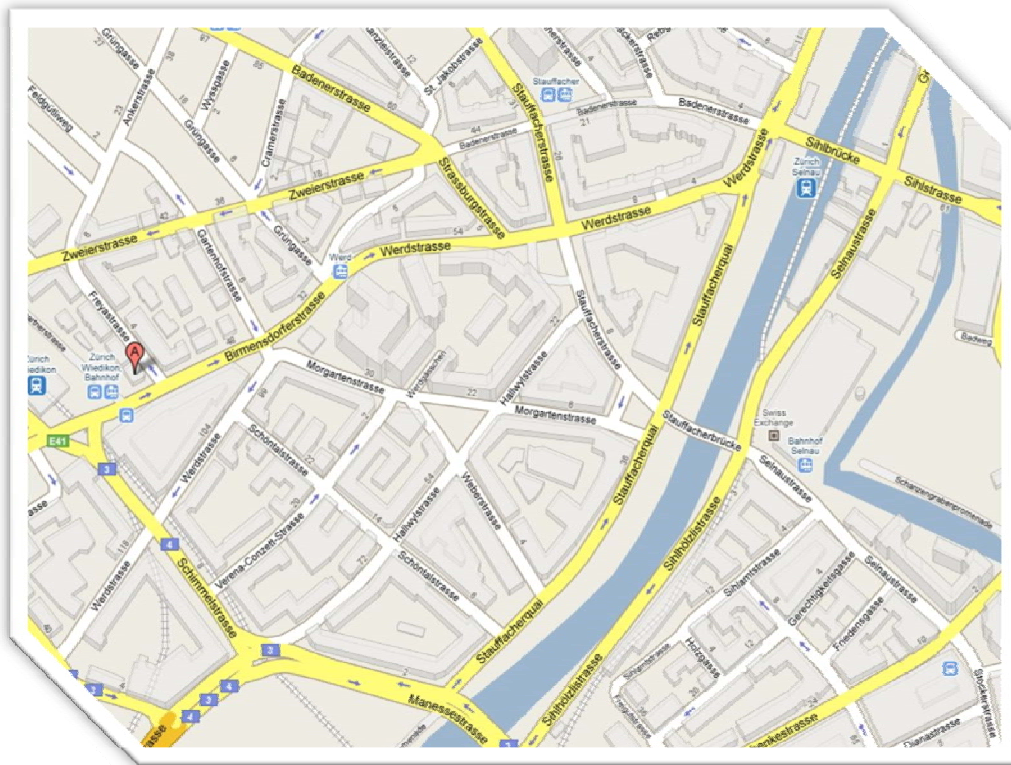


Interaktive Karte zu Höranlagen in der Schweiz als Web-Service für Hörbehinderte

**Autor**

Claude Vessaz
Drosselweg 5
CH-4552 Derendingen

vessaz@student.ethz.ch
+41 79 789 76 24

Studienrichtung

Geomatik und Planung Bsc
6. Semester

Übungsleitung

Prof. Dr. L. Hurni

Institut für Kartografie
ETH Zürich

Betreuung

Christophe Lienert
lienert@karto.baug.ethz.ch

Dr. Christian Häberling
christian.haerberling@karto.baug.ethz.ch

Abgabedatum

29. Mai 2009

Vorwort

Die vorliegende Arbeit entstand im Rahmen einer Bachelorarbeit im Studiengang Geomatik und Planung des Departements Bau, Umwelt und Geomatik (D-BAUG) der ETH Zürich. Ermöglicht wurde sie durch das Institut für Kartografie.

Die Idee für diese Arbeit entstand während eines Nachtessen mit meinem Onkel Daniel Ziegler. Er ist Geschäftsführer bei der Interessengesellschaft Gehörlose, Hör- und Sprachbehinderte (IGGH) der Kantone Bern und Freiburg. Er fragte mich, ob ich Interesse hätte, eine Website mit einer interaktiven Karte zur Darstellung von Höranlagen in der Schweiz zu erstellen. Ich war zu diesem Zeitpunkt jedoch eher skeptisch, da die Realisierung ziemlich viel Zeit in Anspruch nehmen würde und ich durch mein Studium ziemlich ausgelastet war. Als die Themenwahl für die Bachelorarbeit begann, kam mir die Idee, dieses Projekt im Rahmen meiner Bachelorarbeit mit dem Studium zu verbinden. Ich fragte Dr. Christian Häberling, ob das Institut für Kartografie Interesse hätte mich im Rahmen dieses Projekts zu betreuen. Er erklärte sich selbst bereit, zusammen mit Christophe Lienert, mir diese interessante und praxisbezogene Arbeit zu ermöglichen.

Ich möchte mich an dieser Stelle bei meinen Betreuern Christophe Lienert und Dr. Christian Häberling für Ihre Betreuung und Unterstützung während der ganzen Arbeit bedanken.

Ein zusätzlicher Dank geht an die beteiligten Personen bei der IGGH, namentlich möchte ich mich bei Daniel Ziegler, der das ganze Projekt auf der IGGH-Seite koordinierte, sowie Claudio Nicita, Alwin Sutter und Till Dierkesmann, welche mich bezüglich Informatikmittel unterstützt haben, bedanken.

Auch möchte ich mich bei meinem Kommilitonen Christian Bischof für seine hilfreichen Tipps und die anregenden Diskussionen, sowie bei allen anderen Personen, welche mich bei meiner Arbeit unterstützt haben.

Claude Vessaz

Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit behandelt die Erstellung einer interaktiven Karte zu Höranlagen in der Schweiz, realisiert als Web-Service für Hörbehindert, basierend auf einer Höranlagendatenbank. Es werden die Arbeitsmittel, die Methoden und die Resultate beschrieben.

Eine Höranlage ist ein Hilfsmittel für Personen mit einem Hörgerät. Sie überträgt akustische Signale -zum Beispiel an einem Bahnschalter- direkt über ein Induktions-, Funk- oder Infrarotsignal von einem Mikrophon an das Hörgerät. Dadurch werden Störgeräusche und Nachhall minimiert und die Sprachqualität beim Hörbehinderten steigt an. Solche Höranlagen sind in der Schweiz an vielen Orten zu finden, es existiert jedoch noch kein zentrales Verzeichnis dazu.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde ein datenbank-basiertes Höranlagenverzeichnis erstellt und Arbeitsabläufe entwickelt, welche die Höranlagen in einer Datenbank speichert und auf einer interaktiven Karte darstellen. Es ist möglich zwei verschiedenen Suchabfragen durchzuführen. Bei der ersten werden Höranlagen im Umkreis eines eingegebenen Standortes gesucht. Bei der zweiten wird ein Suchbegriff eingegeben und Höranlagen, welche diesen Begriff beinhalten, werden angezeigt.

Als Datenbankverwaltungssystem wird ein MySQL-Server und für die Darstellung werden die Google Maps *application programming interface* (API) verwendet. Diese technische Umgebung erlaubt es, eine Google Karte in eine eigene Website einzubinden und mit Overlays und Funktionen zu versehen. Die Sichtbaren Elemente des Verzeichnisses bestehen aus zwei Websites, eine zur Darstellung und eine zur Eingabe von Höranlagen. Sie wurden mit server- und clientseitigen Skriptsprachen programmiert.

Als Verbindung zwischen der Datenbank, dem Google Maps Server und Webseiten läuft im Hintergrund ein zentraler Server. Sämtliche Aktionen, mit Ausnahme der Darstellung der Google Maps Karten auf der Webseite, laufen über diesen Server.

Das Höranlagenverzeichnis ist voll funktionstüchtig, jedoch befindet es sich noch in einem frühen Stadium. Im Verlaufe der Arbeit wurde klar, dass verschiedene Punkte noch ungenügend gelöst sind und für eine definitive Version verbessert werden müssen.

Die Resultate dieser Arbeit zeigen, dass der entwickelte Web-Service als Grundlage für ein schweizweites Höranlagenverzeichnis zu dienen kann.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Zusammenfassung.....	2
Inhaltsverzeichnis.....	3
Abbildungsverzeichnis.....	5
1. Einleitung.....	6
1.1. Ausgangslage	6
1.2. Bedürfnisse der IGGH	6
1.3. Bestehende Anwendungen	6
1.4. Zielsetzung.....	7
2. Arbeitsmittel.....	7
2.1. Basiskarte	7
2.1.1 Vergleich des Kartenmaterials.....	8
2.1.2 Vergleich der APIs.....	8
2.1.3 Fazit	8
2.2. Thematische Daten.....	9
2.3. Programmiersprachen.....	9
2.3.1 Hypertext Markup Language (HTML)	9
2.3.2 Personal HomePage (PHP).....	9
2.3.3 JavaScript.....	10
2.3.4 Cascading Style Sheets (CSS)	10
2.3.5 Structured Query Language (SQL)	10
2.3.6 Extensible Markup Language (XML)	10
2.4. Software	11
2.4.1 Datenbanksoftware	11
2.4.2 Software für Webprogrammierung.....	12
2.4.3 Lokaler Server.....	12
2.4.4 Bilderstellung und -bearbeitung.....	12
3. Vorgehen und Methoden	12
3.1. Vorgehen	12
3.1.1 Übersicht über das Vorgehen.....	12
3.1.2 Resultate der ersten Besprechung	13
3.1.3 Festlegung der Arbeitsmittel und des Funktionsumfangs.....	14
3.1.4 Erstellung eines Prototyps.....	14
3.1.5 Resultate der zweiten Besprechung.....	15
3.1.6 Verbesserungen.....	16
3.1.7 Inbetriebnahme des Höranlagenverzeichnisses.....	16
3.2. Aufbau und Komponenten des Höranlagenverzeichnisses.....	17

3.3.	Aufbau der Datenbank	19
3.3.1	Datenbankschema, Tabellen und Beziehungen	19
3.3.2	Attribute	20
4.	Ergebnisse	22
4.1.	Eingabeformular	22
4.1.1	Gestaltung des Eingabeformulars	22
4.1.2	Eingabefelder, Auswahllisten und Radio-Buttons	23
4.1.3	Informationen zu Eingabefeldern.....	23
4.1.4	Generieren der Koordinaten	24
4.1.5	Speichern der Daten	24
4.2.	Website mit interaktiver Karte	26
4.2.1	Gestaltung der webbasierten interaktiven Karte	26
4.2.2	Standortsuche, Stichwortsuche und Erläuterungen zur Suche	27
4.2.3	Sidebar	28
4.2.4	Marker für Höranlagen und Infofenster	29
4.2.5	Bedienelemente für die Karte	30
4.2.6	Links auf der Website	30
5.	Ausblick.....	31
5.1.	Nächste Schritte	31
5.2.	Notwendige Verbesserungen	31
5.2.1	Erstellung von raumtypischen Icons.....	31
5.2.2	Vermeidung von verdeckten Markern	31
5.2.3	Verbessern der Sidebaroptik	32
5.2.4	Verbesserte Anpassung an Bildschirmauflösungen	32
5.2.5	Optimierung der Ladezeiten.....	32
5.2.6	Erweiterung des Administratorentools	33
5.2.7	Sicherung der Datenbank	33
5.3.	Mögliche Erweiterungen	33
5.3.1	Integration von Veranstaltungen	33
5.3.2	Kompatibilität für mobile Geräte	33
5.4.	Fazit	33
	Referenzliste	34

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Printscreen der Karten von MapSearch (links) und Google Maps (rechts) bei mittlerer Zoomstufe.	8
Abbildung 3.1: Schema des Aufbaus mit Erläuterungen zu den einzelnen Aktionen	17
Abbildung 3.2: Datenbankschema (erstellt mit MySQL Workbench und Inkscape)	19
Abbildung 4.1: Printscreen des Eingabeformulars mit Nummerierung von Elementen (erstellt mit Inkscape)	22
Abbildung 4.2: Printscreen eines Tooltips.....	23
Abbildung 4.3: Printscreen des Popups zum Generieren von Koordinaten mit Nummerierung (erstellt mit Inkscape)	24
Abbildung 4.4: Printscreen von Fehlermeldung bei leerem obligatorischen Eingabefeld.....	24
Abbildung 4.5: Printscreen der Website mit Nummerierung und Bezeichnung von Elementen (erstellt mit Inkscape)	26
Abbildung 4.6: Printscreen des grünen Markers mit Info-Fenster.....	28
Abbildung 4.7: Printscreen von drei Sidebar-Elementen	28
Abbildung 4.8: Printscreen des Info-Fensters mit Marker im Tab <i>Anlage</i> (links) und im Tab <i>Bemerkung</i> mit Nummerierung (erstellt mit Inkscape).....	29
Abbildung 4.9: Printscreen der Bedienelemente mit Nummerierung (erstellt mit Inkscape)	30
Abbildung 4.10: Printscreen der Symbolerklärungen	30

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

In der Schweiz sind nach Schätzungen rund 10% der Bevölkerung von einer Hörbehinderung betroffen (pro audio schweiz B). Viele von diesen Personen werden im Alltag durch ein Hörgerät unterstützt. Ein solches Hörgerät erlaubt es, Signale von einer sogenannten Höranlage zu empfangen. Dazu überträgt die Höranlage ein akustisches Signal direkt von einem Mikrofon oder eines Verstärkers mittels einem schwachen Magnetfeld, Infrarot oder Funk, an das Hörgerät. Dadurch steigt die Tonqualität des empfangenen Signals, da Störlärm und Nachhall wegfallen (pro audio schweiz A). Solche Höranlagen kommen an diversen Orten zum Einsatz, zum Beispiel in Kirchen, Theatern, öffentlichen Gebäuden und Mehrzweckhallen.

Die Interessengemeinschaft Gehörlose, Hör- und Sprachbehinderte (IGGH) der Kantone Bern und Freiburg hat letztes Jahr ein Projekt gestartet, welches das Ziel hat, die Abdeckung von Höranlagen zu verbessern. Dazu gehört auch die Erstellung eines Verzeichnisses, welches die Standorte von Höranlagen online auf einer interaktiven Karte dar-, und entsprechende Informationen bereitstellt.

1.2. Bedürfnisse der IGGH

Das Verzeichnis soll auf zwei verschiedene Typen von Benutzern zugeschnitten sein und ihnen die entsprechenden Werkzeuge zur Verfügung stellen. Der erste Typ sucht nach Informationen über ein bestimmtes Gebäude, der zweite sucht ein Gebäude nach verschiedenen Kriterien. Zum Beispiel, Typ 1 will in der Kirche Wiedikon einen Gottesdienst besuchen und er möchte wissen, ob in dieser Kirche eine induktive Höranlage installiert ist. Oder Typ 2: Er ist frisch nach Zürich gezogen und ihn interessiert es, wo er einen Gottesdienst in einer Kirche mit induktiver Höranlage besuchen kann.

Die grafische Umsetzung soll so erfolgen, dass die Anlage auf der Karte angezeigt wird und zusätzliche Informationen dazu abgerufen werden können.

Erfasst und verwaltet werden die Daten von ausgewählten Mitgliedern der beteiligten Verbände, welche ein entsprechendes Interface dafür benötigen. Dabei sollte die Datenbank das Potential haben, sämtliche 5'000 bis 10'000 Höranlagen zu speichern und verwalten.

Ein weiteres wichtiges Anliegen der IGGH ist, dass sämtliche benutzte Software kostenlos ist.

1.3. Bestehende Anwendungen

Für die Schweiz existieren bereits verschiedene Höranlagenverzeichnisse im Internet. Dabei handelt es sich in der Mehrheit der Fälle um Textverzeichnisse, zum Beispiel:

- das Verzeichnis der Universität Zürich über Räumlichkeiten mit induktiver Höranlage (Universität Zürich, 2009)
- die Referenzliste von der David Norman GmbH (David Norman GmbH).

Zusätzlich gibt es bereits eine Karte von der IGGH mit eingezeichneten Höranlagen im Kanton Bern. Diese ist jedoch statisch und sehr einfach gehalten (IGGH).

In den Nachbarländern Deutschland und Österreich sieht es ähnlich aus. Auch hier existieren Verzeichnisse, jedoch nur in Textform. Das beste Beispiel ist das Verzeichnis des Deutschen Schwerhörigenbund, welches zum Ziel hat Bundesweit alle Höranlagen in öffentlichen Gebäuden, Theatern, Kirchen und Kinos zu erfassen (Deutscher Schwerhörigenbund e. V., 2009).

1.4. Zielsetzung

Ziel dieser Bachelorarbeit ist die Erstellung eines funktionstüchtigen Prototyps eines interaktiven Höranlagenverzeichnisses für die Schweiz, welches im Browser über das Internet ohne Zusatzsoftware benutzt werden kann. Dazu gehört eine Suchfunktion für Höranlagen, eine Visualisierung der Höranlagen auf einer Karte, sowie die Möglichkeit, zusätzliche Informationen über Höranlagen abzurufen. Diese Informationen sollen in einer Datenbank gespeichert werden und über ein Eingabeformular, welches ebenfalls über das Internet abrufbar ist, in die Datenbank eingetragen werden können. Dabei sollte versucht werden die Bedürfnisse der IGGH bestmöglich zu erfüllen und kartografische Grundsätze einzuhalten.

2. Arbeitsmittel

Ein Höranlagenverzeichnis nach der Vorstellung der IGGH ist grundsätzlich nichts anderes, als eine interaktive thematische Karte. Für eine solche Karte braucht man im wesentlichen zwei Dinge:

- Eine Basiskarte
- Thematische Daten, welche sich auf der Basiskarte darstellen lassen.

2.1. Basiskarte

Die Ansprüche an eine Basiskarte für eine solche Anwendung sind vielseitig. Das wichtigste Kriterium ist hochwertiges Kartenmaterial von der ganzen Schweiz, welches online frei zur Verfügung steht. Diese sollte interaktiv sein und eine Schnittstelle bieten, über welche zusätzliche thematische Informationen auf der Karte dargestellt werden können.

Unter Beachtung dieser Kriterien drängen sich zwei Internetportale in den Vordergrund, *MapSearch*¹ und *GoogleMaps*². Beide stellen für die ganze Schweiz eine Strassenkarte, Luft- beziehungsweise Satellitenbilder, sowie ein *application programming interface* (API) zur Verfügung. Eine API ist eine Schnittstelle für die Kommunikation und den Datenaustausch mit einer Website. Dadurch ist es möglich, dass eine Website sich selbständig Inhalte bei einer anderen Internetsite holen und diese einbinden kann (Schradi). In diesem Fall bedeutet dies, dass in einer selbst erstellten Website das gesamte Kartenmaterial eingebunden und sämtliche zur Verfügung gestellten Funktionen benutzt werden können.

¹ <http://map.search.ch/>

² <http://maps.google.ch/>

2.1.1 Vergleich des Kartenmaterials

Das Kartenmaterial der beiden Anbieter ist von ähnlicher Qualität. Es sind diverse Zoomstufen verfügbar, mit einer Generalisierung der Strassen und der Beschriftungen.

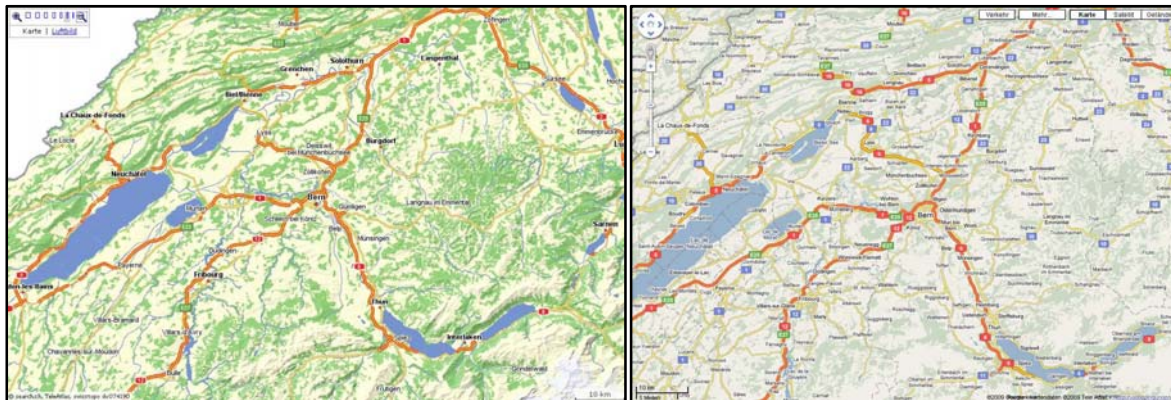


Abbildung 2.1: Printscreens der Karten von MapSearch (links) und Google Maps (rechts) bei mittlerer Zoomstufe.

Wie man in Abbildung 2.1 sehen kann, unterscheiden sich die Karten bei mittlerer Zoomstufe vor allem durch die Hintergrundfarben und die Anzahl der Beschriftungen. MapSearch entschied sich für kräftigere Hintergrundfarben und eher spärlicher Beschriftung, während Google Maps auf matte Hintergrundfarben und viele Beschriftungen setzt. Zusätzlich weist die MapSearch Karte eine Geländeschattierung auf, während Google Maps für diesen Effekt auf eine separate Karte setzt.

Bei einer grossen Zoomstufe sind die Unterschiede zwischen den beiden Kartentypen noch geringer, die Farbwahl weist keine wesentlichen Unterschiede auf, die Beschriftung ist beinahe identisch (es werden fast jede Strasse und wichtige Plätze beschriftet) und in beiden Karten gut lesbar. Als grösster Unterschied fällt auf, dass bei MapSearch zusätzlich die Gebäudegrundrisse dargestellt werden.

Die Qualität der Luftbilder zu vergleichen, macht keinen Sinn, da diese je nach Region stark variiert. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass die Qualität in den Städten bei beiden Anbietern sehr gut ist, jedoch Google Maps tendenziell eine bessere Qualität aufweist.

2.1.2 Vergleich der APIs

Grosse Unterschiede sind jedoch beim Funktionsumfang der APIs feststellbar. Während die Google Maps-API – Referenz weit über 50 Klassen auflistet (Google Code A, 2009), sind in der map.search.ch Referenz nur zwei Klassen zu finden (map.search.ch). Eine Klasse beinhaltet verschiedene Objekte, welche Eigenschaften der Karte festlegen oder Events auslösen können. Zusätzlich gibt es für Google Maps im Internet diverse Communities, welche Codes für bestimmte Funktionen zur Verfügung stellen und Hilfeleistungen bei Problemen anbieten.

2.1.3 Fazit

Der viel grössere Funktionsumfang und die Communities waren schlussendlich die entscheidenden Faktoren zugunsten von Google Maps, denn bezüglich Kartenmaterial sind beide Anbieter gleichwertig und gut für das Projekt geeignet.

2.2. Thematische Daten

Bei den thematischen Daten handelt es sich in diesem Projekt um Informationen über Höranlagen in der Schweiz. Bis zu diesem Zeitpunkt gab es noch kein flächendeckendes digitales Verzeichnis. Die Daten sind zum Teil noch nicht erhoben worden oder existieren erst in Papierform bei einzelnen Fachverbänden. Digitale Verzeichnisse (zum Teil auch online) existieren zwar vereinzelt, jedoch sind sie uneinheitlich und unvollständig. Deshalb ist es für die Realisierung des Projekts notwendig, eine zentrale Datenbank mit einem entsprechenden Werkzeug zum Generieren von neuen Datensätzen zu erstellen.

Die Wahl der Datenbank fiel auf *MySQL Server*. Dies ist ein Relationales Datenbankverwaltungssystem. Es ist als Open-Source-Software für verschiedene Betriebssysteme verfügbar und bildet die Grundlage für viele dynamische Webauftritte (Reese, et al., 2003). Diese Technologie ist weit verbreitet und dementsprechend sind viele Informationen und Hilfeleistungen darüber im Internet zu finden.

2.3. Programmiersprachen

Welche Programmiersprachen für dieses Projekt verwendet werden, ist von den einzelnen Komponenten vorgegeben. Für das Grundgerüst der Website wird *HTML* verwendet und für die Darstellung *CSS*. Um Google Maps in die Website einzubinden und den Inhalt dynamisch zu gestalten, wird *JavaScript* verwendet (Google Code A, 2009). Zum Eintragen und Abrufen von Daten in der Datenbank benötigt man *PHP* und *SQL* (Noack, 2006). Die einzelnen Sprachen werden im Anschluss kurz beschrieben.

2.3.1 Hypertext Markup Language (HTML)

HTML ist eine textbasierte Auszeichnungssprache und dient der Strukturierung von Inhalten wie Texten, Bildern und Hyperlinks in Websites. *HTML*-Dokumente bilden die Grundlage des Internets und werden von Webbrowsern dargestellt (Wikipedia B, 2009).

2.3.2 Personal HomePage (PHP)

PHP ist eine Skriptsprache, die speziell für den Einsatz im Internet entwickelt wurde. Die auszuführenden Anweisungen können direkt in den *HTML*-Code integriert werden. *PHP* kann zum Beispiel Dateien lesen und schreiben, Datenbankabfragen durchführen oder auf Benutzereingaben reagieren. Damit unterscheidet sich *PHP* von *HTML*, da bei einer mit *HTML* erstellten Webseite keine Dynamik möglich ist. Mithilfe von *PHP* können auf einer Webseite Interaktionen eingebaut oder die Seite in irgendeiner Form, beispielsweise durch Reaktionen auf Eingaben, angepasst werden. *PHP* wird im Gegensatz zu *HTML* serverseitig interpretiert. Das heisst, die Anweisungen werden vom Server interpretiert, ausgeführt und das Ergebnis als *HTML*-Code zurückgesendet. Ein klarer Vorteil dabei ist, dass der *PHP*-Quellcode dem Betrachter nicht zugänglich ist. Er sieht im Browser nur den zurückgelieferten *HTML*-Code (Noack, 2006).

2.3.3 JavaScript

JavaScript wurde entwickelt, um die statischen Inhalte von Webseiten mit dynamischen Inhalten und Interaktionen zu erweitern. Dies sollte letztendlich dazu dienen, Webseiten attraktiver zu gestalten und den Nutzern eine verbesserte Funktionalität zu bieten. Zum Beispiel:

- Inhalte von Formularen ohne Kommunikation mit dem Webserver überprüfen.
- Für Schaltflächen, Eingabefelder und andere Formularelemente können kleine Anwendungen entwickelt werden, welche innerhalb der Website direkt auf dem Nutzer ausgeführt werden.
- Dynamische Inhalte generieren, wie der Wechsel der Hintergrundfarbe eines Feldes beim Überfahren mit der Maus.

JavaScript kann im Browser (clientseitig – beim Kunden) und in einigen Webservern (serverseitig) eingesetzt werden. Diese Unterscheidung ist für den Benutzer einer Webseite nicht relevant, da er beim Umgang mit JavaScript-Anwendungen nur mit clientseitigem JavaScript in Berührung kommt (Noack, 2005).

2.3.4 Cascading Style Sheets (CSS)

Stylesheets sind eine Ergänzung zu HTML. Es handelt sich dabei um eine Sprache zur Definition von Formateigenschaften einzelner XML oder HTML-Elemente.

Es ist möglich die CSS-Regeln in einer separaten Datei abzulegen und so ein zentrales Format zu definieren. Dieses kann in mehrere HTML-Seiten parallel eingebunden werden. Falls das zentrale Format geändert werden soll, muss nur eine Datei angepasst werden und die Änderungen werden für alle HTML-Seiten übernommen (Purvis, et al., 2006).

2.3.5 Structured Query Language (SQL)

SQL ist eine Datenbanksprache zur Definition, Abfrage und Manipulation von Daten in relationalen Datenbanken.

Die Syntax von SQL ist relativ einfach aufgebaut und semantisch an die englische Umgangssprache angelehnt. SQL stellt eine Reihe von Befehlen zum Einfügen, Bearbeiten und Löschen von Datensätzen, sowie zur Abfrage von Daten zur Verfügung. SQL hat sich als Quasistandardsprache für Datenbanken durchgesetzt und ist somit weitgehend unabhängig von der Benutzten Software (Gennick, 2007).

2.3.6 Extensible Markup Language (XML)

Bei XML handelt es sich um keine eigentliche Programmiersprache, sondern um eine Auszeichnungssprache zur Darstellung von hierarchisch strukturierten Daten in Textdateien. XML ist gut geeignet für den Austausch von Daten zwischen Computersystemen, auch über das Internet (St. Laurent und Fitzgerald, 2006).

Beispiel einer XML-Datei:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="yes"?>
<verzeichnis>
  <titel>Anlage</titel>
  <eintrag>
    <stichwort>Technologie</stichwort>
    <eintragstext>Induktion</eintragstext>
  </eintrag>
  <eintrag>
    <stichwort>Kanton</stichwort>
    <eintragstext>BE</eintragstext>
  </eintrag>
</verzeichnis>
```

2.4. Software

Wie im Kapitel 1.2 erwähnt, ist der IGGH wichtig, dass durch die Software keine zusätzlichen Kosten entstehen. Darum wurde bei der Wahl der Software darauf geachtet, dass es sich um Open-Source oder sonstige freie Software handelt.

2.4.1 Datenbanksoftware

Als Datenbank wird, wie unter Kapitel 2.2 erwähnt, einen MySQL-Server verwendet, welcher ein relationales Datenverwaltungssystem darstellt. Unter einer relationalen Datenbank kann man sich eine Sammlung von Tabellen (den Relationen) vorstellen, in welchen Datensätze abgespeichert sind. Jede Zeile (Tupel) in einer Tabelle ist ein Datensatz (record). Jedes Tupel besteht aus einer Reihe von Attributwerten (Attribute = Eigenschaften) und den Spalten der Tabelle. Ein Datensatz muss eindeutig identifizierbar sein. Das geschieht über einen oder mehrere Schlüssel (engl. Key). Ein Schlüssel darf sich niemals ändern. Er bezieht sich auf den Datensatz und nicht auf die Position in der Tabelle. Einen solchen Schlüssel nennt man Primärschlüssel. Zusätzlich gibt es Fremdschlüssel. Diese ermöglichen es, eine Beziehung zwischen zwei Datensätzen in unterschiedlichen Relationen zu erstellen, indem der Fremdschlüssel des einen Datensatzes gleich gesetzt wird mit dem Primärschlüssel des anderen (Date, 2006).

Der SQL-Code für die Datenbank wurde mit *MySQL Workbench 5.0³* erzeugt. Mit diesem Programm ist es möglich, ein Datenbankschema visuell zu erstellen und anschliessend einen SQL-Code generieren zu lassen.

Mittels der Webapplikation *phpMyAdmin⁴* wurde anschliessend mit dem generierten Code die Datenbank auf dem Server erstellt und sämtliche nachfolgenden Änderungen durchgeführt. phpMyAdmin ist eine freie PHP-Applikation zur Administration von MySQL-Datenbanken. Die Administration erfolgt über HTTP mit einem Browser. Daher können auch Datenbanken auf fremden Rechnern über eine Netzwerkverbindung oder über das Internet administriert werden. Für die Nutzung des Programms sind keine Kenntnisse in SQL notwendig (Wikipedia C, 2009).

³ <http://www.fabforce.net/dbdesigner4/>

⁴ http://www.phpmyadmin.net/home_page/index.php

2.4.2 Software für Webprogrammierung

Sämtliche HTML, PHP, CSS und JavaScript Skripts wurden mit dem *tsWebEditor*⁵ erstellt und bearbeitet.

2.4.3 Lokaler Server

Während der Programmierung wurde als lokaler Server der *WAMP Server*⁶ verwendet. Ein lokaler Server ermöglicht es PHP-Skripte auf dem lokalen Computer auszuführen und die MySQL-Datenbank auf der Festplatte zu erstellen. Dies lässt ein effizienteres und schnelleres Testen der programmierten Skripts zu.

2.4.4 Bilderstellung und -bearbeitung

Die selbst erstellten Icons und Bilder für die Homepage wurden mit *Inkscape*⁷ und *GIMP*⁸ erstellt. Inkscape ist ein Vektorgrafik-Editor und eignet sich zum Erstellen von Bildern, währenddem GIMP ein Bildbearbeitungsprogramm ist.

3. Vorgehen und Methoden

3.1. Vorgehen

3.1.1 Übersicht über das Vorgehen

Wie in der Einleitung diskutiert, stand am Anfang der Arbeit lediglich eine Idee für ein Verzeichnis, mit vagen Vorstellungen über dessen Aussehen. Als erster Schritt musste abgeklärt werden, was genau erwartet wird, welche Arbeitsmittel verwendet werden können und was mit diesen möglich ist. Dazu wurde zu Beginn des Projekts ein Treffen mit der IGGH-Projektgruppe vereinbart, in welchem die Bedürfnisse diskutiert und Ideen gesammelt wurden. Auf dieser Basis konnten die Arbeitsmittel bestimmt und deren Möglichkeiten abgeklärt werden. Dadurch wurde klar, dass gewisse Ideen im Rahmen dieses Projekts aus zeitlichen Gründen nicht realisiert werden können. In einem iterativen Prozess wurde mit diesen Grundlagen eine Idee für einen Prototypen erarbeitet.

In einem zweiten Schritt begann nun die Realisierung. Als erstes wurde eine provisorische Datenbankarchitektur entworfen, realisiert und ein Eingabeformular dafür programmiert. Mit diesem konnten nun Testdaten in die Datenbank eingetragen und auf deren Basis einen ersten Entwurf der Website programmiert werden. Auch dieser Arbeitsschritt gestaltete sich als iterativen Prozess, in dem die einzelnen Komponenten immer wieder überarbeitet und aufeinander angepasst wurden bis ein funktionstüchtiger Prototyp realisiert war. In diesem waren jedoch noch nicht alle Details ausgearbeitet und es existierten noch inhaltliche Unklarheiten bezüglich Informationen, welche angezeigt werden sollen.

⁵ <http://tswebeditor.tk/>

⁶ <http://www.wampserver.com/en/>

⁷ <http://www.inkscape.org/?lang=de>

⁸ <http://www.gimp.org/>

Deshalb galt es im letzten Schritt die Unklarheiten zu klären und die Details auszuarbeiten. Dafür gab es ein erneutes Treffen mit der IGGH-Projektgruppe, bei dem der Prototyp präsentiert und diskutiert wurde. Aus den Ergebnissen dieser Besprechung entstand die Version des Höranlagenverzeichnisses, welche im Kapitel 4 beschrieben wird.

3.1.2 Resultate der ersten Besprechung

In der ersten Besprechung mit der IGGH ging es darum, Bedürfnisse abzuklären und Ideen zu sammeln ohne Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten. Die einzigen Rahmenbedingungen waren, dass die Daten in einer Datenbank gespeichert werden und im Browser auf einer Karte dargestellt sein müssen. Dabei entstanden folgende Ideen:

- Darstellung zusätzlicher Informationen durch einen Mausklick auf Icon.
- Suchfunktion nach Anlagen.
- Kommentarfunktion für alle User zu Anlagen.
- Ein Administratorentool für die Datenpflege über den Webbrowser.
- Integration von Bildern, z.B. des Gebäudes oder eines Grundrisses mit eingezeichneter Signalqualität.
- Höranlagen mit Veranstaltungen verknüpfen und darstellen.

Ausserdem wurde ein erstes Mal festgelegt, welche Daten in die Datenbank gespeichert werden sollten:

- Eine eindeutige ID für jede Anlage
- Koordinaten
- Name
- Typ des Raumes mit der Höranlage
- Adresse
- Rauminformationen
- Beschreibung
- Das Messergebnis mit Angabe, ob die Norm für Höranlagen erfüllt wurde und Messdatum.
- Technologie der Höranlage
- Bemerkungen

Dabei wurde diskutiert, welche dieser Informationen letztlich im Internet veröffentlicht werden dürfen und welche ausschliesslich für Administratoren zugänglich sein dürfen. Insbesondere die Messergebnisse waren umstritten, da ein veröffentlichtes schlechtes Messergebnis eventuell Betreiber von Anlagen verärgern könnte, indem es ihn in der Öffentlichkeit blossstellt. Über diesen Punkt waren sich die Beteiligten zu diesem Zeitpunkt nicht einig.

3.1.3 Festlegung der Arbeitsmittel und des Funktionsumfangs

In diesem Schritt wurden die unter Kapitel 2 beschriebenen Arbeitsmittel bestimmt und der Funktionsumfang der Website festgelegt. Dies geschah über ausführliche Recherchen in Fachliteratur und Internet. Dabei wurden bestehende Lösungen (mit frei verfügbarem Quellcode) betrachtet und untereinander verglichen. Die Suche nach bereits geschriebenem Quellcode bedeutet bei einem enormen Zeitvorteil bei der Implementierung, da der Code nur noch an die eigenen Anwendungen angepasst werden muss. Die Recherchen ergaben folgende Darstellungen und Funktionen für die Nutzung im Höranlagenverzeichnis:

- Hinzufügen von neuen Höranlagen über ein HTML-Formular mit einem PHP-Skript zur Überprüfung der Datenintegrität (Reese, et al., 2003) und Speicherung der Daten in die Datenbank (Noack, 2006).
- Generieren der Koordinaten aus Adressen mit den Google Maps APIs und PHP (Fox und Manshreck, 2007).
- Darstellung der Anlagen auf der Karte mit Markern und Infofenster (Fox, 2008).
- Benutzung der vorprogrammierten Info Fenstern mit Tabs von Google Maps (Google Code B, 2009).
- Hinzufügen einer Sidebar mit Informationen über die einzelnen Anlagen neben der Karte (Fox, 2008).
- Eine Standortsuche erstellen, welche Höranlagen innerhalb eines bestimmten Radius findet (Fox, 2008).
- Eine Stichwortsuche für Höranlagen erstellen (Sun Microsystems, Inc., 2009).

3.1.4 Erstellung eines Prototyps

Bei der Erstellung des Prototyps des Höranlagenverzeichnisses wurde als erstes eine Datenbank erstellt, welche einerseits die im Abschnitt 3.1.1 aufgelisteten Informationen beinhaltet und zusätzlich um folgende Punkte ergänzt wurde:

- Das Aufnahmedatum
- Das Eingabedatum
- Die Person, welche die Daten aufgenommen hat
- Die Person, welche die Daten eingegeben hat
- Der Name des Messtechnikers.

Für diese Datenbank wurde nun ein massgeschneidertes Eingabeformular programmiert, mit dem ein Testdatensatz zur Datenbank hinzugefügt werden konnte.

Nun begann die Realisierung der Website. Hier existierten, mit Ausnahme für das HTML-Grundgerüst, schon sämtliche Quellcodes (siehe Abschnitt 3.1.3). Jedoch mussten diese zum Teil noch massiv angepasst werden.

Während der Realisierung des gesamten Prototyps wurden die einzelnen Komponenten des Verzeichnisses (Datenbank, Eingabeformular und Website) ständig neu aufeinander abgestimmt. So machten Veränderungen der Darstellung auf der Website eine Anpassung der Datenbank notwendig. Dies konnte wiederum bedeuten, dass im Eingabeformular auch entsprechende Anpassungen vorgenommen werden mussten.

Nach der ersten funktionierenden Implementation gab es eine zweite Besprechung mit der Projektgruppe inklusive einer Präsentation des Prototyps.

3.1.5 Resultate der zweiten Besprechung

Die Reaktionen auf den Prototypen waren grundsätzlich positiv, jedoch gab es verschiedene Punkte, welche bei der Website kritisiert wurden:

- Es war nicht klar, ob auf der Karte eine Anlage bzw. der Raum in der die Anlage installiert oder das entsprechende Gebäude dargestellt wird. Diese Unterscheidung ist jedoch bei Gebäuden mit mehreren Anlagen wichtig.
- Es war unklar, was bei den Suchfeldern eingegeben muss.
- Die Symbole waren unklar.

Ausserdem wurde in dieser Besprechung definitiv festgelegt, welche Informationen in der Datenbank gespeichert werden und welche davon veröffentlicht werden. Als Informationen nur für Administratoren wurden definiert:

- Informationen zur Messung
- Eine eindeutige ID
- Eintragungsdatum
- User, welcher die Daten eingegeben hat
- Quelle
- Jahr der letztmaligen Erfassung (Quelldatum)

Und folgende Informationen sollen für alle zugänglich sein und auf der Website dargestellt werden:

- Informationen über die Nutzungsmöglichkeit
- Technologie der Anlage
- Informationen über den Raum und das Gebäude
- Adressen mit Koordinaten
- Bemerkungen
- Information, falls die Messnorm erfüllt ist.

Zum Schluss wurde beschlossen, dass nach Abschluss der Arbeit eine Testversion des Höranlagenverzeichnisses auf dem IGGH-Server mit einer eigenen Domäne online publiziert würde. Diese Version

sollte von diversen Benutzern getestet werden. Den Benutzer sollte die Möglichkeit gegeben werden, einen Kommentar mit Verbesserungsvorschlägen zu dem Verzeichnis abzugeben und allfällige Fehler zu melden.

3.1.6 Verbesserungen

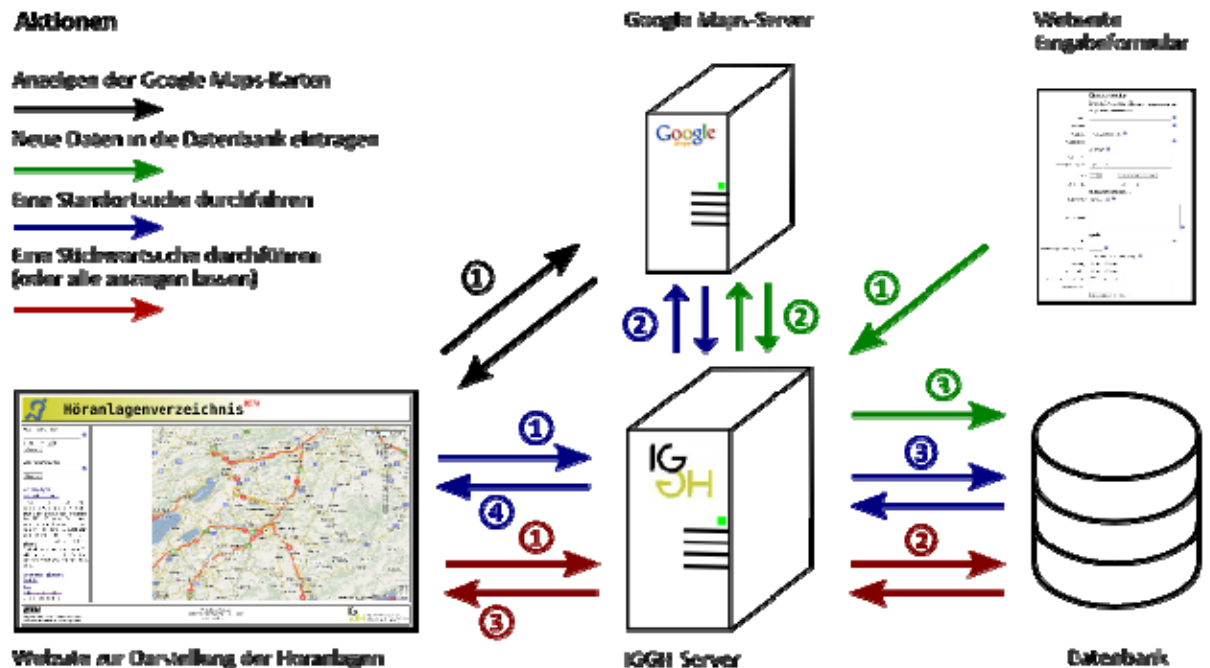
Als Reaktion auf die zweite Besprechung wurden an den Prototyp-Komponenten zahlreiche Änderungen vorgenommen.

- Die Datenbank wurde an den veränderten Inhalt angepasst. Zusätzlich wurden die Namen der Attribute mit einer einheitlichen Syntax versehen (Primär- und Fremdschlüssel).
- Das Eingabeformular wurde an die neue Datenbank angepasst und vereinfacht, indem mehrere Werte automatisch generiert werden.
- Zu den Suchfeldern wurden Hilfeicons hinzugefügt, welche über einen Tooltip einen Hilfetext anzeigen (Zorn, 2008).
- Der Inhalt eines Sidebar-Eintrages und der Info-Fenster wurde so angepasst, dass sie einer Höranlage (bzw. Raum) entsprechen und nicht einem Gebäude.
- Eine Symbollegende wurde erstellt.
- Eine Kommentarfunktion wurde hinzugefügt (Hoschek, 2008).

3.1.7 Inbetriebnahme des Höranlagenverzeichnisses

Zum Schluss des Projekts wurde das ganze Höranlagenverzeichnis auf der Domäne www.hoeranlagenverzeichnis.ch publiziert und eine Mitarbeiterin der IGGH begann mit der Eingabe von Höranlagen.

3.2. Aufbau und Komponenten des Höranlagenverzeichnis



Erläuterungen zu den einzelnen Aktionen

- | | | | |
|---|--|--|---|
| <p>Anzeigen der Google Maps-Karten</p> <p>① Für die Darstellung der Karten stellt der Browser des Users über die Google Maps APIs in ständigem Kontakt mit dem Google Maps Server. Dadurch ist es möglich, dass auf Aktionen des Users (z.B. verschoben der Karte) sofort die entsprechenden Kartenbereiche dargestellt werden können.</p> | <p>Neue Daten in die Datenbank eintragen</p> <p>① Alle eingegebenen Daten werden vom Browser des Administrators an den IGGH Server übermittelt.</p> <p>② Für ein gegebenes der Koordinaten der Adresse sendet der IGGH-Server eine Anfrage an den Google Maps Server und bekommt eine entsprechende Antwort.</p> <p>③ Der IGGH-Server überprüft die Daten und sendet sie, falls keine Eingaberegeln verletzt werden, an die Datenbank, wo sie gespeichert werden.</p> | <p>Eine Standortsuche durchführen</p> <p>① Über eingegebene Standort und der gewählten Radius wird vom Browser des Users an den IGGH Server übermittelt.</p> <p>② Der IGGH-Server sendet eine Koordinatenanfrage für den eingegebenen Standort an den Google Maps-Server und erhält eine entsprechende Antwort.</p> <p>③ Aus den empfangenen Koordinaten und dem gewählten Radius generiert der IGGH-Server eine SQL-Abfrage, welche an die Datenbank geschickt wird. Als Antwort erhält der IGGH-Server die Daten der gesuchten Höranlagen.</p> <p>④ Die empfangenen Daten werden vom IGGH-Server in ein XML-File umgewandelt, welches zurück an den Browser geschickt wird. Dort werden die Daten visualisiert.</p> | <p>Eine Stichwortsuche durchführen (jeder alle anzeigen lassen)</p> <p>① Das eingegebene Stichwort wird vom Browser des Users an den IGGH-Server übermittelt.</p> <p>② Aus dem Stichwort generiert der IGGH-Server eine SQL-Abfrage, welche an die Datenbank geschickt wird. Als Antwort erhält der IGGH-Server die Daten der gesuchten Höranlagen.</p> <p>③ Die empfangenen Daten werden vom IGGH-Server in ein XML-File umgewandelt, welches zurück an den Browser geschickt wird. Dort werden die Daten visualisiert.</p> |
|---|--|--|---|

Abbildung 3.1: Schema des Aufbaus mit Erläuterungen zu den einzelnen Aktionen

Das gesamte Höranlagenverzeichnis besteht aus drei im Hintergrund laufenden Arbeitskomponenten, sowie aus zwei web-basierten Schnittstellen, welche die Eingabe, bzw. die Ausgabe von Höranlagen erlauben (siehe Abbildung 3.1).

Als zentrale Arbeitskomponente steht der **IGGH-Server**. Sämtliche Aktionen, mit Ausnahme des *Anzeigen der Google Maps-Karte* (Abbildung 3.1, schwarze Pfeile), laufen über diesen Server. Dazu gehören das *Eintragen von neuen Daten in die Datenbank* (grüne Pfeile), das *Durchführen einer Standortsuche* (blaue Pfeile) und das *Durchführen einer Stichwortsuche* (rote Pfeile). Die **Datenbank** ist in sämtliche dieser Abläufe involviert, indem sie die eingegebenen Daten speichert und diese für die Suchabfragen wieder bereitstellt.

Der **Google Maps-Server** besitzt zwei Aufgaben, zum einen ist er zum Darstellen der Karte in der Website zuständig (schwarze Pfeile, #1), zum anderen generiert er aus Adressen oder Ortschaften Koordinaten (grüne Pfeile, #2 und blaue Pfeile, #2).

3.3. Aufbau der Datenbank

3.3.1 Datenbankschema, Tabellen und Beziehungen

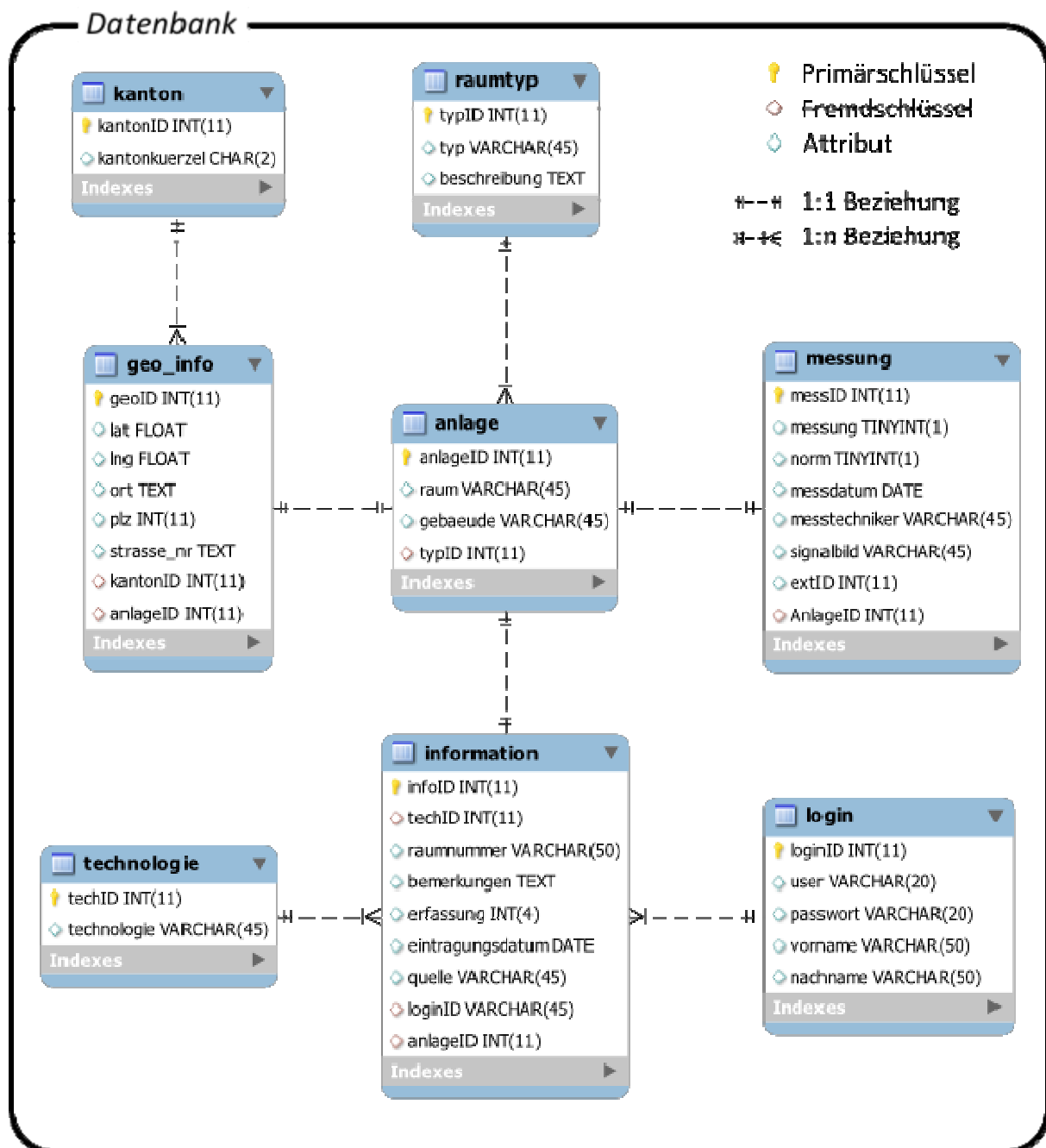


Abbildung 3.2: Datenbankschema (erstellt mit MySQL Workbench und Inkscape)

Wie in Abbildung 3.1 gezeigt, wurden die einzelnen Attribute auf verschiedene Tabellen aufgeteilt, welche miteinander verknüpft sind. Die Aufteilung erfolgte einerseits nach der Thematik der Attribute (Tabellen *anlage*, *geo_info*, *messung* und *information*) und andererseits wurden Attribute, welche mehrmals in unterschiedliche Datensätzen verwendet werden, in eigene Tabellen ausgegliedert (Tabellen *kanton*, *raumtyp*, *technologie* und *login*). Dadurch werden Redundanzen vermieden und die Konsistenz der Daten ist besser gewährleistet (Date, 2006).

Für die Verbindung zweier Tabellen werden zwei Arten von Beziehungen verwendet, 1:1 und 1:n. Eine 1:1 Beziehung bedeutet, dass einem Datensatz in der einen Tabelle genau ein Datensatz in einer anderen zugeordnet ist. In dieser Datenbank zum Beispiel ist jedem Datensatz in der Tabelle *anlage* genau ein Datensatz in den Tabellen *geo_info*, *information* und *messung* zugeordnet. Die Verbindung erfolgt dabei über das Attribut **anlageID**, welches beim Eintrag in der Tabelle *anlage* als Primärschlüssel generiert und anschliessend als Fremdschlüssel in den anderen Tabellen gespeichert wird. Das Prinzip einer 1:n Beziehung ist grundsätzlich dasselbe. Auch hier erfolgt die Verknüpfung über Primär- und Fremdschlüssel. Jedoch sind hier auf einen Eintrag in einer Tabelle, mehrere Verknüpfungen mit Einträgen in einer anderen Tabelle möglich. Zum Beispiel in der Tabelle *geo_info* können mehrere Datensätze denselben Wert im Fremdschlüsselattribut **kantonID** haben. Dies wäre bei einer 1:1 Beziehung nicht erlaubt (Date, 2006).

3.3.2 Attribute

Die Attribute enthalten die in Abschnitt 3.1.4 aufgezählten Informationen. Nachfolgend werden die wichtigsten Attribute erläutert.

raum und **gebäude** bilden die zentralen Attribute der Datenbank. In ihnen sind die Bezeichnungen für den Raum, in welchem die Höranlage installiert ist, und für das entsprechende Gebäude enthalten. Aus diesen Angaben sollte abgeleitet werden können, um was für einen Raum es sich handelt und wofür er gebraucht werden kann. Zu diesen Attributen gibt es keine verbindlichen Eingaberegeln, da es unzählige Varianten gibt und nicht alle Fälle auf Integrität und Konsistenz überprüft werden können. Es ist dem Administrator überlassen einen sinnvollen Eintrag zu erstellen. Dazu soll er sich die Ausgabe vor Augen halten, welche später erläutert wird. Ergänzend zu diesen Attributen gibt es das Attribut **typ**, welches eine Auswahl an sieben verschiedenen Raumtypen anbietet (Mehrzweckraum, Unterrichtsraum, Kultusraum, Amtsraum, Kulturraum, Kundenschalter und Allgemein). Dieses Attribut wird jedoch im Moment nicht visualisiert. Es war ursprünglich für die Zuordnung von Raumtypischen Icons auf der Karte gedacht, dies wurde jedoch bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht umgesetzt.

Die Technologie der Anlage wird im Attribut **technologie** gespeichert. Dies ist auch ein Attribut, welches drei verschiedene Vorlagen liefert (Induktion, Funk und Infrarot).

Informationen über den Standort der Anlage werden in den Attributen **lat** (Breitengrad), **lng** (Längengrad), **strasse_nr** (Strasse und Hausnummer), **plz** (Postleitzahl), **ort** (Ortschaft) und **kantonkuerzel** gespeichert. Die Kantonskürzel sind vordefiniert.

extID ist eine eindeutige ID für jede Höranlage. Sie wird aus der Postleitzahl und der **anlagenID** + 10'000 generiert. In einem Beispiel, die Höranlage mit der **anlageID** 54 in 8004 Zürich hat die externe ID von 800410054.

Die Attribute **user** und **passwort** enthalten die Login-Informationen der Administratoren. Im selben Datensatz wird zusätzlich zu jedem Login noch der volle Name des Administrators gespeichert. Diese Informationen werden über die **loginID** mit der Tabelle *information* verknüpft. So kann automatisch gespeichert werden, welcher Administrator die Daten eingegeben hat.

4. Ergebnisse

4.1. Eingabeformular

4.1.1 Gestaltung des Eingabeformulars

Eingabeformular

Felder mit * sind obligatorisch!
Felder mit ** sind nur bei vorhandener Messung obligatorisch.

Allgemeine Informationen:

Raum:* ? 2

Gebäude:* ?

Raumtyp:* ?

Raumnummer: ?

Adresse: ?

Strasse Nr.:*

Postleitzahl und Ort:*

Kanton:* ? 4

Breitengrad:* Längengrad:*

Ergänzende Informationen:

Technologie:* ?

Bemerkungen: ?

Quelle:

Quelle:* ?

Letztmalige Erfassung (Jahr):* ?

Informationen zur Messung:

Messung:* Ja Nein 5

Norm erfüllt:** Ja Nein

Messdatum (TT-MM-JJJ):**

Messtechniker:**

6 [Ausloggen](#)

Abbildung 4.1: Printscreen des Eingabeformulars mit Nummerierung von Elementen (erstellt mit Inkscape)

Da das Eingabeformular nur von Administratoren benutzt wird, ist der Schwerpunkt bei der Gestaltung auf die Funktionalität gelegt worden. Deshalb ist das Design nicht bis ins letzte Detail ausgearbeitet, so zum Beispiel die unterschiedlichen Breiten der Eingabefelder.

Es besteht im Wesentlichen aus Feldern für die Eingabe der Daten (Abbildung 4.1, #1), Informationen über die Eingabefelder via Tooltips (#2), Auswahllisten (#3), einem Button zum Generieren der Koordinaten (#4), Radio-Buttons (#5) und einem Button zum Speichern der Daten (#6).

4.1.2 Eingabefelder, Auswahllisten und Radio-Buttons

Ein Eingabefeld entspricht (mit Ausnahme der Eingabefelder des Messdatums) einem Attribut in der Datenbank. Die eingegebenen Werte werden genau so in die Datenbank übertragen, weshalb es notwendig ist, diese vor dem Speichern auf die Datenintegrität zu überprüfen (Date, 2006). Dies ist jedoch nicht bei allen Eingabefeldern möglich, da es mit einem Programmcode kaum möglich ist den Inhalt eines Textes zu überprüfen. Gut möglich ist jedoch zu überprüfen, ob etwas eingegeben wurde und ob Zahlen und Daten dem verlangten Eingabeformat entsprechen. Dies geschieht mit den PHP-Funktionen *empty()*, *strlen()*, *is_int()* und *checkdate()* (Noack, 2006). In diesem Formular muss die Jahres- und Postleitzahl vierstellig sein und das Datum einem Kalendertag entsprechen.

Auswahllisten und Radio-Buttons übertragen nicht den angezeigten Wert in die Datenbank, sondern einen nicht sichtbaren. In diesem Fall handelt es sich ausschliesslich um Zahlen, welche beim Auslesen wieder einem Text zugeordnet werden können. Beim Radio-Button Messung wird z.B. für eine vorhandene Messung eine 1 in die Datenbank übertragen, bei nicht vorhandener eine 2.

4.1.3 Informationen zu Eingabefeldern

Diese werden über Tooltips angezeigt (Zorn, 2008). Der Tooltip (siehe Abbildung 4.2) erscheint, wenn man mit dem Mauszeiger über das Fragezeichenicon fährt. Im angezeigten Text sind Erläuterungen zu finden, was und in welcher Form in das entsprechende Feld eingegeben werden muss.



Abbildung 4.2: Printscreen eines Tooltips

4.1.4 Generieren der Koordinaten



Abbildung 4.3: Printsreen des Popups zum Generieren von Koordinaten mit Nummerierung (erstellt mit Inkscape)

Zum Generieren der Koordinaten wird Googles Geocoder (Fox und Manshreck, 2007) benutzt. Dieser ermöglicht es, Adressen an einen Server zu schicken und erhält anschliessend die Koordinaten der Adresse zurück. Dieser Service ist jedoch nicht fehlerfrei, deshalb lassen sich die generierten Koordinaten über das in Abbildung 4.3 ersichtliche Popup überprüfen. Dieses stellt die generierten Koordinaten mit einem Marker (Abbildung 4.3, #2) auf einer Google Maps Hybridkarte dar. Dadurch kann der Administrator überprüfen, ob die eingegebene Adresse korrekt ist. Zusätzlich werden sowohl die eingegebene (#1), wie auch die von Google zurückgegebene Adresse (#3) angezeigt. Falls sich die Postleitzahl der beiden Adressen unterscheidet (z.B. im Falle eines Tippfehlers), erscheint eine Warnung (#5). Als ergänzende Informationen werden auch noch der generierte Längen- und Breitengrad angezeigt (#4). Die Koordinaten können nach der Überprüfung entweder akzeptiert und ins Eingabeformular übertragen, oder verworfen werden (#6).

4.1.5 Speichern der Daten

Nach dem Drücken des Speicherbuttons werden die Daten nicht direkt an die Datenbank übertragen, sondern werden zuerst überprüft (siehe Abschnitt 4.1.2). Falls in einem obligatorischen Eingabefeld kein oder ein fehlerhafter Wert steht, erscheint hinter dem entsprechenden Feld eine Fehlermeldung.

Raum:* ? **Bitte geben sie eine Bezeichnung für den Raum ein!**

Abbildung 4.4: Printsreen von Fehlermeldung bei leerem obligatorischen Eingabefeld

Im nächsten Schritt (nach erfolgreicher Überprüfung durch das Programm) werden die eingegebenen Daten nochmals zusammenfassend dargestellt und der Administrator wird aufgefordert diese nochmals zu überprüfen. Falls der Administrator keine Fehler feststellt, kann er diese definitiv in die Datenbank speichern.

4.2. Website mit interaktiver Karte

4.2.1 Gestaltung der webbasierten interaktiven Karte

The screenshot shows the 'Höranlagenverzeichnis' website interface. The title bar at the top left contains the logo and the text 'Höranlagenverzeichnis BETA' with a circled 'A' next to it. Below the title bar, there are two search sections: 'Standortsuche' (location search) and 'Stichwortsuche' (keyword search), both with input fields and 'Suchen' buttons. To the right of these sections is a sidebar (3) listing various hearing aid locations such as 'Hörsaal Universität Bern', 'Seminarraum Walkerhaus', etc. The main area is a map (6) showing the region around Bern, Switzerland, with several red location markers (4). A pop-up info window (5) is displayed over one of the markers, showing details for 'Hörsaal HG G 6.1 Universität Bern' and a checkmark indicating 'Die Norm wurde erfüllt!'. At the bottom left, there is a text block (7) with links for 'Alle anzeigen', 'Symbolerklärung', 'Kommentar abgeben', 'Kontakt', and 'Administratorenportal'. The footer contains logos for ETH, IG JH, and the author's contact information.

Bezeichnung der Bereiche

- (A) Titelleiste
- (B) Bereich für Usereingaben
- (C) Bereich für die Darstellung der Höranlagen
- (D) Fussleiste

Bezeichnung der Elemente

- (1) Standortsuche
- (2) Stichwortsuche
- (3) Sidebar
- (4) Marker für Anlagen
- (5) Infowindow
- (6) Bedienelemente für die Karte
- (7) Symbolerklärungs- und Alle-Anzeigen-Link
- (8) Kontakt- und Administratorenlinks

Abbildung 4.5: Printscreen der Website mit Nummerierung und Bezeichnung von Elementen (erstellt mit Inkscape)

Die Gestaltung der Website ist nach folgenden drei Richtlinien erfolgt:

- Die Bedienung soll intuitiv sein.
- Die Karte soll der wichtigste Bestandteil der Seite darstellen.
- Die Informationen über Höranlagen sollen übersichtlich dargestellt werden.

Dafür wurde das Grundgerüst der Website in vier Teilbereiche unterteilt:

- Einer Titelleiste (siehe Abbildung 4.5, A)
- Einer Fussleiste (B)
- Einem Bereich für Usereingaben (C)
- Einem Bereich für die Darstellung der Höranlagen (D)

Die *Titelleiste* enthält ein Symbol, einen Titel und die Bezeichnung Beta. Das Symbol ist selbst erstellt und soll Höranlagen symbolisieren. Es wird als Logo für das Höranlagenverzeichnis verwendet und taucht immer wieder auf.

Die Bezeichnung Beta soll den Usern mitteilen, dass es sich bei dieser Website noch um keine ausgereifte Applikation handelt, sondern um eine Testversion. Diese Information steht zusätzlich Eingabebereich in Textform.

Als Hintergrundfarbe für die Titelleiste wird die Farbe der IGGH Homepage verwendet. Dadurch soll auf die Beteiligung der IGGH am Projekt aufmerksam gemacht werden.

In der *Fussleiste* sind die Logos der beiden beteiligten Parteien, die ETH Zürich und die IGGH, ersichtlich. Diese sind mit den jeweiligen Homepages verlinkt. Zusätzlich enthält sie ein kleines Impressum, welches mit der Homepage des Instituts für Kartografie verlinkt ist.

Der *Bereich für Usereingaben* umfasst die beiden Suchen (Standort und Stichwort) mit Erläuterungen (siehe Abbildung 4.5, #1 und #2), einen Link zum Anzeigen aller Anlagen (#7), einen Link zur Symbolerklärung (#7), einen Infotext, welcher über den Stand der Arbeit informiert, sowie Links zum Abgeben eines Kommentars (#8), Kontaktaufnahme per E-Mail (#8) und starten des Administratorentools (#8).

In *Darstellungsbereich* werden gefundenen Höranlagen dargestellt. Dies geschieht mittels einer Sidebar (#3), in der in Textform kurze Informationen über alle angezeigten Anlagen dargestellt werden. Mittels Markern (#4) werden zusätzlich die Standorte der Anlagen mit erweiterten Informationen (#5) auf der Karte dargestellt.

4.2.2 *Standortsuche, Stichwortsuche und Erläuterungen zur Suche*

Die *Standortsuche* ermöglicht es, Höranlagen im Umkreis von 5,10,20 und 50 km von einer beliebigen Ortschaft oder Adresse aus der Schweiz zu suchen und anzeigen zu lassen. Speziell wird bei dieser

Suchform zusätzlich ein grüner Marker auf der Karte angezeigt, welcher den Standort der eingegebenen Adresse angibt (siehe Abbildung 4.6).



Abbildung 4.6: Printscreen des grünen Markers mit Info-Fenster

Die *Stichwortsuche* vergleicht die eingegebenen Stichworte mit den Attributen **raum** und **gebäude** der Datenbank. Falls ein Wort oder Wortteil übereinstimmt, wird die Höranlage angezeigt.

Hinter den jeweiligen Eingabefeldern wird dasselbe Fragezeichenicon angezeigt, wie im Eingabeformular. Wie im Abschnitt 4.1.4 beschrieben, werden über einen Tooltip Erläuterungen zu der entsprechenden Suche angezeigt.

4.2.3 Sidebar

Die Sidebar stellt, wie oben beschrieben, die gefundenen Anlagen in kurzer Textform dar. Dabei erhält jede Höranlage ein eigenes blau umrahmtes Rechteck (siehe Abbildung 4.7) in dem die Attribute

Hörsaal Universität Bern Bern	
Seminarraum Walkerhaus Bern	☞
Seminarraum Kongresshaus Biel	

raum, **gebäude** und **ort** in dieser Reihenfolge übereinander angeordnet sind. Wenn man mit der Maus über ein Rechteck fährt, verfärbt es sich hellblau. Damit soll signalisiert werden, dass durch einen Klick auf das Rechteck eine Funktion ausgelöst werden kann. Die Rechtecke sind mit den entsprechenden Markern auf der Karte verknüpft. Durch einen einfachen Mausklick auf das Rechteck erscheint beim verknüpften Marker das Info-Fenster. Mit einem Doppelklick wird der Marker zusätzlich angezoomt.

Abbildung 4.7: Printscreen von drei Sidebar-Elementen

4.2.4 Marker für Höranlagen und Infofenster

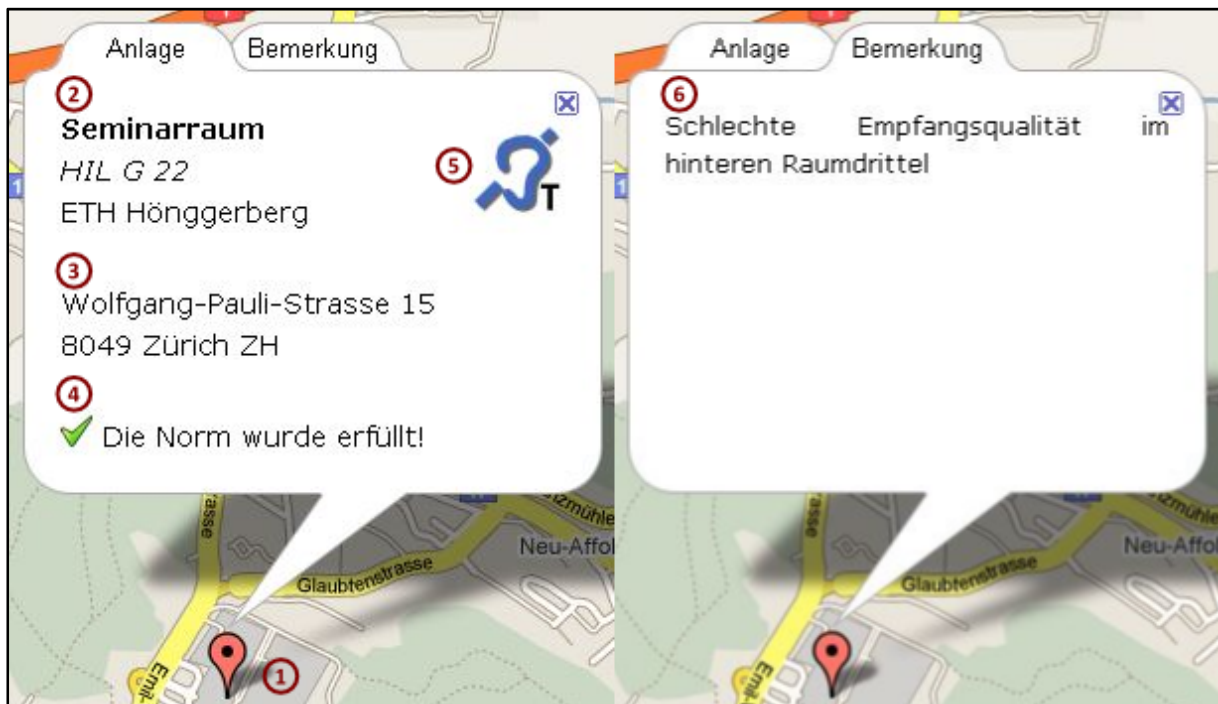


Abbildung 4.8: Printscreens des Info-Fensters mit Marker im Tab *Anlage* (links) und im Tab *Bemerkung* mit Nummerierung (erstellt mit Inkscape)

Die Höranlagen werden auf der Karte mit einem roten Marker dargestellt (siehe Abbildung 4.8, #1). Es handelt sich um das `G_DEFAULT_ICON` von Google Maps (Google Code B, 2009). Die Spitze dieses Marker steht genau auf den eingegebenen bzw. generierten Koordinaten. Diese sind in der Datenbank für diese Höranlage gespeichert. Beim Klick auf den Marker erscheint das Info-Fenster mit erweiterten Informationen. Die Informationen sind in vier Textblöcke und ein Icon aufgeteilt:

- Im ersten Textblock (#2) stehen die Attribute **raum**, **raumnummer** (falls in der Datenbank vorhanden) und **gebäude** in dieser Reihenfolge übereinander.
- Textblock zwei (#3) enthält die Attribute **strasse_nr**, **plz**, **ort** und **kantonkuerzel**. Das Kantonskürzel wird angezeigt, damit Orte mit gleichen Namen unterscheidet werden können.
- Der dritte Textblock (#4) erscheint nur dann, wenn die Norm erfüllt wurde. Er besteht aus einem OK-Icon (Deleket, 2008) und einem Vermerk, dass die Norm erfüllt wurde.
- Das Icon (#5) gibt die Technologie der Höranlage an. Für genauere Erläuterungen zum Icon siehe in Abschnitt 4.2.6.
- Der letzte Textabschnitt (#6) befindet sich nicht wie die Anderen im Tab *Anlage*, sondern im Tab *Bemerkung*. Er besteht nur aus dem Attribut **bemerkung**.

4.2.5 Bedienelemente für die Karte



Abbildung 4.9: Printscreen der Bedienelemente mit Nummerierung (erstellt mit Inkscape)

Die Bedienelemente der Karte bestehen aus drei Teilen:

- Einem Kartenumschalter (siehe Abbildung 4.9, #1)
- Einem Schwenkelement (#2)
- Einem Zoomelement (#3).

Der Kartenumschalter bietet die Möglichkeit zwischen einer normalen Strassenkarte und einer Strassenkarte mit hinterlegten Satelliten-, bzw. Luftbildern zu wählen, einer sogenannten Hybridkarte.

Mit dem Schwenkelement kann die Karte bewegt und mit dem Zoomelement die Zoomstufe angepasst werden.

4.2.6 Links auf der Website

Durch einen Mausklick auf den Link *Alle Anzeigen* (siehe Abbildung 4.5, #7) werden sämtliche Höranlagen, welche in der Datenbank gespeichert sind, abgerufen und auf der Karte und in der Sidebar dargestellt.

Der Link *Symbolerklärung* (#7) öffnet ein Popup (siehe Abbildung 4.10) mit Symbolerklärungen. Darin sind der grüne und rote Marker, sowie drei Technologieicons erklärt. Bei den Technologieicons handelt es sich um das Logo des Höranlagenverzeichnisses, welches um die Buchstaben T, F und I ergänzt wurde. T steht für Induktive Höranlage, F für Funkhöranlage und I für Infrarothöranlage.



Abbildung 4.10: Printscreen der Symbolerklärungen

Zusätzlich gibt es noch drei weitere Links (#8):

- *Kommentar abgeben*

- *Kontakt*
- *Administratorentool*

Mit dem Link *Kommentar abgeben* kann man einen Kommentar zur Seite abgeben. Dies ermöglicht nach Inbetriebnahme des Verzeichnisses Verbesserungsvorschläge und Fehlermeldungen von Nutzern zu erfassen. Zusätzlich ist es auch möglich, direkt über den Link *Kontakt* dem Administrator ein E-Mail zu schreiben.

Der Link *Administratorentool* öffnet ein Loginfenster zum Starten des Eingabeformulars (siehe Kapitel 4.1).

5. Ausblick

5.1. Nächste Schritte

Das Höranlagenverzeichnis ist, wie unter Abschnitt 3.1.7 beschrieben, in einer Testversion im Internet aufgeschaltet. In dieser ersten Version geht es darum, dass die Datenbank mit Daten über Höranlagen gefüllt wird und möglichst viele Benutzer das Höranlagenverzeichnis testen. Dabei werden Kommentare und allfällige Fehlermeldungen erwartet.

Die Auswertung und eine Diskussion über das weitere Vorgehen ist nach einer Probezeit von ein bis zwei Monaten vorgesehen. Nach Korrekturen und Verbesserungen (siehe Abschnitt 5.2) wird das Verzeichnis anschliessend in einer ersten finalen Version ins Internet gestellt.

5.2. Notwendige Verbesserungen

Im Verlaufe des Projekts wurde klar, dass verschiedenen Punkte noch ungenügend gelöst sind und einer Verbesserung bedürfen. Jedoch reichte die Zeit nicht mehr, diese zu realisieren. Dies soll in einer nächsten Phase geschehen (siehe Abschnitt 5.1).

5.2.1 Erstellung von raumtypischen Icons

Für die Visualisierung einer Höranlage auf der Karte wird zurzeit jedem Raumtyp derselbe rote Marker zugewiesen (siehe Abschnitt 4.2.4). Es wäre jedoch möglich, für unterschiedliche Raumtypen entsprechende Marker zu benützen. Der Benutzer könnte so auf den ersten Blick erkennen, für welchen Zweck er den Raum mit der Höranlage verwenden kann.

Die technischen Grundlagen für die Realisierung der unterschiedlichen Marker sind bereits vorhanden. Beim Hinzufügen einer neuen Höranlage in die Datenbank muss der Administrator einen von sieben vordefinierten Raumtypen auswählen (siehe Abbildung 4.1). Diese Unterteilung könnte für die automatische Darstellung einer Höranlage durch ein raumspezifisches Icon genutzt werden.

5.2.2 Vermeidung von verdeckten Markern

Die Darstellung einer Höranlage auf der Karte erfolgt momentan so, dass der rote Marker mit der Spitze genau auf den gespeicherten Koordinaten zu stehen kommt (siehe Abschnitt 4.2.4). Dies führt in zwei Fällen zur gegenseitigen Überdeckung zweier oder mehrerer Markern. Einerseits wenn zwei

Marker die gleichen Koordinaten besitzen, andererseits wenn eine kleine Zoomstufe verwendet wird und viele Marker auf kleinem Raum vorhanden sind.

Der erste Fall sollte nur dann eintreten, wenn zwei oder mehrere Räume mit einer Höranlage im gleichen Gebäude vorhanden sind. Die Marker haben so exakt die gleichen Koordinaten und auf der Karte ist nicht zu erkennen, ob es sich um einen oder mehrere Marker handelt.

Eine Lösung für dieses Problem wäre die Einführung eines speziellen Icons. Diese Variante löst jedoch nicht das ganze Problem. Ein Marker kann immer nur mit einem Info-Fenster verknüpft werden. Das heisst, selbst bei einem speziellen Icon könnte nur das Info-Fenster von einer Höranlage angezeigt werden. Eine andere Lösung für das Problem wäre die Implementation von Icons, welche sich bei einer Berührung oder einem Klick mit dem Mauszeiger aufspreizen. Eine solche Lösung ist in Google Earth realisiert (Google Inc., 2009).

Etwas komplexer stellt sich das Problem der Überdeckung bei unterschiedlichen Zoomstufen dar. Auch dieses Problem könnte durch die Spreizmarker entschärft werden. Doch die Realisierung wäre wesentlich schwieriger und bei vielen Icons auf kleinem Raum würde es unübersichtlich bleiben. Eine bessere Lösung für dieses Problem würde eine automatische Generalisierung bilden. Dafür gibt es für Google Maps die Klasse *GMarkerManager* zur Verwaltung von vielen Markern. Die Sichtbarkeit der Marker wird in Abhängigkeit des aktuellen Darstellungsbereichs und der Zoomstufe angepasst (Google Code A, 2009).

5.2.3 *Verbessern der Sidebaroptik*

Vor der ersten Suchabfrage enthält die Sidebar noch keine Elemente. Dies hat zur Folge, dass in der Mitte der Website ein unansehnlicher weisser Balken entsteht, dessen Funktion unbekannt ist. Deshalb wäre es der Optik der Website dienlich, wenn die Sidebar erst während der ersten Suchabfrage aufklappen würde und sich anschliessend wieder ausblenden liesse (Purvis, et al., 2006).

5.2.4 *Verbesserte Anpassung an Bildschirmauflösungen*

Die Website zur Darstellung der Höranlagen hat die Fähigkeit sich an unterschiedliche Grössen des Browserfensters anzupassen, jedoch geschieht dies statisch. Das heisst, bei Veränderung der Grösse des Browserfenster nach dem Laden der Website wird die Grösse der unterschiedlichen Elemente nicht mehr angepasst. Hier wäre es besser, wenn sich die Grösse der Elemente dynamisch an die Grösse des Browserfensters anpassen würde (Purvis, et al., 2006).

5.2.5 *Optimierung der Ladezeiten*

Die Ladezeiten sind momentan sowohl für das Eingabeformular, wie auch für die Website zur Darstellung der Höranlage ziemlich kurz. Dies könnte sich jedoch ändern, sobald neue Funktionen hinzugefügt werden und die Datenbank grössere Datenmengen enthält. Vor allem die Website zur Darstellung könnte mit der Zeit ziemlich träge werden. In diesem Fall müsste man versuchen, bei grossen Datenmengen diese für die Darstellung zu optimieren. Dies wäre sowohl server-, wie auch clientseitig möglich (Purvis, et al., 2006).

5.2.6 Erweiterung des Administratortools

Über das Administratortool ist es bisher nur möglich neue Höranlagen in die Datenbank einzutragen. Es sollte jedoch auch möglich sein, bestehende Anlagen zu bearbeiten und zu löschen, ohne direkt auf die Datenbank zugreifen zu müssen. Denn dies ist einerseits umständlich und andererseits gefährlich, da eine falsche Manipulation sämtliche in der Datenbank gespeicherten Daten löschen oder nutzlos machen könnte.

5.2.7 Sicherung der Datenbank

Es muss verhindert werden, dass sämtliche Daten, welche in der Datenbank gespeichert sind, durch eine fehlerhafte Manipulation oder einen technischen Defekt verloren gehen. Darum sollte automatisch eine tägliche Sicherung der Datenbank durchgeführt werden. Dies ist über sogenannte Cronjobs möglich. Ein Cronjob ist eine wiederkehrende Aufgabe, welche immer zu einem bestimmten Zeitpunkt ein Skript oder ein Programm ausführt (Wikipedia A, 2009). In diesem Fall würde der Cronjob täglich den gesamten Datenbankinhalt auf einen anderen Server kopieren.

5.3. Mögliche Erweiterungen

5.3.1 Integration von Veranstaltungen

Für die Zukunft wäre es denkbar, dass auf der Karte zusätzlich Veranstaltungen angezeigt werden. Diese könnten, falls sie in einem bereits vorhandenen Raum oder Gebäude stattfinden, mit diesem Verknüpft werden und auf der Karte durch ein spezielles Icon gekennzeichnet werden.

5.3.2 Kompatibilität für mobile Geräte

In der heutigen Zeit gibt es immer mehr Mobiltelefone oder Handhelds, welche eine schnelle Verbindung zum Internet besitzen. Die Bildschirme dieser Geräte sind jedoch tendenziell klein und eine gute Darstellung des jetzigen Höranlagenverzeichnisses ist darauf leider nicht möglich. Es wäre deshalb sinnvoll eine spezielle Darstellung für mobile Geräte zu entwickeln.

5.4. Fazit

Der Vergleich des Resultats der Arbeit (siehe Kapitel 4) mit der Zielsetzung (siehe Abschnitt 1.4) zeigt, dass die Ziele weitgehend erreicht wurden. Es existiert ein funktionstüchtiger Prototyp, welcher die Bedürfnisse der IGGH berücksichtigt. Was jedoch noch nicht optimal umgesetzt wurde, ist die kartografische Ausarbeitung der Karte. Dies ist auf Zeitmangel oder auf technische Hürden zurückzuführen. Das Höranlagenverzeichnis und die gesamte technische Umgebung sind auf einem Stand, dass sie um diverse kartografische und gestalterische Aspekte erweitert werden können (siehe Abschnitt 5.2). Damit sollte es mit entsprechenden visuellen Verbesserungen möglich sein, aus der bestehenden prototypischen Version eine erste definitive Version des schweizweiten Höranlagenverzeichnisses herzustellen.

Referenzliste

Date, Christopher John (2006): The relational database dictionary : a comprehensive glossary of relational terms and concepts, with illustrative examples. Sebastopol, Calif: O'Reilly, 113 S.

David Norman GmbH: Referenzliste induktive Höranlagen.

<http://www.david-norman.ch/pdf/Referenzliste-Hoeranlagen2.pdf> (Zugriff 26. Mai 2009).

Deleket, Jo (2008): VeryIcon.com.

<http://www.veryicon.com/icons/system/sleek-xp-basic/ok-1.html> (Zugriff 25. Mai 2009).

Deutscher Schwerhörigenbund e. V. (2009): Induktive Höranlagen in öffentlichen Gebäuden, Kinos, Kirchen und Theatern. <http://www.schwerhoerigen-netz.de/main/hoeranlagen.asp?inhalt=01> (Zugriff 26. Mai 2009).

Fox, Pamela (2008): Creating a Store Locator with PHP, MySQL & Google Maps.

<http://code.google.com/intl/de-DE/apis/maps/articles/phpsqlsearch.html> (Zugriff 20. Mai 2009).

Fox, Pamela und Manshreck, Tom (2007): Geocoding Addresses with PHP/MySQL.

<http://code.google.com/intl/de-DE/apis/maps/articles/phpsqlgeocode.html> (Zugriff 20. Mai 2009)

Gennick, Jonathan (2007): SQL - kurz und gut. Köln: O'Reilly, 208 S.

Google Code A (2009): Google Maps-API - Referenz.

<http://code.google.com/intl/de/apis/maps/documentation/reference.html> (Zugriff 20. Mai 2009).

Google Code B(2009): Karten-Overlays.

<http://code.google.com/intl/de/apis/maps/documentation/overlays.html> (Zugriff 25. Mai 2009).

Google Inc. (2009): Google Earth. <http://earth.google.de/> (Zugriff 27. Mai 2009).

Hoschek, Mark Alexander (2008): meine kleine Homepage - Codesammlung.

<http://www.mylittlehomepage.net/codesammlung> (Zugriff 21. Mai 2009).

IGGH: Höranlagen. <http://www.iggh.ch/hoeranlagen/Bern2.htm> (Zugriff 26. Mai 2009).

map.search.ch: API-Referenz. <http://map.search.ch/api/classref> (Zugriff 13. Mai 2009).

Noack, Wilhelm (2005): JavaScript: Eine Einführung. Hannover: HERDT-Verlag, 220 S.

Noack, Wilhelm (2006): PHP: Grundlagen - Erstellung dynamischer Webseiten. Leibniz: HERDT-Verlag, 140 S.

pro audito schweiz A: Induktive Höranlagen. <http://www.pro-audito.ch/de/beratungsdienste/hoeranlagen/> (Zugriff 26. Mai 2009).

pro audito schweiz B: Über uns. <http://www.pro-audito.ch/de/ueber-uns/> (Zugriff 13. Mai 2009).

Purvis, Michael, Sambells, Jeffrey und Turner, Cameron (2006): Beginning Google Maps Applications with PHP and Ajax: From Novice to Professional. New York: Apress, 358 S.

Reese, George, Yarger, Randy und King, Tim (2003): MySQL : Einsatz und Programmierung. Beijing: O'Reilly, 464 S.

Schradi, Bernhard: API - application programming interface.

http://www.symweb.de/glossar/api---application-programming-interface__954.htm (Zugriff 27. Mai 2009).

St. Laurent, Simon und Fitzgerald, Michael (2006): XML: kurz & gut. Köln: O'Reilly, 181 S.

Sun Microsystems, Inc. (2009): MySQL 5.1 Reference Manual.

<http://dev.mysql.com/doc/refman/5.1/en/> (Zugriff 20. Mai 2009).

Universität Zürich (2009): Höranlagen in Hörsälen.

<http://www.uniability.uzh.ch/specialinfos/hinfos/hearsystem.html> (Zugriff 26. Mai 2009).

Wikipedia A (2009): cron. <http://de.wikipedia.org/wiki/Cronjob> (Zugriff 27. Mai 2009).

Wikipedia B (2009): Hypertext Markup Language. <http://de.wikipedia.org/wiki/Html> (Zugriff 27. Mai 2009).

Wikipedia C (2009): phpMyAdmin. <http://de.wikipedia.org/wiki/Phpmyadmin> (Zugriff 15. Mai 2009).

Zorn, Walter (2008): Tooltips per JavaScript / DHTML. <http://www.walterzorn.de/tooltip/tooltip.htm> (Zugriff 21. Mai 2009).