebiet. Oft müssen die neue Strassen abgefahren oder abgegangen werden, um in Erfahrung zu bringen, ob es sich um eine durchgehende Strasse oder eine Sackgasse handelt. Die Ortskenntnisse des Fahrers sind jedoch eine willkommene Hilfe.

Da oft gleichzeitig eine neue Strasse auf der Karte nachgeführt, deren Namen protokolliert wird und nach weiteren neuen Strassen Ausschau gehalten wird, bestand die Gefahr, dass aufzunehmende thematische Objekte beinahe übersehen wurden.

### **5.5.2 GPS-Messungen**

Das viel zu geringe Speichervolumen der GPS-Geräte erlaubt nur Messungen während vier bis fünf Stunden. Danach müssen die Daten ausgelesen und der Speicher geleert werden. Dies kompliziert die Feldarbeit erheblich.

Die Funktion des „Data Dictionary“ erweist sich für die Klassenzuordnung als sehr angenehm und hilfreich für die spätere Digitalisierung. Das „eintippen“ von Namen ist jedoch sehr unpraktikabel, da für jeden Buchstaben mit Hilfe von Pfeiltasten durch das Menü gescrollt werden muss.

---

## 6 MicroStation 5

Die Arbeit an MicroStation gliedert sich in zwei Arbeitsperioden. Der ersten Zeitabschnitt umfasst die Strukturierung der Daten, die Klassierung und die Nachführung der Karte. Diese Arbeiten erfolgten in Xochimilco. Im zweiten Zeitabschnitt werden in Zürich die Daten bereinigt und teilweise ergänzt. Zusätzlich erfolgen weitere Digitalisierungen.

Die Arbeiten in MicroStation haben zum Ziel, die Daten zum Export ins Graphik-Programm FreeHand vorzubereiten.

### 6.1 Arbeiten in Xochimilco

#### 6.1.1 Strukturierung

Wie im Kapitel 5.1 bereits erwähnt, wird der Perimeter in acht Kacheln unterteilt. Für jede Kachel steht ein Tag zur digitalen Nachführung zur Verfügung.

#### 6.1.2 Klassierung

Für die Unterscheidung der verschiedenen thematischen Objekten und Flächen werden 51 Klassen gebildet. Jeder dieser Klasse wird eine Ebene (Level) zugewiesen. Dadurch wird zwischen Siedlungsgebiet, sonstigen Flächen, Kanälen, Objekten sowie Texten unterschieden. Die vollständige Levelliste ist dem Anhang A zu entnehmen.

#### 6.1.3 Nachführung der Karte

Zur digitalen Nachführung der Karte werden im MicroStation die Luftbilder, die GPS-Messungen und die bestehende digitale Karte auf verschiedenen Ebenen (Layers) dargestellt. Anhand dieser visuellen Informationen können die Änderungen digitalisiert und die bestehenden „Shapes“ (Flächenelemente) bereinigt werden. Gleichzeitig erfolgt die Einteilung in die verschiedenen Klassen. Zuletzt werden den thematischen Objekte Nummern zugewiesen und gleichfalls klassiert.

## 6.2 Arbeiten in Zürich

### 6.2.1 Datenbereinigung

Da die Arbeiten in Xochimilco unter einem starken Zeitdruck litten, müssen die gesammelten Daten bereinigt werden. Einerseits werden falsch klassierte Daten den richtigen Klassen zugeordnet und „Datenmüll“ muss gelöscht werden, andererseits erfolgen Ergänzungen.

#### *„Datenmüll“*

Bei „Datenmüll“ handelt es sich um Linien und Flächenelemente („Shapes“), die zweimal vorhanden sind. Um die Grösse der Datei zu senken und Komplikationen beim Export ins FreeHand zu vermeiden, müssen die Linien gelöscht werden. Einen Spezialfall zeigt Abbildung 3. Die einmal digitalisierte Signatur der Strassenbahn (Querstriche) muss gelöscht werden.

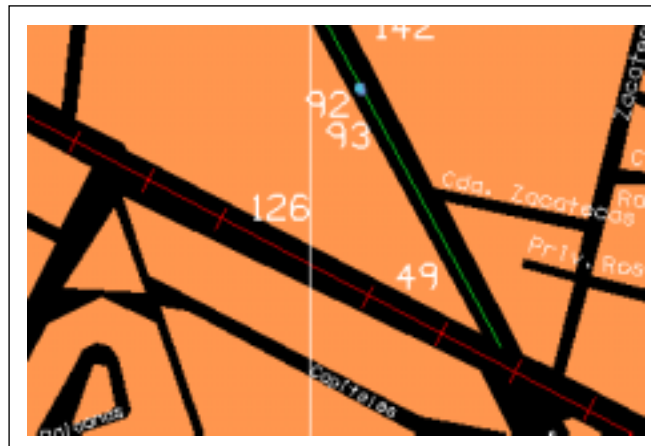


Abbildung 3: Signatur der Strassenbahn

#### *Ergänzungen*

Die in Xochimilco teilweise nicht vollständig digitalisierten Gebiete müssen nachträglich ergänzt werden. Eine solche Ergänzung von Strassen ist der Abbildung 4 zu entnehmen.

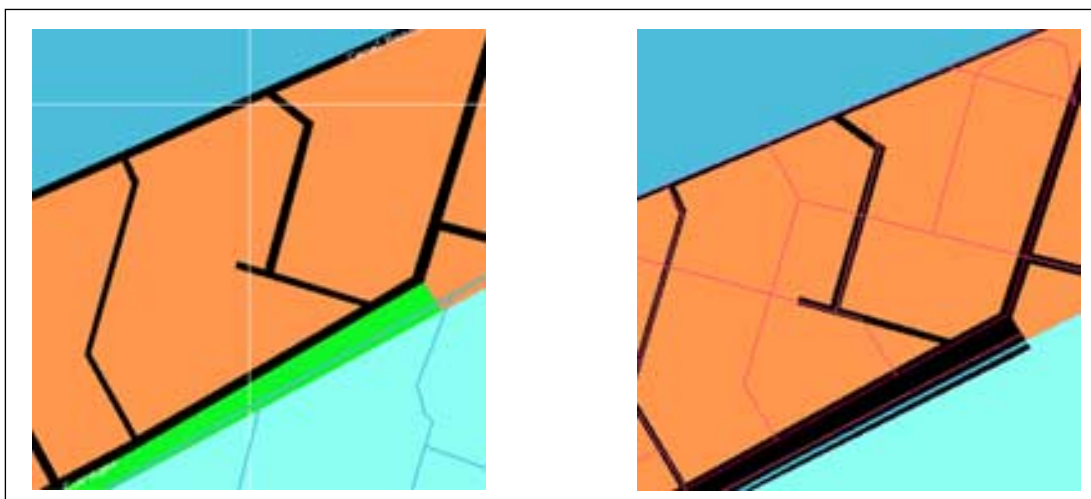


Abbildung 4: Nachträgliche Ergänzung von Strassen

Die Unterteilung der Klasse Wiese/Weide in die neuen Klassen Wiese/Weide, Grünanlage/Friedhof, Sportplätze und Grünstreifen sind eine weitere Ergänzung. Zur Vereinfachung der Arbeit und für eine bessere Übersicht wird zudem die Levelliste neu geordnet (Anhang A)

### 6.2.2 Digitalisierung

Der Grund für die zusätzliche Digitalisierung liegt darin, dass in Xochimilco die Strassen nur als Aussparung zwischen den Flächen („Shapes“) dargestellt wurden. Um im Free-Hand die Strassenbreiten sowie die Kanalbreiten frei wählen zu können, müssen alle Strassen digitalisiert werden. Gleichzeitig werden die Ränder aller Flächenelemente (Siedlungsgebiet, Wald, Wiese etc.) auf die Strassenachse digitalisiert.

Die Strassen sind nach ihrer Bedeutung hierarchisch in vier Klassen eingeteilt:

- Hauptstrasse
- Nebenstrasse
- Erschliessungsstrasse
- Quartierstrasse
- 

Die bestehenden Plätze werden ebenso digitalisiert und klassiert.

Die Gliederung der Kanäle in drei Klassen erfolgte bereits in Xochimilco:

- Hauptkanal
- Nebenkanal
- Kleinkanal

## 6.3 Erfahrungen

Das Digitalisieren nimmt äusserst viel Zeit in Anspruch und ist eine sehr repetitive Arbeit.

Dafür erlaubt die Ebenenstruktur ein sehr einfaches arbeiten, obwohl dies sicher noch verbesserungsfähig ist.

Das zusätzliche Komponente IrasC ermöglicht durch das Einblenden von referenzierten Photos oder Scans. Dies macht die Nachdigitalisierung sehr einfach und schafft Unklarheiten schnell aus dem Weg.

## 6.4 Transfer der Daten

Der Transfer der Daten von MicroStation zu FreeHand gestaltete sich als aufwendig. Im MicroStation werden in zwei Ecken Passpunkte eingezeichnet und die Datei im DXF-Format abgespeichert. Diese Datei kann im FreeHand importiert werden, ist jedoch nicht skaliert. Die Passpunkte dienen zur Skalierung auf die gewünschte Massstabsgrösse.

Aufgrund der Kenntnis der realen Ausdehnung der Karte und des gewünschten Massstabes kann die Datei skaliert werden. Die Daten werden mit dem Faktor 48,8374 Prozent verkleinert. Der daraus resultierende Fehler in der oberen rechten Ecke beträgt in der Horizontalen 0.02 Millimeter und in der Vertikalen 0.01 Millimeter

## 7 FreeHand 8

Das Ziel der Arbeiten in FreeHand ist die Symbolisierung der Karte. Diese umfasst die Darstellung der Strassen und Kanäle, die Symbolisierung und Numerierung der thematischen Objekte, die Farbwahl der Flächenelementen sowie die Ausarbeitung der Legenden und des gesamten Layouts.

### 7.1 Symbolisierung der Strassen und Kanäle

In einem ersten Schritt werden aus der bestehenden Karte die üblichen Strassenbreiten der vier Strassenklassen (Hauptstrasse, Nebenstrasse, Erschliessungsstrasse, Quartierstrasse; Kapitel 6.2.2) ermittelt. Jeder Klasse wird eine Strichstärke sowie eine Farbe zugeteilt. Im zweiten Schritt wird die Grösse des Strassennamens an die Breite der Strasse angepasst. Bei der niedrigsten Strassenklasse (Quartierstrasse) ergibt dies eine Schriftgrösse von 4.5 Punkten. Diese Schrift ist nur mit Mühe lesbar. Aus diesem Grunde wird die Schriftgrösse der Quartierstrassen auf 6 Punkte und die Strichstärke der Strassen von 1 mm auf 1.3 mm erhöht. Dadurch laufen die Strassennamen über die Strassenbreite hinaus. Die Abbildung 5 zeigt die Farbgebung sowie die Strichstärke der Strassen und Kanäle.








	<b>Calles 1er Orden</b>	3 Millimeter
	<b>Calles 2ndo Orden</b>	2.2 Millimeter
	<b>Calles 3er Orden</b>	2.2 Millimeter
	<b>Calles 4to Orden</b>	1.3 Millimeter
	<b>Canal principal</b>	2.75 Millimeter
	<b>Canal mediano</b>	2 Millimeter
	<b>Canal pequeno</b>	1 Millimeter

Abbildung 5: Strichstärke und Farben der Strassen und Kanäle

## 7.2 Korrekturen

Durch den Import der Daten aus MicroStation sowie der Wahl der Strassen- und Kanalbreiten können Darstellungsprobleme auftauchen. Mit einer genauen Kontrolle werden diese aus der Welt geschaffen.

### 7.2.1 Strassen

#### *Verbindung der Linien / Sackgassen*

Anfänglich wurden die Verbindungen der Linien an ihren Punkten als eckig definiert. Dies sieht jedoch sehr unsauber aus (Abbildung 6). FreeHand erlaubt es die Verbindungspunkte als eckig zu wählen. Dadurch werden jedoch alle Sackgassen ebenfalls rund ausgebildet. Der Weg zum Ziel ist die Definition eines neuen Formates mit eckigen Verbindungspunkten für die alle Sackgassen der Strassenklassen (Abbildung 6).

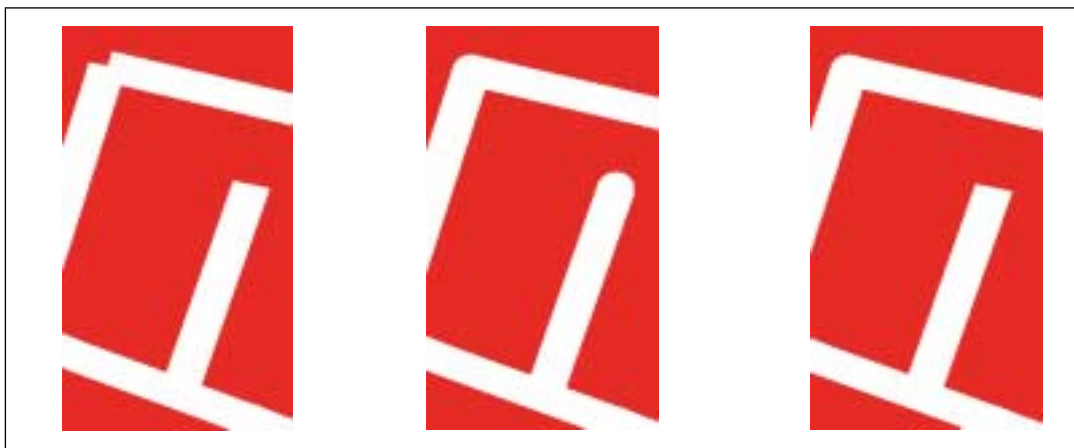


Abbildung 6: Die Verbindungen der Linien und die Form der Sackgassen

#### *Kanalüberführungen*

Eines der auftretenden Probleme sind die Strassen, die über einen Kanal führen oder in einem Kanal enden (Abbildung 7). Zur Lösung werden für jede Strassenklasse eine zusätzliche Klasse „Brücken“ geschaffen und die Überführungen dieser zugewiesen. Die Ebenen „Brücke“ kommt über den Ebenen „Kanäle“ und diese wiederum über den Ebenen „Strassen“ zu liegen.

Die in Kanälen endenden Strassen werden in ihrer jeweiligen Klasse belassen. Ihre Enden werden in die Achse der Kanäle verlängert.



Abbildung 7: Strassen, die über Kanäle führen und in Kanälen enden



### *Zusammenfallen von Strassen und Kanälen*

Durch die Wahl der Strichstärken der Strassen kann es geschehen, dass zwei parallel verlaufende Strassen aufeinander fallen und dadurch das Bild einer höher klassierten Strasse entsteht (Abbildung 8). In solchen Fällen werden die Strassen optisch voneinander getrennt und generalisiert. Genau gleich wird vorgegangen, wenn Strassen und Kanäle parallel zueinander verlaufen.

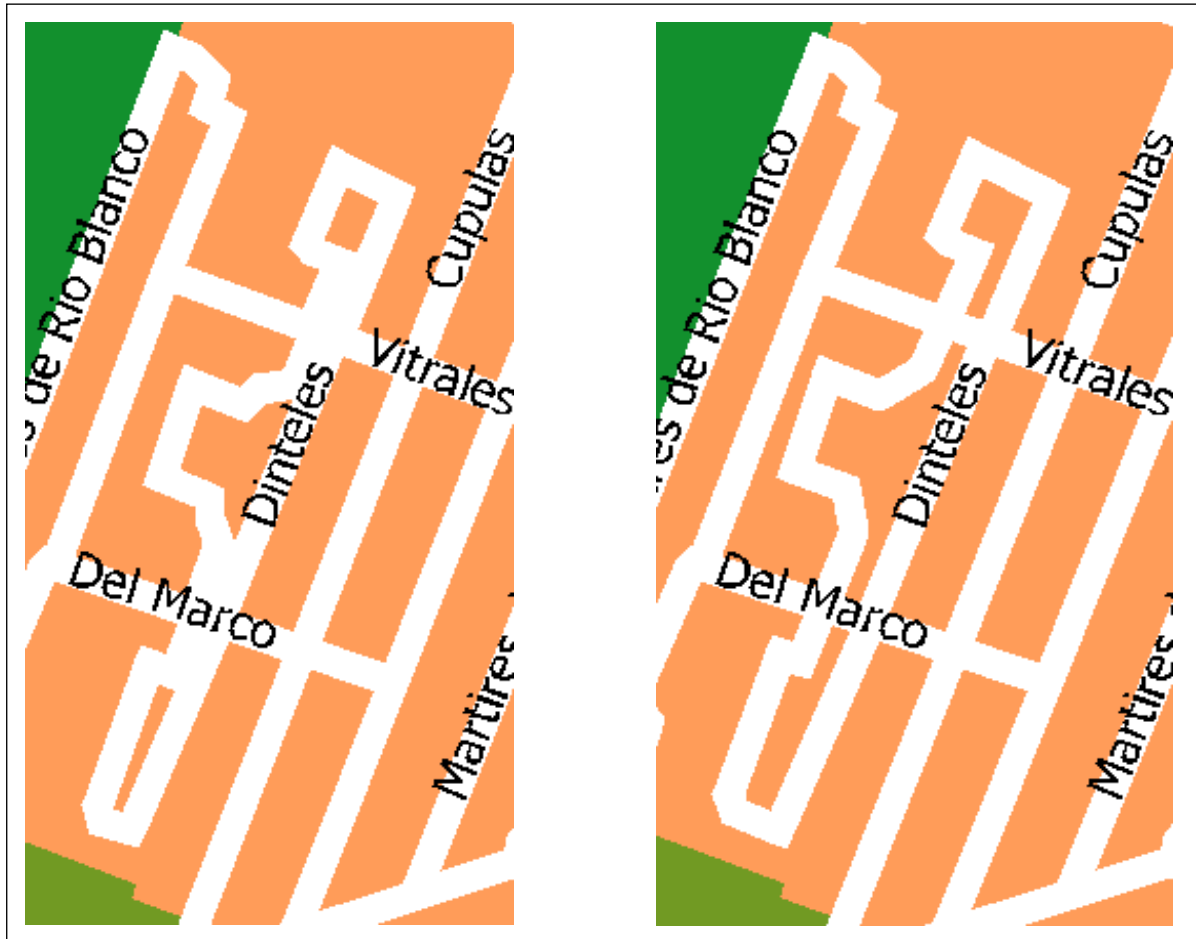


Abbildung 8: Generalisierung von zusammenfallenden Strassen

### 7.2.2 Plätze

Wie bereits in Kapitel 6.2.2 erwähnt, sind die Plätze einzeln digitalisiert. Dabei wurde so digitalisiert, dass durch die freie Wahl der Strichstärke der Strassen die Form des Platzes immer erhalten bleibt. Wie Abbildung 9 zeigt, entstehen Probleme beim Aufeinandertreffen von Strassen unterschiedlicher Farbgebung. Liegt die Strasse der tieferen Hierarchie unten, wird die digitalisierte Form des Platzes erkannt. Liegen diese Strassen auf dem Platz, wird dieser völlig verunstaltet. Zur Lösung wird das Ende der linken Strasse an den Anfang des Platzes herangeführt und in die Klasse „Strassen oben“ gelegt. Die rechte Strasse befindet sich in der normalen „Strassen unten“-Klasse. Zuerst liegt somit die Ebene „Strassen oben“ darunter liegen die Ebenen „Platz“ und darunter die Ebenen „Strassen unten“.

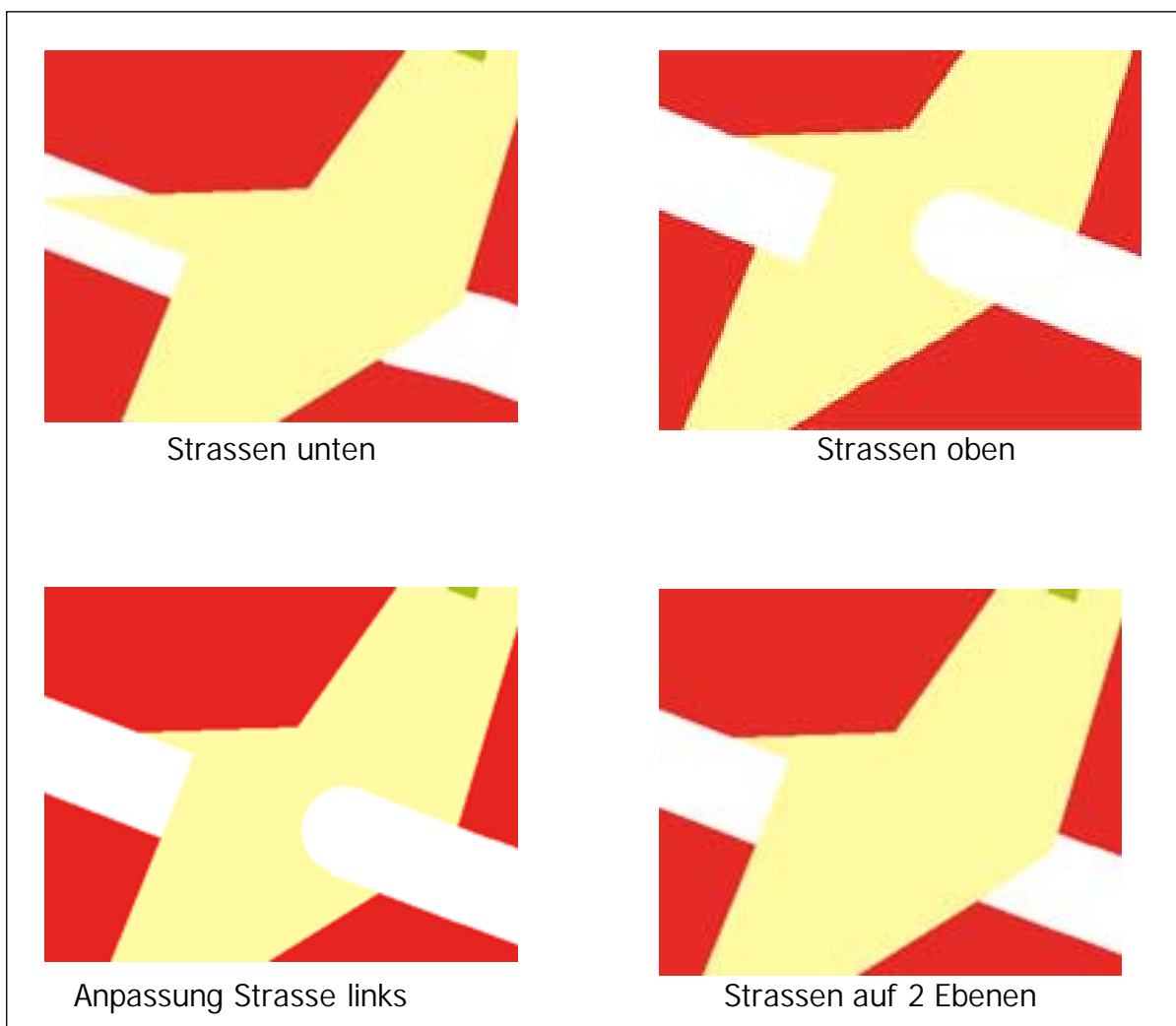


Abbildung 9: Lösung des Problems mit den Plätzen

### 7.3 Symbolisierung der thematischen Objekte

Die Symbolisierung der thematischen Objekte ist möglichst einheitlich gewählt (Abbildung 10). Die Grundlage der Piktogramme sind aus dem „Libraries Catalogue“ von CorelDRAW 9 [CorelDRAW 9, 1999]. Diese wurden auf die Grösse und dem Bedürfnis der sauberen Darstellung angepasst.



Abbildung 10: Piktogramme der thematischen Objekte

Das etwas aus der Reihe laufende Piktogramm Ferrocarril (Strassenbahn) ist so gewählt, da es dem bereits existierende Signet entspricht.

### 7.4 Farbwahl

Bei der Farbwahl wird darauf geachtet möglichst warme und keine schrillen Farben zu verwenden. Eine ausgeglichene Farbverteilung ist wichtig, um einer Fläche nicht zuviel Gewicht zu geben damit sie sich gegenüber der anderen nicht hervorhebt.

Da die Karte sowohl im Vierfarbendruck-Verfahren, als auch in einem Plotter gedruckt wird, werden die Farben zweimal angepasst. Für den Vierfarbendruck steht eine CMYK-Farbtabelle zur Verfügung. Die Farbabstimmung für den Druck mit dem Plotter muss iterativ erfolgen, da jeder Druckertreiber wieder andere Farben generiert. Aus diesem Grund sind die in Abbildung 11 dargestellten Farben nur annäherungsweise die tatsächlichen Farben. Abbildung 11 zeigt auch die den Farben entsprechenden CMYK-Werte.



Abbildung 11: Farbgebung und die dazu entsprechenden CMYK-Werte

## 7.5 Einpassung der Namen, Piktogrammen und Nummern

Die Einpassung aller Namen, Piktogrammen und dazugehörigen Nummern ist einer der grossen Herausforderungen eines Kartographen.

Bei den Strassennamen wird darauf geachtet, dass wann immer möglich der „Fluss“ einer Strasse nicht durch querverlaufende Namen gestört wird.

Der Mittelpunkt jedes Piktogramms ist der Ort, wo sich das thematische Objekt befindet. Liegen zwei Objekte jedoch direkt nebeneinander so werden die Piktogramme auseinandergeschoben. Die zu den Piktogrammen gehörende Nummerierungen liegen - sofern es der Platz erlaubt – direkt unterhalb des Symbols. Aus kartographischer Sicht ist dies nicht der beste Ort. Leider reichte die Zeit nicht, diesen Mangel zu korrigieren. Vor dem erstellen der Druckpositiva wird dies jedoch nachgeholt.

Oft verdecken die Piktogramme die bereits gesetzten Strassennamen. Als Kompromiss muss vom Grundsatz des „guten Flusses“ einer Strasse teilweise abgerückt werden.

Als letztes werden die Quartiernamen eingefügt. Auch dabei müssen öfters Strassennamen und Piktogramme etwas verschoben werden. Abbildung 12 zeigt wie eng teilweise die Platzverhältnisse sind.

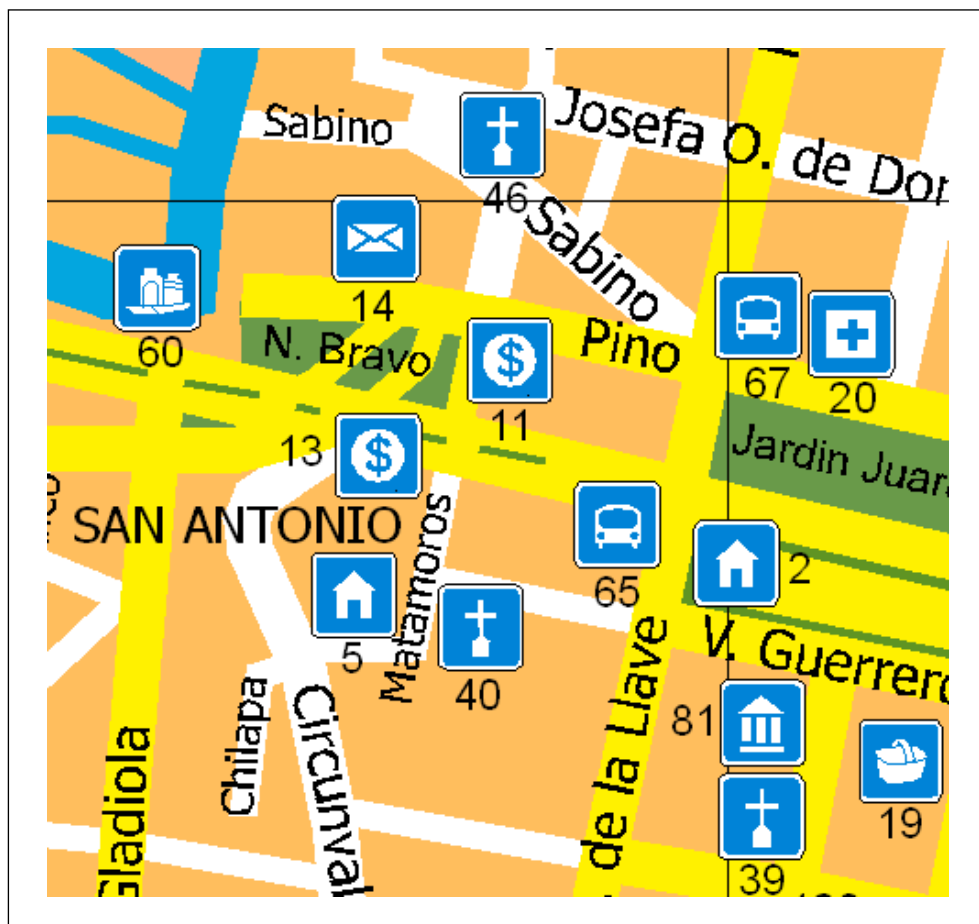


Abbildung 12: Die engen Platzverhältnisse bei der Einpassung der Namen

## **7.6 Legenden und Layout**

### **7.6.1 Legenden**

Die Legenden beinhalten sämtliche Signaturen der Strassen und Kanäle sowie die Piktogramme. Die Aufschlüsselung der thematischen Objekte erfolgt über eine Legende, die thematisch und alphabetisch geordnet ist. Bei jedem Objekt steht die zugewiesene Nummer sowie in welchem Gitterfeld es zu finden ist. Die vollständige Liste aller thematischen Objekten sowie deren Gitterfeldzuweisung können dem Anhang B entnommen werden.

Ein Kilometerbalken und die Grösse des Massstabes runden die Legende ab.

### **7.6.2 Layout**

Das Layout der Karte ist kompakt und sauber gegliedert. Alle Legenden befinden sich an einem Ort und sind nicht über die Karte verstreut. Auf speziellen Wunsch von Hildeberto A. Pratz werden zusätzlich noch Photos eingepasst.

### **7.6.3 Faltung**

Die Karte wird als Zick-Zack-Falzung mit Querbruch gefalten.

## **7.7 Erfahrungen**

Die Strukturierung des FreeHands mit Ebenen und Formaten erlauben ein sehr einfaches und effizientes Arbeiten. Farben und Formate können sehr schnell verändert werden. Verschiedene Varianten von Farbe und Form lassen sich effizient miteinander vergleichen. Die in den vorgehenden Kapiteln erwähnten Probleme und ihre Lösungen brachten eine Vielzahl von zusätzlichen Ebenen. Die Übersicht über die mehr als 70 Ebenen kann deshalb manchmal etwas verloren gehen.

## **8 Ausblick**

Ohne allzu grossen Aufwand kann die Karte jederzeit ausgebaut werden. So ist ein Strassennamen-Verzeichnis sowie ein Karten-Inlet des Zentrums eine sinnvolle Ergänzung. Auch die Aufbereitung der Karte in einem „Macromedia-Director“, wäre wünschenswert.

Die Karte legt sicher eine Basis für weitere Ergänzungen. Mit der Verdichtung der Informationen ist sie noch stark ausbaufähig.

## 9 Schlusswort

Die vorliegende Arbeit ist eine Kartenherstellung von Grund auf. Zuerst mussten in México sämtlich Daten gesammelt und verarbeitet werden. In der Schweiz erfolgte dann die Darstellung der Daten. Dieser komplette Weg einer Karte zu gestalten hat mir grossen Spass gemacht.

Der geneigte Leser wird jedoch sicher feststellen, dass die Erstellung dieser digitalen Karte **sehr, sehr, sehr** zeitaufwendig ist. In der Zwischenzeit weiss ich genau um wieviel Uhr der letzte Bus nach Hause fährt.

Trotz dieses enormen Zeitaufwandes habe ich viel gelernt und die Arbeit hat mir sehr viel Vergnügen bereitet.



## 10 Literaturverzeichnis

*Kistler Matthias (1999)*

**Basiskarte Xochimilco / México City**

Diplomvermessungskurs 1999 (IKA), ETH Zürich

*Spiess Ernst (1994)*

**Kartographie Grundzüge (Skript)**

Institut für Kartographie (IKA), ETH Zürich

*Theiss Heidolph (1998)*

**Praxis FreeHand 8 für Windows und Mac**

Verlag moderne Industrie AG, Landsberg

*CorelDRAW 9 (1999)*

**Libraries Catalogue**

## **11 Anhang**

### **Anhang A (Levellisten)**

Levelliste „Xochimilco Rohdaten.dgn“

Levelliste „Xochimilco Bereit.dgn“

### **Anhang B (Thematische Objekte)**

Thematische Objekte „Xochimilco Rohdaten.dgn“

Thematische Objekte „Xochimilco Bereit.dgn“