

# Recherchebericht

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Kartendienste</b>	2
1.1	Google Maps	2
1.1.1	Google Distance Matrix API	2
1.1.2	Google Static Maps API, Version 2	4
1.2	Geodatenbank mit PostGIS	5
1.2.1	PostgreSQL	5
1.2.2	pgRouting	6
1.2.3	OpenStreetMap Daten und CloudMade	6
1.2.4	osm2po	6
1.2.5	GeoTools	7
1.3	CloudMade	8
1.4	Bing Maps	8
<b>2</b>	<b>Algorithmen zur Routenberechnung</b>	8
2.1	Allgemeines	8
2.2	mTSP	9
2.3	TSSP	10
<b>3</b>	<b>Konkurrenzprodukte</b>	10
3.1	ISWI e.V.	10
3.2	RudiRockt.de	11
3.3	Flying-Dinner.com	11
3.4	Visum Mannheim	11
3.5	DHBW in Stuttgart	12

# 1 Kartendienste

## 1.1 Google Maps

### 1.1.1 Google Distance Matrix API

Auszug aus der Google Distance Matrix API Dokumentation:

#### Einführung

Das Google Distance Matrix API ist ein Dienst, der die Entfernung und Fahrzeit für eine Matrix aus Ursprungs- und Zielorten angibt. Die zurückgegebenen Informationen basieren auf der vom Google Maps API berechneten empfohlenen Route zwischen Start- und Endpunkten, die aus zwei Zeilen mit den Werten *duration* und *distance* für jedes Paar besteht.

Dieser Dienst gibt keine detaillierten Routeninformationen zurück. Routeninformationen können durch Übergeben des gewünschten einfachen Ursprungs- und Zielorts an das Directions API aufgerufen werden.

#### Zielgruppe

Dieses Dokument ist an Entwickler gerichtet, die Entfernungen und Fahrtzeit zwischen mehreren Punkten mithilfe des Google Maps APIs berechnen möchten. Das Dokument dient als Einführung zur Verwendung des APIs und als Referenzmaterial für die verfügbaren Parameter.

#### Nutzungsbegrenzungen

Jede Anfrage, die an das Distance Matrix API gesendet wird, ist durch die Anzahl der zulässigen Elemente limitiert, die aus der Anzahl der *Ursprungsorte* multipliziert mit der Anzahl der *Zielorte* errechnet wird.

Für das Distance Matrix API gelten folgende Beschränkungen:

- 100 Elemente pro Anfrage
- 100 Elemente in 10 Sekunden
- 2500 Elemente in einem 24-Stunden-Zeitraum

Kunden von [Google Maps API Premier](#) haben höhere Grenzen:

- 625 Elemente pro Anfrage
- 1000 Elemente in 10 Sekunden
- 100000 Elemente in einem 24-Stunden-Zeitraum

Kunden von Maps API Premier können zusätzliche Quoten erwerben, indem sie sich an ihren Google Enterprise Sales Account Manager wenden.

Distance Matrix API-URLs sind vor der URL-Codierung auf 2048 Zeichen beschränkt. Bedenken Sie diese Begrenzung bei der Erstellung Ihrer URLs, da einige Distance Matrix API-Dienst-URLs viele Standorte enthalten können.

Mithilfe des Distance Matrix APIs muss ein Bezug zu den angezeigten Informationen auf einer Google-Karte hergestellt werden; zum Beispiel sollten die Ursprungs-/Zielortpaare ermittelt werden, die eine bestimmte Fahrtzeit voneinander entfernt liegen, bevor diese Ziele auf einer Karte angezeigt werden. Die Verwendung des Diensts in einer Anwendung, die keine Google-Karte anzeigt, ist untersagt.

Eine Distance Matrix API-Anfrage weist die folgende Form auf:

<http://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/output?parameters>

In diesen Fällen kann output entweder

- json (empfohlen) sein und auf eine Ausgabe in JSON (JavaScript Object Notation) verweisen, oder
- xml und auf eine Ausgabe im XML-Format verweisen.

Die wichtigsten Parameter:

- origins (*erforderlich*) – eine oder mehrere Adressen und/oder textuelle Breiten-/Längengradwerte, die durch ein Pipe-Zeichen (|) voneinander getrennt sind und von denen ausgehend die Entfernung und Fahrtzeit berechnet wird.
- origins=Bobcaygeon+ON|41.43206,-81.38992
- destinations (*erforderlich*) – eine oder mehrere Adressen und/oder textuelle Breiten-/Längengradwerte, die durch ein Pipe-Zeichen (|) voneinander getrennt sind und zu denen hin die Entfernung und Fahrtzeit berechnet wird.
- destinations=Darling+Harbour+NSW+Australia|24+Sussex+Drive+Ottawa+ON|Capitola+CA

Quelle: <https://developers.google.com/maps/documentation/distancematrix/?hl=de> (19.04.12)

### 1.1.2 Google Static Maps API, Version 2

Zum Anzeigen der Orte auf einer Karte, so wie es für die Nutzung der Google Distance Matrix API von Nöten ist, kann die Static Maps API genutzt werden.

Über einen HTTP- oder HTTPS- Request werden die benötigten Orte in der URL angegeben. Zurückgeliefert wird das jeweilige Bild mit den angegebenen Orten als Markierungen. Dabei können die Orte als Adressen oder in Breiten- und Längengraden mitgeteilt werden. Es können unterschiedliche Bildformate angefordert werden.

Für das Google Static Maps API ist kein Maps API-Schlüssel mehr erforderlich!

Auszug aus der Google Static Maps API Dokumentation:

#### Nutzungsbegrenzungen

Für die Verwendung des Google Static Maps APIs gilt eine **Suchanfragebegrenzung von 1000 eindeutigen (unterschiedlichen) Bildanforderungen pro Betrachter pro Tag**. Da diese Einschränkung pro *Betrachter* gilt, brauchen sich die meisten Entwickler um die Einhaltung ihres Kontingents keine Sorgen zu machen. Beachten Sie jedoch, dass eine Begrenzung für zusätzliche Anfragen erzwungen wird, um einen Missbrauch des Dienstes zu verhindern. Anfragen identischer Bilder werden im Allgemeinen nur einmal gezählt.

**Static Map-URLs dürfen maximal 2048 Zeichen lang sein.** In der Praxis reicht diese URL-Länge in der Regel vollkommen aus, es sei denn, Sie erstellen komplexe Karten mit zahlreichen Markierungen und Pfaden. Beachten Sie jedoch, dass bestimmte Zeichen möglicherweise von Browsern bzw. Diensten URL-codiert werden, bevor sie an den Google Static Map-Dienst gesendet werden, was zu einer erhöhten Verwendung von Zeichen führt.

Die Einbettung eines Static Maps API-Bildes in der Webseite erfolgt innerhalb des `src`-Attributes eines `<img>`-Tags. Wenn die Webseite angezeigt wird, ruft der Browser das Bild vom Static Maps-API ab und rendert es an der Bildposition. Statische Karten können nur in den Browser-Inhalt eingebettet dargestellt werden. **Die Verwendung außerhalb des Browsers ist nicht zulässig.**

Quelle: <https://developers.google.com/maps/documentation/staticmaps/?hl=de#Moreinfo>  
(19.04.12)

## Exkurs: Browser aus Java Applikation starten

Dies wird hier erläutert:

<http://www.joachim-uhl.de/2008/02/01/browser-aus-java-applikation-starten/> (19.04.2012)

Somit kann die Google Static Maps API auch aus einer Java Anwendung heraus genutzt werden. Seit Java 6 empfiehlt es sich die Klasse `java.awt.Desktop` zu verwenden. Damit lassen sich u. a. die Default Applikationen mit übergebenen File-Namen bzw. URLs starten. Eine feine Sache, die vieles ein wenig leichter macht. Auf folgenden Seiten sollten sich hierzu alle notwendigen Tipps finden:

<http://www.tutego.com/blog/javainsel/2006/08/die-neue-klasse-javaawtdesktop.html>

[http://java.sun.com/developer/technicalArticles/J2SE/Desktop/javase6/desktop\\_api/](http://java.sun.com/developer/technicalArticles/J2SE/Desktop/javase6/desktop_api/)

<http://java.sun.com/javase/6/docs/api/java/awt/Desktop.html> (19.04.2012)

## 1.2 Geodatenbank mit PostGIS

Die Idee einer Geodatenbank im konkreten Anwendungsfall ist es, eine Datenbank mit den geografischen Daten Leipzigs zu erstellen. Als Grundlage kann hier das PostGIS ODBS dienen. Die geografischen Daten können dem OpenStreetMap-Projekt entnommen werden. Hier stehen beispielsweise Downloads für Sachsen zur Verfügung. Die Datenbank ermöglicht schnellere Anfragen für die Bestimmung von Entfernungen als etwa Anfragen an Webservices. Zur Erweiterung der Funktionalität von PostGIS für Routing-Anfragen kann das Tool `pgRouting` verwendet werden.

### 1.2.1 PostgreSQL

Auszug aus der Homepage:

PostgreSQL is a powerful, open source object-relational database system. It has more than 15 years of active development and a proven architecture that has earned it a strong reputation for reliability, data integrity, and correctness. It runs on all major operating systems, including Linux, UNIX (AIX, BSD, HP-UX, SGI IRIX, Mac OS X, Solaris, Tru64), and Windows. It is fully ACID compliant, has full support for foreign keys, joins, views, triggers, and stored procedures (in multiple languages). It includes most SQL:2008 data types, including

INTEGER, NUMERIC, BOOLEAN, CHAR, VARCHAR, DATE, INTERVAL, and TIMESTAMP. It also supports storage of binary large objects, including pictures, sounds, or video. It has native programming interfaces for C/C++, Java, .Net, Perl, Python, Ruby, Tcl, ODBC, among others, and [exceptional documentation](#).

Quelle: <http://www.postgresql.org/about/> (19.04.12)

### 1.2.2 pgRouting

Auszug der Homepage:

pgRouting hält Funktionen bereit für:

- Shortest Path Dijkstra: routing algorithm without heuristics
- Shortest Path A-Star: routing for large datasets (with heuristics)
- Shortest Path Shooting-Star: routing with turn restrictions (with heuristics)
- Traveling Salesperson Problem (TSP)
- Driving Distance calculation (Isolines)

Quelle: <http://www.pgrouting.org/> (19.04.12)

### 1.2.3 OpenStreetMap Daten und CloudMade

Geodaten, die vom OpenStreetMap Projekt bereitgestellt wurden, stellt die Firma CloudMade (<http://cloudmade.com/about>) unter

[http://downloads.cloudmade.com/europe/western\\_europe/germany/sachsen#downloads\\_bread\\_crumbs](http://downloads.cloudmade.com/europe/western_europe/germany/sachsen#downloads_bread_crumbs) (21.05.2012) zur Verfügung. Hier kann ein entsprechendes File für Sachsen heruntergeladen werden. Das typische Format ist „osm“. CloudMade ist ein Dienstleister, der Entwicklern Dienste zur Erstellung von Geo-Services und Applikationen zur Verfügung stellt.

### 1.2.4 osm2po

Das Tool osm2po ermöglicht es die Daten des OpenStreetMap-Projektes, in ein für das Routing und die entsprechende Geo-Datenbank verwertbares Format zu überführen.

Auszug aus der Homepage:

- osm2po is both, a converter and a routing engine.
- osm2po's converter parses OpenStreetMap's XML-Data and makes it routable.
- osm2po is able to convert large sets like europe.osm
- osm2po generates sql files for PostGIS, compatible with pgRouting and Quantum GIS.
- osm2po creates compact topology/graph files for the integrated routing engine.
- osm2po contains a simple HTTP routing server which returns CSV, GeoJson, SOAP or starts the WebTest-GUI.
- osm2po runs under Windows, Unix and Mac. Just make sure you have Java 6+ installed.
- osm2po does not depend on foreign Java libraries.
- osm2po's core is just one file. No installation is needed.

Quelle: <http://osm2po.de/> (19.04.12)

Des Weiteren bietet osm2po einen eigenen Routing Service an, der lokal installiert werden kann. Laut der Dokumentation kann dieser sowohl über HTTP-Requests als auch über SOAP angesprochen werden. Leider stellte sich auch nach langwieriger Suche heraus, dass es keine Dokumentation weder für die Form eines HTTP-Requests noch für den SOAP-Service gibt. Die Entwickler schreiben weiterhin, dass man osm2po als Java Library direkt in sein Projekt integrieren kann, womit der Umweg eines HTTP-Requests entfallen würde. Leider stellte sich heraus, dass der Code zwar in Form von Binärdateien vorhanden ist, jedoch die Source-Dateien inklusive Dokumentation nicht verfügbar sind. Dadurch lässt sich nur aus einigen wenigen Beispielen erahnen, welche Klassen und Methoden zur Verfügung stehen. Eine korrekte und anspruchsvolle Nutzung ist somit nicht gewährleistet.

### 1.2.5 GeoTools

Eine Java-API zum Zugriff auf eine Geo-DB wie PostGIS stellen die GeoTools zur Verfügung. Außerdem kann direkt auf shape-Files zugegriffen werden. Nach bisheriger Erkenntnis können allerdings keine Adressen erfragt werden, sodass ein vorheriges Geocoding notwendig ist.

### 1.3 CloudMade

CloudMade bietet ebenfalls Dienste zur Orts- und Entfernungsbestimmung ähnlich Google Maps an. Hier wird auf die Geodaten des OpenStreetMap-Projektes zurückgegriffen, sodass die Daten frei zugänglich sind.

Ein Nachteil ist, dass für die Nutzung ein API-Key benötigt wird. Des Weiteren können zur Bestimmung von Entfernungen nur Breiten- und Längengrade genutzt werden. Dies macht ein vorheriges Geocodieren der Adressen notwendig. Ein Dienst hierfür wird zwar zur Verfügung gestellt, ist allerdings nur in der Alpha Version zugänglich (Freeform Search). Somit ist eine genaue Ortsbestimmung nicht gewährleistet. Hier müsste ein anderer Dienst wie etwa Googles Geocodierer verwendet werden. Die zugehörige Java API ist gut dokumentiert. Außerdem liegt kein Nutzungslimit ähnlich Google Maps vor. Eine spätere Nutzung kann durchaus in Betracht gezogen werden.

### 1.4 Bing Maps

Microsofts Map-Service bietet SOAP und REST Schnittstellen zum Ansprechen seiner Services. Außerdem sind Anfragen über HTTP möglich, welche JSON oder XML zurückliefern (siehe <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd251062.aspx>). Es besteht die Möglichkeit des Geocoding mithilfe des Bing Spatial Data Services. Bing Maps liefert vollen Support für Geocoding und Routing für Deutschland (siehe <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/dd435699.aspx>). Einen Überblick der Dienste wie Routing über SOAP ist hier <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/cc981067.aspx> zu finden. Nachteile bestehen darin, dass ein Microsoft Live Account benötigt wird und für jede erstellte Applikation eine AppID erstellt werden muss, um den Dienst nutzen zu können.

## 2 Algorithmen zur Routenberechnung

### 2.1 Allgemeines

„Das **Problem des Handlungsreisenden** (auch **Rundreiseproblem**, engl. *Traveling Salesman Problem* oder *Traveling Salesperson Problem* (TSP)) ist ein kombinatorisches Optimierungsproblem des *Operations Research* und der theoretischen Informatik. Die Aufgabe besteht darin, eine Reihenfolge für den Besuch mehrerer Orte so zu wählen, dass die



gesamte Reisstrecke des Handlungsreisenden nach der Rückkehr zum Ausgangsort möglichst kurz ist.“

Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Problem\\_des\\_Handlungsreisenden](http://de.wikipedia.org/wiki/Problem_des_Handlungsreisenden) (21.05.12)

### **Literatur:**

Uwe Schöning: Algorithmen – kurz gefasst / Uwe Schöning. Heidelberg; Berlin: Spektrum, Akad. Verl., 1997;

Inhalt:

- Allgemeines zum TSP
- Greedy Heuristiken

Gerhard Reinelt: The Travelling Salesman. Computational Solutions for TSP Applications. Berlin; Heidelberg; New York: Springer-Verlag, 1994;

Inhalt:

- Nearest Neighbor Heuristics
- Insertion Heuristics
- Saving Methods and Greedy Algorithm

## **2.2 mTSP**

„Beim *multiple TSP (mTSP)* werden die Städte auf mehrere Handlungsreisende aufgeteilt, wobei alle ihre Rundreisen in derselben Stadt starten und dort auch wieder beenden. Jede Stadt muss von genau einem Handlungsreisenden besucht werden. Ziel ist die Minimierung der zurückgelegten Gesamtstrecke. In der Variante *mTSP with nonlazy Salesmen* werden nur Rundreisen mit mindestens zwei Städten zugelassen, sodass sich jeder Rundreisende tatsächlich fortbewegen muss. Die klassische Version ergibt sich als Spezialfall mit nur einem Handlungsreisenden.“

Quelle: [http://de.wikipedia.org/wiki/Problem\\_des\\_Handlungsreisenden](http://de.wikipedia.org/wiki/Problem_des_Handlungsreisenden) (21.05.12)

## 2.3 TSSP

“Given  $n$  cities in the plane and their Euclidian distances, the problem is to find the shortest TSP-tour, i.e. a closed path visiting each of the  $n$  cities exactly once. In addition to that the TSSP specifies a number  $k < n$  of cities and the shortest TSP-tour through any subset of  $k$  cities shall be found.”

Quelle: Selected papers of the Symposium on Operations Research (SOR'95): Passau, September 13 - September 15, 1995 Springer 1996, pp. 54-59.

## 3 Konkurrenzprodukte

### 3.1 ISWI e.V.

Nach Anfrage wurde folgende Beschreibung der Software per E-Mail geliefert.

„Geschrieben ist das Ganze in PHP auf dem CakePHP Framework.

Nutzerfunktionen:

-----

- Anmelden zum Event mit Name, Name Teampartner, Adresse, Präferenzen
- Anmelden zum Newsletter Kitchen-Run und/oder allgemeine Vereinsnews
- Double-Opt-in Verfahren für die Anmeldung nach deutschem Datenschutzrecht
- Zusenden des teamspezifischen Ablaufplans nach Auslosung

Adminfunktionen:

-----

- Admin-Interface ist getrennt vom Nutzerinterface und hat so Ajax-Magic
- Anlegen/Verwalten von Events, Nutzern, Teams
- Events haben ein Anmeldedatum, Auslosungsdatum und Event-Datum und einen Manager (Ansprechpartner mit E-Mail und Telefonnummer)
- Simple CMS für die sichtbaren Seiten
- Auslosen von Paarungen für das Event nach Präferenzen (so möglich) und einfügen von Dummy-Teams (Anzahl der Teams muss durch 3 teilbar sein, min. 9 Teams)
- Die Auslosung geschieht nur auf Basis der Wünsche was die zu kochenden Gänge angeht, keine Beachtung der Adressen, Ilmenau ist klein ;) - Jede Auslosung ist verschieden.
- Archivfunktion für die Events

Das wäre so das, was mir aus dem Kopf einfällt. Sag Bescheid, wenn du mehr wissen willst. Arbeitsaufwand waren insgesamt ca. 300 Mannstunden. Das nächste Mal würde ich im Übrigen Python/Django benutzen.“

Bei dieser Lösung werden die Adressen nicht für die Routenberechnung herangezogen. Die Grundlage der zu erstellenden Lösung soll aber eine optimale Routenberechnung anhand der Entfernungen zwischen den Adressen sein. Damit besitzt die zu entwickelnde Software eine andere Problemstellung.

### **3.2 RudiRockt.de**

RudiRockt.de ist eine Running-Dinner-Organisationsfirma. WILMA möchte jedoch eine unabhängige Lösung.

### **3.3 Flying-Dinner.com**

Flying-Dinner.com bietet gegen Geld ein Online-System und gibt RudiRockt als Referenz-Partner an. WILMA arbeitet jedoch nicht kommerziell und möchte eine OpenSource Lösung.

### **3.4 Visum Mannheim**

"Zwei von uns haben eigens für das Running-Dinner eine Software entwickelt, mit der wir den Ablauf planen. Das Programm hilft uns, die Entfernung zwischen den einzelnen Gängen zu planen. Die Teilnehmer haben ja immer nur eine Stunde für jeden Gang und den Weg zur nächsten Station. Da dürfen wir sie nicht durch die ganze Stadt schicken. Außerdem denkt das Computerhirn daran, dass sich keine Teams zweimal treffen sollen. Im letzten Semester hatten wir 150 Teilnehmer. Das sind 75 Paare und eine riesige Auswahl an Kombinationen."

Quelle: [http://www.unbeschreiblich-weiblich.net/Aktuell/Schlemmen\\_mit\\_Unbekannt.pdf](http://www.unbeschreiblich-weiblich.net/Aktuell/Schlemmen_mit_Unbekannt.pdf)  
(21.05.2012)

Eine Anfrage bei „VISUM Mannheim“ wurde leider nicht beantwortet.

### 3.5 DHBW in Stuttgart

An der Dualen Hochschule Stuttgart gibt es ein ähnliches Thema, dort als Studienarbeitsthema (2006/2007) ausgeschrieben (<http://www.lehre.dhbw-stuttgart.de/~reichard/index.php?site=neuearbeiten> (21.05.2012)). Es ist allerdings nicht klar, ob das Thema bearbeitet wurde. Außerdem wird in der Beschreibung von einer Lösung durch ein Agenten-System gesprochen, was nicht Teil der Softwarelösung sein soll.