



# DIPLOMARBEIT

## Realisierung eines Geographischen Informationssystems (GIS) für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos

Anforderungen an die Datenakquisition und -Aufbereitung für  
eine automatisierte Datenverarbeitung

ausgeführt am

Department für Geodäsie und Geoinformation  
Forschungsgruppe Geoinformation  
der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von

Privatdoz. Dipl.-Ing. Dr.techn. **Gerhard Navratil**  
und  
Dipl.-Ing. Gilbert Wiplinger, (ÖAI)

durch

Andrea Wulz, Bakk.techn.  
Matrikelnr: 8821190  
Maroltingergasse 15A/1  
1160 Wien

Wien, 23. Oktober 2017

## Kurzfassung

Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos (Türkei) ist eine antike Fernwasserleitung aus dem 2. Jahrhundert nach Christus, die damals errichtet wurde, um die Frischwasserversorgung der Bevölkerung von Ephesos zu gewährleisten. Sie führte, ausgehend von den Quellen im Değirmendere Tal südlich von Ephesos, auf einer Gesamtlänge von circa 37 km über 23 Brücken und durch vier Tunnel bis in die antike Stadt Ephesos.

Von 2006 bis 2014 wurde die Erforschung und Dokumentation dieses Aquädukts vom Österreichischen Archäologischen Institut (ÖAI) im Zuge mehrerer Grabungskampagnen unter der Leitung von Herrn Dipl.-Ing. Gilbert Wiplinger durchgeführt.

Dieses Forschungsprojekt wurde vom Forschungs- und Wissenschaftsfonds (FWF) im FWF-Projekt P20034-G02 gefördert, da der Aquädukt in weiten Teilen durch Straßenbau, steigendem Bedarf an landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie durch Stadtentwicklung (z.B. Stadt Kuşadası) von weitreichender Zerstörung bedroht, beziehungsweise teilweise schon zerstört ist, wie zum Beispiel eine Brücke am Beginn des Abschnitts IX im Bereich einer geologischen Störungslinie.

Die vorliegende Diplomarbeit dokumentiert die Erstellung eines Geographischen Informationssystems (GIS) für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos<sup>1</sup>, auf Grundlage der riesigen, seit 2006 vom ÖAI akquirierten Datenmengen unterschiedlichster Formate, unter dem Aspekt die *Anforderungen an die Datenakquisition und - Aufbereitung zu analysieren und dokumentieren, um eine automatisierte und konsistente Datenverarbeitung für ein GIS zu ermöglichen.*

---

<sup>1</sup> [www.degirmendere.oelai.at](http://www.degirmendere.oelai.at)

## **Abstract**

The Değirmendere Aqueduct of Ephesus (Turkey) is an ancient long-distance water pipeline from the 2nd century AD, in those days built to ensure the fresh water supply to the population of Ephesus. It led from the two sources in the Değirmendere valley south of Ephesus, on a total length of about 37 km over 23 bridges and through 4 tunnels to the ancient city of Ephesus.

The Austrian Archaeological Institute (Österreichisches Archäologisches Institut [ÖAI]) has carried out the research and documentation of this Aqueduct, in the course of several excavation campaigns from 2006 until 2014, under the direction of Dipl.-Ing. Gilbert Wiplinger.

The Research and Science Fund (Forschungs- und Wissenschaftsfonds [FWF]) has sponsored this research project since the Aqueduct is extensive threatened by road construction, urban development and increasing demand for agricultural land, and has already been partly destroyed, such as a bridge at the beginning of the section nine in the area of a geological fault line.

This diploma thesis documents the creation of a Geographic Information System (GIS) for the Değirmendere Aqueduct of Ephesus, including the huge amounts of data acquired since 2006 by the ÖAI in various formats, with *the aim of analysing and documenting the requirements for data acquisition and processing to enable automated and consistent data processing for a GIS.*

## Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung.....	2
Abstract.....	3
Inhaltsverzeichnis.....	4
1.Einleitung.....	6
1.1 Ziele und Gliederung dieser Diplomarbeit.....	6
1.2 Kurzcharakteristik des Değirmendere Aquädukts.....	7
1.3 Daten für ein GIS über den Değirmendere Aquädukt.....	8
2.Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos.....	9
2.1 Übersichtskarte.....	9
2.2 Objekte des Aquädukts.....	10
2.2.1 Objektüberblick.....	10
2.2.2 Charakteristik des Leitungsverlaufes.....	11
2.3 Besonderheiten des Aquädukts.....	11
2.3.1 Geologische Störung im Abschnitt IX.....	12
2.3.2 Besonderheiten der Doppelleitung ab dem Abschnitt IX.....	14
3.Daten für ein GIS über den Aquädukt.....	16
3.1 Daten aus den Feldforschungskampagnen des ÖAI.....	16
3.2 Vorbereitende Arbeiten.....	17
3.2.1 Sichtung und Zählung der zur Verfügung gestellten Daten.....	17
3.2.2 Datenformate und Menge.....	20
3.3 Die erste Idee für ein GIS.....	21
3.4 Das Grundkonzept.....	22
4.Die Problematik mit den Daten.....	24
4.1 Dateistruktur und Benennung.....	24
4.2 Raumbezug und Geographische Verortung.....	25
4.3 Nummerierung der Abschnitte.....	29
4.4 Datenvolumen und Formate.....	31
4.4.1 Datenvolumen.....	31
4.4.2 Datenformate.....	34
4.5 Die Datenbank.....	34
5.Die Realisierung des GIS.....	35
5.1 Verwendete Software und Technologien.....	35
5.1.1 Software:.....	36

5.1.2 Programmier- und Scriptsprachen .....	36
5.2 Aufbau der Internetseite.....	36
5.3 Das Ergebnis.....	56
5.3.1 Funktionsumfang.....	56
5.3.2 Screenshots der Internetseite.....	57
5.3.3 Erweiterungsmöglichkeiten.....	65
6.Anforderungen an die Datenakquisition und -Aufbereitung für eine automatisierte Datenverarbeitung .....	66
7. Zusammenfassung und Ausblick.....	68
Danksagung.....	70
Quellennachweis.....	71
Abbildungsverzeichnis.....	71
Tabellenverzeichnis .....	72
Anhang.....	73
Eigenschaften der Satellitenbildkarte am ArcGIS MapServer.....	73
Ordnerstruktur der Abschnitte.....	74
Ordnerstruktur der Brücken.....	80

## 1. Einleitung

Geographische Informationssysteme haben die Aufgabe raumbezogene Daten in einer räumlichen Dateninfrastruktur zu archivieren, in einer Anwendung zu visualisieren und den Nutzer mit gezielter Linkstruktur und Interaktivität durch diese Anwendung zu leiten, um ein geographisches Gebiet für ihn räumlich und perzeptiv erfassbar zu gestalten.

Aufgabe des im Zuge dieser Diplomarbeit implementierten GIS ist es, aus den riesigen Datenmengen unterschiedlichster Formate und Charakteristika ein im Internet verfügbares Geographisches Informationssystem zu entwickeln, das dem Nutzer den Aquädukt in einer interaktiven Anwendung zur Verfügung stellt.

Nicht nur die raumbezogenen Daten wie Fotos, Sondagenpläne, Brückenrekonstruktionen und -Grundrisse sowie Tunnelpläne sollen geographisch verortet visualisiert werden, auch eine Benutzeroberfläche soll bereitgestellt werden, die zusätzlich alle nicht raumbezogenen Daten wie z.B. Protokolle, Tabellen, Punktlisten etc. beinhaltet und dem Nutzer zur Verfügung steht.

### 1.1 Ziele und Gliederung dieser Diplomarbeit

Ziel dieser Arbeit ist einerseits die Erstellung eines, im Internet zur Verfügung stehenden, interaktiven Geographischen Informationssystems über den Değirmendere Aquädukt von Ephesos das den Nutzer diesen Aquädukt Stück für Stück erkunden und dadurch einen guten Gesamteindruck davon gewinnen lässt. Andererseits ist die Frage zu beantworten, welche Aspekte schon bei der Akquisition der Daten sowie bei deren Aufbereitung zu beachten sind, um die Implementierung eines GIS mit einem möglichst hohen Grad an Automatisierung bei der Datenverarbeitung zu ermöglichen.

Je größer und je unterschiedlicher die Menge der akquirierten Daten ist, umso wichtiger ist es, diese automatisiert verarbeiten zu können, natürlich um Zeit zu sparen, aber auch um die Genauigkeit der Verortung, die Konsistenz und die Vollständigkeit der verarbeiteten Daten gewährleisten zu können.

Somit ist die vorliegende Diplomarbeit in die folgenden Bereiche gegliedert:

Im ersten Kapitel erfolgt eine kurze Einführung in den **Begriff des Geographischen Informationssystems** allgemein, sowie ein kurzer Umriss über die Anforderungen an das GIS über den Değirmendere Aquädukt im Speziellen.

## 1. Einleitung

Das zweite Kapitel gibt einen **Gesamtüberblick über den Aquädukt** und die darin befindlichen Objekte mittels einer Übersichtskarte und behandelt auch die besonderen Gegebenheiten des Aquädukts wie die geologische Störungslinie im Abschnitt IX und die ab diesem Bereich geführte Doppelleitung. Am Ende wird ein **Überblick über die in den Grabungskampagnen des ÖAI gewonnenen und für die vorliegende Diplomarbeit zur Verfügung gestellten Daten** gegeben.

Kapitel drei behandelt die **Entwicklung des GIS für den Değirmendere Aquädukt**, beginnend mit der Vorbereitenden Sichtung des sehr umfangreichen Datenmaterials, über die erste Idee der möglichen Realisierung bis hin zu einem ersten entwickelten Grundkonzept für das GIS.

Das vierte Kapitel beschreibt die **Problematik mit den zur Verfügung gestellten Daten** im Hinblick auf die Verarbeitung der Daten mit einem hohen Grad an Automatisierung.

Im fünften Kapitel wird die **Realisierung des GIS** unter Einbeziehung der verwendeten Software und Technologien dokumentiert, sowie der Aufbau und die Struktur der Internetseite. Am Schluss werden die Funktionalitäten des GIS und die interaktive Nutzbarkeit beschrieben.

Kapitel sechs behandelt die **Anforderungen an die Datenakquisition und -Aufbereitung** um ein GIS möglichst akkurat, konsistent und automatisiert realisieren zu können.

In Kapitel sieben folgt eine **Zusammenfassung** über die Entstehung dieser Diplomarbeit sowie eine **abschließende Erläuterung** bezüglich der Wichtigkeit einer sorgfältigen und konsistenten Datenpflege.

## 1.2 Kurzcharakteristik des Değirmendere Aquädukts

Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos ist auf seiner Gesamtlänge von knapp 37 km in 25 Abschnitte unterteilt und verfügt neben den teilweise noch recht gut, teilweise aber nur mehr in Resten erhaltenen 23 Brücken, auch über vier Tunnel sowie zahlreiche weitere Objekte. Zum Beispiel eine große Anzahl an Stützpfählen, mehrere Bypässe, Abdeckplatten und Auffangbecken, sowie zwei Quellen, aus denen das Wasser in den Aquädukt eingespeist wurde.

Im Abschnitt IX befindet sich eine durch ein Erdbeben hervorgerufene geologische Störungslinie ab welcher eine doppelte Führung der Wasserleitung existiert. Mit der jüngeren Leitung wurde der Niveauunterschied der Kanalsohlen nach dem Erdbeben ausgeglichen indem man um 3 Höhenmeter tiefer wieder an die alte Leitung anschloss.

### 1.3 Daten für ein GIS über den Değirmendere Aquädukt

Die Objekte des Aquädukts wurden allesamt in den mehrjährigen Grabungskampagnen des ÖAI (Österreichisches Archäologisches Institut) vermessen und fotografisch dokumentiert. Mehrere tausend Fotos der Objekte der gesamten Wasserleitung sowie Luftbilder des Değirmendere Tals sollen in einem GIS repräsentiert und Nutzern im Internet zur Verfügung gestellt werden.

Folgende Daten sind vorhanden und über die Plattform zur Verfügung zu stellen:

- Ansichts-, Grundriss- und Rekonstruktionspläne für einen Teil der 23 Brücken.
- Sondagenpläne zu einzelnen Abschnittsbereichen des Aquädukts.
- Grundrisse zu den vier Tunneln.
- Umfangreiche Datenbank im MS Access-Format zu den erhobenen Daten über den Aquädukt wie z.B. Entfernungen von der Quelle bzw. vom Abschnittsbeginn, Fließrichtung, Punktnummern, Steinart und -Größe, etc. Diese sollte auch abfragbar sein.
- Zahlreiche weitere Dokumente wie Einstiegsprotokolle der Einstiege in die Tunnel, Höhenprofile, Skizzen und Zeichnungen, Listen der existierenden Stützpfeiler und Durchlässe, Lebensläufe der Projektmitarbeiter etc.

Für einen effizienten Zugriff ist eine klare Linkstruktur samt geeigneter Visualisierung auf einer Internetseite nötig.

Die geometrische Grundlage für das eigentliche GIS bildet ein vom ÖAI erstellter AutoCAD-Plan über den gesamten Aquädukt der alle Details wie

- Quellen
- Brücken
- Tunnels
- Bypässe
- Stützpfeiler
- Becken

sowie weitere Kleinobjekte beinhaltet.

Die Besonderheiten eines jeden Abschnittes sollen auf Basis dieses Planes in die Internetseite integriert, über eine gezielte Linkstruktur vernetzt und für den Nutzer ansprechend visualisiert werden.



## 2. Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos

Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos gliedert sich heute<sup>2</sup> in 25 Abschnitte, ausgehend von den beiden Quellen im Değirmendere Tal südlich der Ausgrabungsstätte Ephesos, über ca. 37 km Länge, bis zum südlichen Stadtmauerturm der antiken Stadt Ephesos (Abb. 1).

### 2.1 Übersichtskarte



Abb. 1: Übersichtskarte Degirmendere Aquädukt, C. Kurtze (12/2012)

<sup>2</sup> Nach Erkenntnissen aus den Grabungskampagnen des ÖAI, Stand 2013

## 2.2 Objekte des Aquädukts

Zusammenfassend ist ein kurzer Überblick über die Anzahl der in den 25 Abschnitten des gesamten Leitungsverlaufs existierenden Objekte gegeben:

### 2.2.1 Objektüberblick

Die größten und wichtigsten Objekte des Aquädukts, symbolisiert in der Übersichtskarte, sind:

- 25 Abschnitte
- 23 Brücken
- Vier Tunnel
- drei Quellen

Bei den beiden für den Değirmendere Aquädukt relevanten Quellen handelt es sich um die obere und untere Değirmendere Quelle am südlichen Ende des Aquädukts. Die Keltepe Quelle ist in der Karte zwar ausgewiesen, jedoch wurden seitens des ÖAI keine Daten zu dieser Quelle übergeben. Des Weiteren verfügt der Aquädukt noch über Objekte, die nicht in der Übersichtskarte symbolisiert, aber im AutoCAD enthalten sind, darunter

- acht Bypässe
- 267 Stützpfeiler

sowie eine große Anzahl an

- Durchlässen
- Auffangbecken
- Abdeckplatten
- Rüstlöchern
- Kanalsohlen

Um dem Nutzer einen ersten Gesamtüberblick über die 25 Abschnitte mit ihren wichtigsten Hauptobjekten *Brücken* und *Tunnel* zu ermöglichen ist es notwendig eine interaktive Anwendung auf Basis der vom ÖAI zur Verfügung gestellten Übersichtskarte bereit zu stellen.

Zu den Abschnitten ab der geologischen Störungslinie in denen zusätzliche Objekte wie zum Beispiel Stützpfeiler oder Bypässe etc. existieren, wird pro Abschnitt eine interaktive Detailkarte auf Basis des CAD-Planes für die nähere Erkundung des Aquädukts mit all seinen Besonderheiten implementiert.

Zu den vier Tunneln existieren Grundrisskarten aus CAD-Plänen in denen punktweise die Fotos aus den Grabungskampagnen angezeigt

werden sollen um dem Nutzer auch einen Eindruck des Inneren der Tunnel zu vermitteln.

### **2.2.2 Charakteristik des Leitungsverlaufes**

Die 25 Abschnitte des Aquädukts, beginnend bei den beiden Quellen im Değirmendere Tal, werden nach diesem ersten Abschnitt (Quelle bis zur Sürtekkemer Brücke) jeweils immer von einer Brücke am Beginn und einer Brücke am Ende des Abschnitts begrenzt, wobei die Brücke zwischen den Abschnitten VIII und IX gänzlich zerstört ist und daher nur mehr 23 Brücken erhalten sind. Die Wasserleitung wurde in den Abschnitten IV, V, XX und XXI jeweils durch einen Tunnel geführt.

Ab dem IX. Abschnitt verfügt der Aquädukt aufgrund einer, durch ein Erdbeben hervorgerufenen geologischen Störung, welche die Gesteinsschichten nördlich der heutigen Stadt Kuşadası emporgeschoben hat (siehe Abb. 2) über eine Doppelleitung. Einerseits über die alte Leitung die schon vor dem Erdbeben existierte und das Wasser nach Ephesos lieferte, andererseits über die junge Leitung, die nachträglich hinzu gebaut werden musste, um das Niveau zwischen alter und neuer Geländehöhe aus zu gleichen.

Der XXV. und somit letzte Abschnitt reicht von der 23. Brücke (Arapdere Brücke) bis zum südlichen Stadtmauerturm der antiken Stadt Ephesos.

### **2.3 Besonderheiten des Aquädukts**

Grob kann der Aquädukt, aus *archäologischer Sicht*, aufgrund seiner geographischen Lage in drei große Bereiche eingeteilt werden<sup>3</sup>, abhängig davon, ob die Wasserleitung ober- oder unterirdisch seinen Verlauf nimmt.

- „Im ersten Bereich von der Quelle bis Kuşadası wurde die Leitung zum Großteil im flachen Gelände unterirdisch verlegt, sodass mit Ausnahme zweier kürzerer Stellen nur die Brücken und zwei Tunnel bekannt sind. Dieser Bereich wurde bis vor 20 Jahren noch zur Versorgung von Kuşadası genutzt.
- Unmittelbar nach den letzten Häusern von Kuşadası beginnt der zweite Bereich, welcher bis zum Mezarlık-Tunnel reicht und der 2010 zumindest im Gebiet der Provinz Aydın auf einer Strecke von 10 km freigerodet, gereinigt und dokumentiert werden konnte. Hier ist die Leitung hoch über der Küste noch durchgehend in Resten erhalten und zieht weit in das

---

<sup>3</sup> Wiplinger, G., 2013

## 2. Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos

Bahçecıkboğaz-Tal hinein. In dem steilen Gelände waren oft bis zu 4 m hohe Stützmauern erforderlich.

- Im dritten Bereich, vom Mezarlık-Tunnel bis in die Stadt, liegt der Aquädukt wieder größtenteils unterirdisch, sodass nur die Brückenreste sichtbar sind.“ (Wiplinger, G. 2013)

Diese drei Bereiche sind jedoch in der Übersichtskarte (Abb. 1) nicht gesondert ausgezeichnet. Es ist also nicht ersichtlich in welchen Bereichen die Wasserleitung unter- oder oberirdisch verlegt wurde.

Auch die Doppelleitung ab dem Abschnitt IX ist in der Übersichtskarte nicht als Doppelleitung symbolisiert. Lediglich die 25 Abschnitte mit ihren zugehörigen Brücken und Tunneln sind in dieser Karte mittels Kartensymbolen ausgewiesen.

### 2.3.1 Geologische Störung im Abschnitt IX

Es konnte bis heute noch nicht gänzlich geklärt werden<sup>4</sup>, ob nun das Gelände nördlich der Stadt Kuşadası durch das Erdbeben emporgeschoben wurde, oder ob der Untergrund südlich der Stadt aufgrund seiner weichen, neogenen Schichten abgesunken ist.

Der Aquädukt weist jedenfalls eine Bruchstelle im Bereich des neunten Abschnitts hinter der Stadt Kuşadası, mit einer Klaffung der Kanalsohlen von circa drei Metern auf, die durch den Bau einer jüngeren Leitung überwunden werden musste.

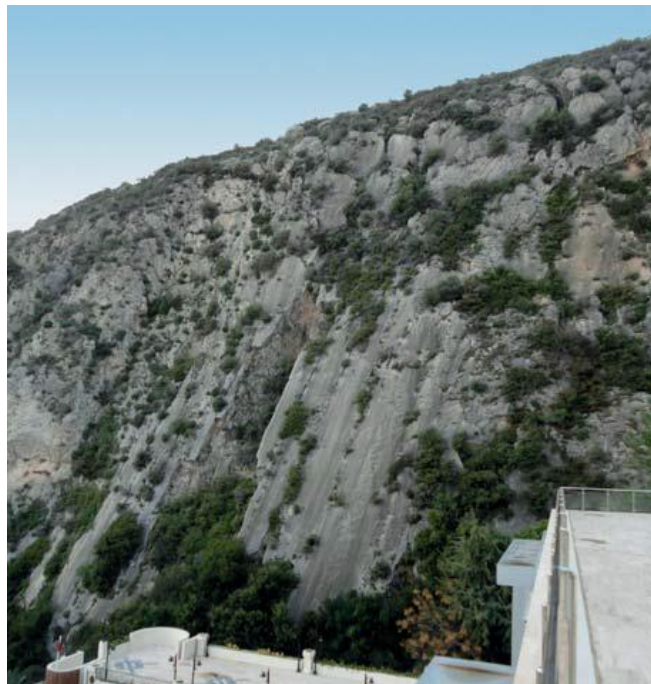


Abb. 2: Felswand im Bereich der geologischen Störung am Stadtrand von Kuşadası

Abb. 2 oben zeigt die emporgeschobene Felswand hinter einem Hotel am Stadtrand von Kuşadası. Ab diesem Bereich musste die Leitung auf einem um drei Höhenmeter tieferen Niveau neu gebaut werden um an die ursprüngliche Geländehöhe anschließen zu können. Im nachfolgenden Höhenprofil (Abb. 3) sind die geologische Störungslinie sowie der Beginn und der Verlauf der Doppelleitung dargestellt.

---

<sup>4</sup> Wiplinger, G., 2014

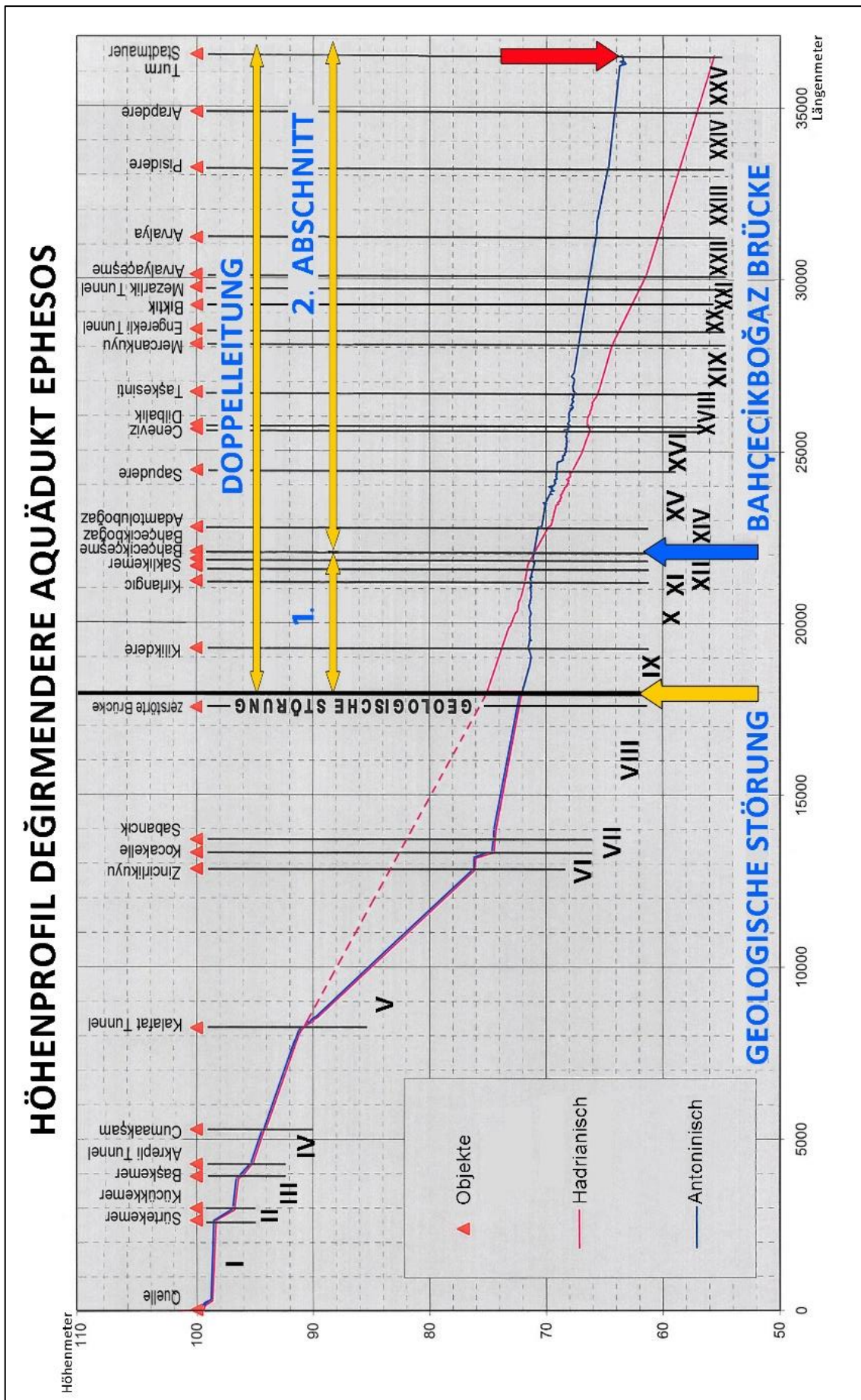


Abb. 3: Höhenprofil des Değirmendere Aquädukts, ÖAI 2014

### 2.3.2 Besonderheiten der Doppelleitung ab dem Abschnitt IX

Im Höhenprofil ist ersichtlich, dass die Doppelleitung über zwei Abschnitte verfügt:

- 1. Abschnitt von der Störungslinie bis zur Bahçecikboğaz Brücke
- 2. Abschnitt von der Bahçecikboğaz Brücke bis zum Stadtmauerturm



Abb. 4: Kartenausschnitt aus der Übersichtskarte des Bereiches rund um den Niveauwechsel der Doppelleitung

Die alte Leitung (Hadrianisch, im Höhenprofil rot) weist im Abschnitt IX im Bereich der Störungslinie einen Niveauunterschied der Kanalsohle von drei Höhenmetern zur jungen Leitung (Antoninisch, im Höhenprofil blau) auf, das heißt die junge Leitung wurde an der Störungslinie um 3 m tiefer als die alte Leitung gelegt um an das Niveau vor der Störungslinie anschließen zu können.

Bedingt durch die nun tiefere Lage der jungen Wasserleitung wies diese mit 10 cm pro Kilometer ein wesentlich geringeres Gefälle auf als die alte Leitung, damit das Wasser bei der Bahçecikboğaz Brücke am Beginn des Abschnitts XIV wieder in die alte Leitung zufließen konnte.

An der Bahçecikboğaz Brücke beginnt der 2. Abschnitt der Doppelleitung dessen Ursache lange nicht ersichtlich war, da das Gelände in diesem Bereich keinerlei tektonische Störungen aufweist, und erst in der letzten Grabungskampagne gefunden werden konnte.

Die junge Leitung wurde ab hier auf einem höheren Niveau und mit größerem Querschnitt weitergebaut und mündet um acht Höhenmeter höher in die Stadt als die ursprüngliche alte Leitung, um auch die höher gelegenen Gebiete der Stadt mit frischem Wasser versorgen zu können.

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
2. Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos

Durch das sehr geringe Gefälle im ersten Abschnitt der Doppel-  
leitung war die junge Wasserleitung jedoch sehr störungsanfäll-  
lig. Durch immer wiederkehrende Reparaturarbeiten an der Leitung  
mussten in diesem Bereich sechs Bypässe errichtet werden, zum  
Beispiel Bypass 1 im Abschnitt X (Abb. 6) um die Wasserversorgung  
der Stadt auch während der Reparaturarbeiten gewährleisten zu  
können.

In der nachfolgenden Abb. 5 ist der Kartenausschnitt mit den  
Symbolen der Bypässe in den Abschnitten IX und X zu sehen.

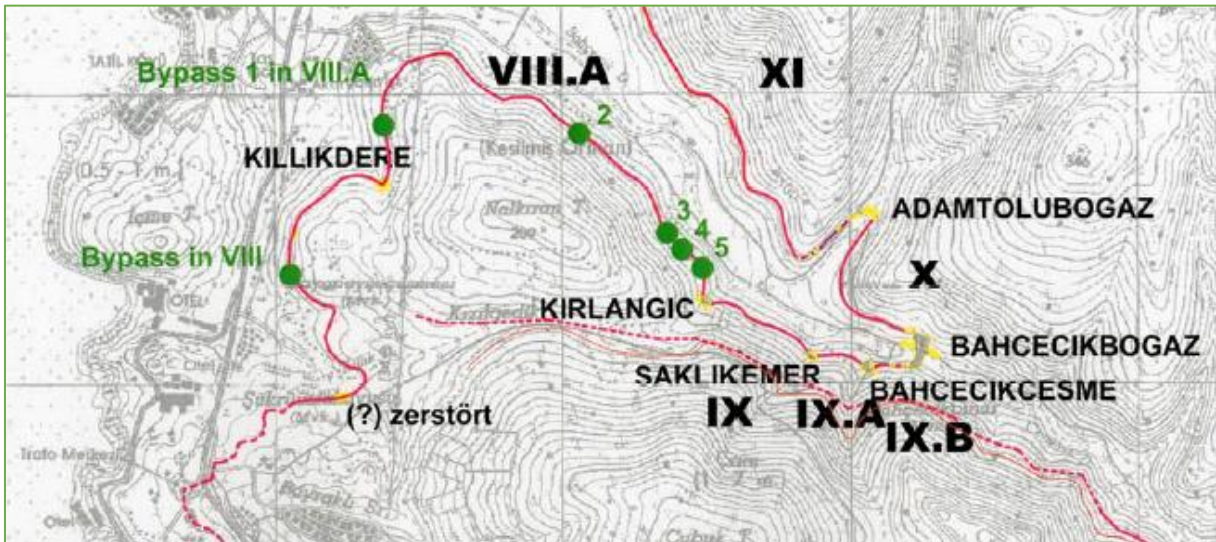


Abb. 5: Bypässe in den Abschnitten IX und X



Abb. 6: Bypass 1 im Abschnitt X (ehemals XIII A)

### 3. Daten für ein GIS über den Aquädukt

Die Anforderung an das Geographische Informationssystem für den Değirmendere Aquädukt ist, dass alle vom ÖAI bereitgestellten Daten eingebunden und für den Nutzer übersichtlich strukturiert und in einem leicht zu handhabenden, benutzerfreundlichen System visualisiert werden.

Eine erste Tranche im Umfang von ~36 GB an Daten wurde im März 2013 auf einer externen Festplatte zur Verarbeitung übergeben. Im Laufe des Jahres wurden weitere Daten in Form von zusätzlichen Dokumenten wie Protokolle, Listen und Tabellen übergeben. Im November 2014 folgte der letzte Teil der noch ausstehenden Daten, die Sondagenpläne, Brückengrundrisse und -Rekonstruktionen sowie Brückenansichten im Ausmaß von weiteren ~8 GB Datenvolumen.

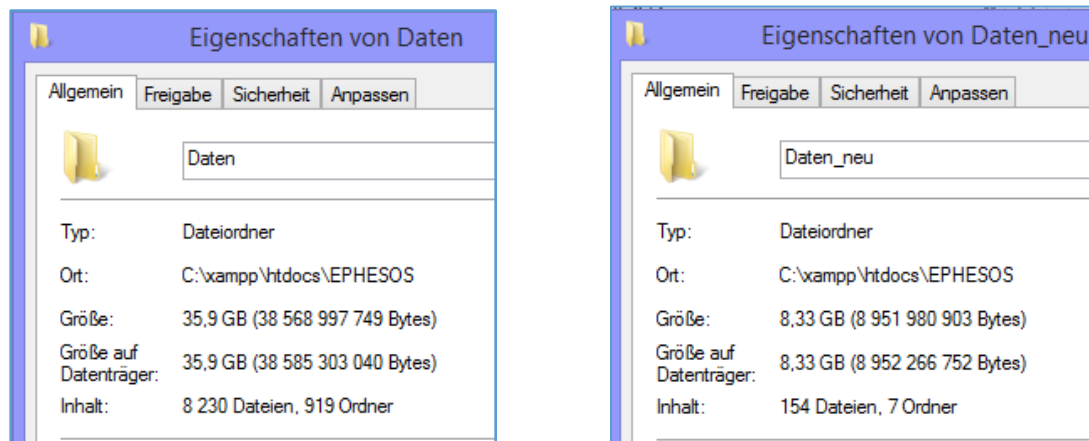


Abb. 7: Eigenschaften der Ordner "Daten" und „Daten\_neu“

In Anbetracht der sehr umfangreichen, zu Beginn übergebenen Datenmenge im Ausmaß von 919 Ordnern mit einem Inhalt von 8.230 Dateien und den später übergebenen weiteren 154 Dateien (Abb. 7), waren noch vor der Konzeption des GIS einige vorbereitende Arbeiten notwendig. Um überhaupt abschätzen zu können was genau dem Nutzer in welcher Form zur Verfügung gestellt werden soll, und wie die Umsetzung technisch durchführbar ist mussten die Daten zu aller erst analysiert und kategorisiert werden.

#### 3.1 Daten aus den Feldforschungskampagnen des ÖAI

Die vom ÖAI zur Verfügung gestellten Daten aus den Grabungskampagnen (2006 bis 2011) umfassen

- Fotos die den gesamten Leitungsverlauf dokumentieren
- Sondagenpläne
- Brückenrekonstruktionen
- Brückengrundrisse
- Tunnelgrundrisse
- Skizzen



die allesamt dem Nutzer geographisch verortet und in einer übersichtlichen Linkstruktur vernetzt bereitgestellt werden sollen. Als Basis für die Visualisierung der oben genannten Daten wurde Kartenmaterial sowie ein AutoCAD-Plan übergeben.

Des Weiteren wurden eine Vielzahl ergänzender Dokumente ohne Raumbezug übergeben die ebenfalls in diesem System für den Nutzer zugänglich gemacht werden sollen, aber nicht in ein GIS integrierbar sind:

- Datenbank (MS Access)
- Abschnittstabellen
- Listen der Stützpfiler und Durchlässe
- Protokolle
- Höhenprofil
- Konkordanzliste der umbenannten Abschnitte

Natürlich sollen auch diese nicht raumbezogenen Daten dem Nutzer im System, durch eine gezielte Linkstruktur vernetzt, zur Verfügung stehen.

### **3.2 Vorbereitende Arbeiten**

Die vom ÖAI über mehrere Jahre akquirierten, mehrere tausend Dateien umfassenden Daten unterschiedlichster Formate, wurden in mehreren Tranchen, beginnend im März 2013 bis November 2014 sukzessive jeweils nach Fertigstellung durch das ÖAI auf einer externen Festplatte zur Verarbeitung übergeben.

Der allererste Schritt auf dem Weg zu einem GIS bestand also darin, das übergebene Datenmaterial zu sichten, die Dateistruktur zu durchschauen und die, nach Formaten kategorisierte Datenmenge ab zu schätzen, um einen Überblick zu bekommen, was daraus gemacht werden kann.

#### **3.2.1 Sichtung und Zählung der zur Verfügung gestellten Daten**

In einem ersten Schritt wurden die Daten händisch gesichtet, das heißt, durch öffnen der Ordner und Navigation in immer tiefer liegende Unterordner wurde grob die Dateistruktur untersucht und festgestellt, dass die gegebene Struktur höchst uneinheitlich ist.

Um einen Überblick über die Ordnerstruktur und deren Inhalte zu gewinnen und um jederzeit nachsehen zu können in welchen Dateien sich welche Daten befinden wurde eine Textdatei (tree.txt) mit einem Baum erstellt der sämtliche Inhalte widerspiegelt:



# Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos

## 3. Daten für ein GIS über den Aquädukt

```

|-----DL 3 bei 241----Fotos
|-----DL 4 bei 242----Fotos
|-----DL 5----Fotos
|-----DL 6----Fotos
|-----Kanalsohlen
|-----KS AL+JL
|-----KS JL
|-----RP
|-----Fotos
|-----Fotos
|-----Rüstlöcher
|-----Sond. 33.1
|-----SP
|-----DSC05998.JPG
----X. Skizzen
----X. RP 102.tif
----XBA2A9~1.TIF
----XBBD4F~1.TIF
----XBYPAS~1.TIF
----XBYPAS~2.TIF
----XBYPAS~3.TIF
----XBYPAS~4.TIF
----XSCHNI~1.TIF
----11. XI. Kirlangic - Saklikemer
----Bypass
----KS
|----18 JL-----Fotos
|----21 JL-----Fotos
----RP
|----DIVERSE ORDNER-----Fotos
|-----
|----
|----
----SP
|----SP 1-----Fotos
|----SP 2-----Fotos
|----SP 3-----Fotos
|----SP 4-----Fotos
|----SP 5-----Fotos
|----div. Fotos
----12. XII. Saklikemer - Bahcecikcesme
----13. XIII. Bahcecikcesme - Bahcecikbogaz
----14. XIV. Bahcecikbogaz - Adamtolubogaz
----15. XV. Adamtolubogaz - Sapudere
----16. XVI. Sapudere - Ceneviz
----17. XVII. Ceneviz - Dilbalik
----18. XVIII. Dilbalik - Taskesinti
----19. XIX. Taskesinti - Mercankuyu
----20. XX. Mercankuyu - Biktik
----21. XXI. Biktik - Arwalyacesme
----22. XXII. Arwalyacesme - Arwalya
----23. XXIII. Arwalya - Pisdere
----24. XXIV. Pisdere - Arapdere
----25. XXV. Arapdere - Turm
|-----BRÜCKEN
|-----DIVERSE 1 bis 24
|-----01. Sürtekkemer
----01. Fotos
----01. Skizzen
|-----
|-----
|-----
|----Grundrisse - Brücken + Tunnel GR
|----Zeichnung Ansichten gesamt
----Inschriften
|----Sabancik Brücke-----Fotos
|----Sapudere Brücke-----Fotos
|----Fundsituation am Aquädukt.pdf
----LUFTAUFNAHMEN
|----Firma - Luftaufnahmen 08.10.10
|-----Fotos
|----SONY 2010
|-----Fotos
----Quelle
|----FOTOS 2005
|-----Fotos

```

## Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos

### 3. Daten für ein GIS über den Aquädukt

```
|
|
|-----FOTOS 2009
|
|-----TIFF_Karten_AKTUELL
|
|-----DIVERSE KARTEN-----
|
|-----Tunnel
|
|-----01. Akrepli
|
|-----F-DIAS - 2003-----Fotos
|-----FOTOS 2007
|-----Loch 1 iFR-----Fotos
|-----Loch 2 iFR-----Fotos
|-----Loch 3 iFR-----Fotos
|-----Schacht 1-----Fotos
|-----Schacht 2-----Fotos
|-----Schacht 3-----Fotos
|-----unterhalb Tunnel-----Fotos
|-----Vermessung 2007
|-----15107_Akrepli.dwg
|-----15107_Akrepli_pho.dwg
|-----plot.log
|
|-----02. Kalafat tunnel
|-----03. Engerekli
|-----04. Mezarlik
|-----Übersichtskarte_Değirmendere _v5_NeueAbschnittsnummern.tif
```

Um die vorhandene Datenmenge realistisch abschätzen zu können, war es nötig die einzelnen Dateien zu zählen und auf ihren Inhalt zu untersuchen, was in Anbetracht der großen Menge nicht händisch möglich, beziehungsweise nicht in einem vernünftigen zeitlichen Rahmen sinnvoll geschehen kann. Die Daten mussten also automatisiert gezählt und auf vorhandene Inhalte und Formate untersucht und analysiert werden.

#### 3.2.2 Datenformate und Menge

Mittels Eingabe eines Zählbefehls im batchfile `count.bat` (ausführbare Datei in der Eingabeaufforderung [Windows Konsole]) wurden die Dateien automatisiert in allen Ordnern und Unterordnern jeweils pro Datenformat gezählt und in einer einfachen Textdatei aufgelistet ausgegeben.

##### **`count.bat`**

```
C:\xampp\htdocs\EPHESOS\Daten>dir/s1>c:\users\Andrea\count\dirs.txt
```

```
C:\xampp\htdocs\EPHESOS\Daten>c:\users\Andrea\count\count.rex
```

Die Zählung liefert folgenden Output:

```
13979 Zeilen wurden gelesen

57 Dateien mit Extension "pdf" wurden gefunden.
490 Dateien mit Extension "jpg" wurden gefunden.
6734 Dateien mit Extension "JPG" wurden gefunden.
5 Dateien mit Extension "jgw" wurden gefunden.
5 Dateien mit Extension "xml" wurden gefunden.
5 Dateien mit Extension "ovr" wurden gefunden.
6 Dateien mit Extension "tfw" wurden gefunden.
```

### 3. Daten für ein GIS über den Aquädukt

21 Dateien mit Extension "tif" wurden gefunden.  
15 Dateien mit Extension "dwg" wurden gefunden.  
1 Dateien mit Extension "zip" wurden gefunden.  
1 Dateien mit Extension "dll" wurden gefunden.  
23 Dateien mit Extension "txt" wurden gefunden.  
12 Dateien mit Extension "CR2" wurden gefunden.  
2 Dateien mit Extension "ai" wurden gefunden.  
2 Dateien mit Extension "log" wurden gefunden.  
1 Dateien mit Extension "xls" wurden gefunden.  
1 Dateien mit Extension "dws" wurden gefunden.

Das Ergebnis der Zählung zeigt, dass der Großteil der gelieferten Daten Fotos (.jpg, .JPG) der Objekte des Leitungsverlaufs sowie Luftbilder des Değirmendere Tals sind.

- 490 Fotos mit Extension "jpg"
- 6734 Fotos mit Extension "JPG"

Die .zip Datei enthielt den AutoCAD-Plan in zweifacher Ausführung mit unterschiedlicher Aktualität (Jänner und Oktober 2012). Sondagenpläne, Rekonstruktionszeichnungen und Grundrisse wurden im .tif Format geliefert, wobei der Großteil der Pläne und Rekonstruktionen erst später, nach deren Fertigstellung durch das ÖAI, übergeben wurden.

Die nachträglich gelieferten Daten konnten in dieser ersten Zählung naturgemäß noch nicht gezählt werden, aber bei der ersten Konzeption des GIS bereits mit einbezogen werden, da es sich nach Angaben des ÖAI in erster Linie um Bildmaterial handelte das ohne weiteres jederzeit in das Projekt integriert werden konnte.

### 3.3 Die erste Idee für ein GIS

Mit der Entwicklung dieses Geographischen Informationssystems soll ein System bereitgestellt werden, das die gesamten Daten, gespeichert in einer logisch strukturierten Dateninfrastruktur, einbezieht und für den Nutzer übersichtlich und benutzerfreundlich in verschiedenen Detaillierungsgraden zur Verfügung stellt.

Da eine Menge Daten in Form von Listen, Tabellen und Protokollen ohne Raumbezug existieren, die dem Nutzer ebenfalls in diesem System zur Verfügung stehen sollen, ist es notwendig eine Benutzeroberfläche zu implementieren in der auch alle diese Daten vorhanden und durch eine gezielte Linkstruktur miteinander verknüpft sind.

Interaktive Karten sollen den Nutzer Schritt für Schritt durch den gesamten Aquädukt leiten und ihm so einen einerseits globalen Überblick, andererseits in mehreren Abstraktionsebenen einen

hochdetaillierten Raumbezug der im gesamten Verlauf des Aquädukts vorhandenen Objekte bieten.

### 3.4 Das Grundkonzept

Das hier vorgestellte Geographische Informationssystem soll so konzipiert sein, dass es einerseits für die Projektmitarbeiter des ÖAI als „Nachschlagwerk“ dient, andererseits aber auch für Nutzer ohne archäologisches Vorwissen als spannende und informative Quelle dient. Eine Implementierung in verschiedenen Detaillierungsgraden ist daher notwendig um dem Nutzer die Daten sowohl überblicksmäßig zu präsentieren, als auch in einem höheren Detaillierungsgrad für Nutzer mit spezifischen archäologischen Kenntnissen ein interessantes und informatives System zu bieten.

Das zu entwickelnde Geographische Informationssystem soll die Bedürfnisse des Nutzers bestmöglich befriedigen und ihm einen individuellen, selbstgesteuerten und auf seine persönlichen Bedürfnisse abgestimmten Informationsgewinn bieten. Notwendig ist hierfür eine konsistente Speicherung und Visualisierung aller zur Verfügung stehenden Daten. Auf der Internetseite müssen die Daten in verschiedenen Detaillierungsgraden angeboten werden, um sowohl Nutzern mit archäologischem Vorwissen, als auch interessierten Laien bestmöglichen Informationsfluss zu gewährleisten. Der Funktionsumfang des Geographischen Informationssystems soll so gestaltet sein, dass der Nutzer auf dieser Seite alle Informationen in Form von interaktiven Karten, Graphiken, Tabellen, Fotos und Informationstexten erhält, die vom Österreichischen Archäologischen Institut aus den Grabungskampagnen zur Verfügung gestellt wurden. Aufgrund der unterschiedlichen Charakteristika der Daten ist es nötig das eigentliche GIS-Projekt des Leitungsverlaufs in eine Internetseite ein zu binden um auch die zusätzlichen Informationen für den Nutzer zugänglich zu machen.

Die Menüführung des Hauptmenüs soll einfach und übersichtlich, in Form eines statischen Rahmens in dem sämtliche aufgerufenen Seiten angezeigt werden, implementiert sein, sodass der Informationsfluss individuell vom Nutzer gestaltet werden kann und eine jederzeitige Rückkehr zum Hauptmenü möglich ist. Sowohl interaktive Karten die den Leitungsverlauf mit verorteten Fotos, Sondagenplänen, Brückengrundrissen und Brückenrekonstruktionen visualisieren, als auch Auswahlmenüs für alle zusätzlichen Informationen wie Protokolle, Tabellen, Lebensläufe der Projektmitarbeiter etc., sollen auf der Internetseite zur Verfügung stehen. Die nachfolgende Tabelle 1 zeigt das erste schematisch dargestellte Grundkonzept der Internetseite über den Değirmendere Aquädukt von Ephesos.

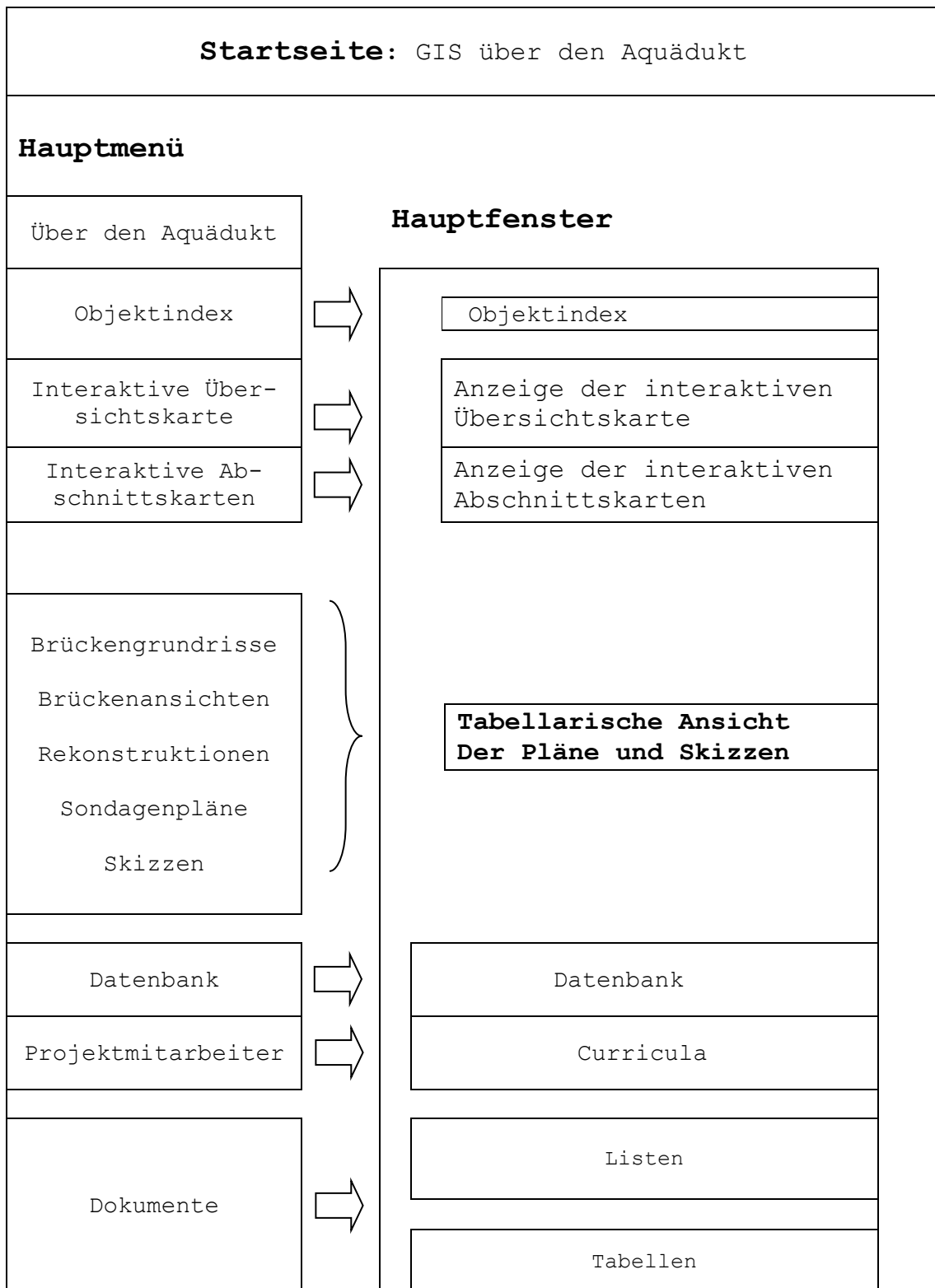


Tabelle 1: Grundkonzept der Internetseite über den Aquädukt

Auf Basis dieses Konzeptes und der bereits vorhandenen Daten kann das GIS nun entwickelt werden. Der erste Schritt besteht darin, die Struktur dieser riesigen Datenmenge zu durchschauen und heraus zu filtern, welche Daten in das GIS schlussendlich einbezogen werden.

Im Zuge der Entwicklung dieses GIS stellt sich heraus, dass es teilweise problematisch ist die für das Projekt relevanten Daten aus den bereitgestellten Daten heraus zu filtern und in ihrer ursprünglichen Struktur zu verarbeiten. Die Probleme die hierbei aufgetreten sind werden im nächsten Kapitel näher erläutert.

## 4. Die Problematik mit den Daten

In diesem Kapitel wird die sich im Zuge dieser Arbeit herauskristallisierte Problematik mit den Daten anhand mehrerer Beispiele erläutert.

### 4.1 Dateistruktur und Benennung

Wie bereits im 3. Kapitel dargelegt, ist die zu Beginn dieses Projekts übergebene Datenmenge sehr umfangreich und weist einerseits eine höchst uneinheitliche Dateistruktur auf, andererseits werden einige Dateien in mehrfacher Anzahl übergeben, woraus die aktuellen, für dieses Projekt relevanten Dateien erst heraus gefiltert werden müssen.

Zum Beispiel der Ordner Höhenprofil (Abb. 8), in der 19 Elemente unterschiedlicher Formate aus mehreren Entwicklungsstadien enthalten sind, wobei aber nur das aktuellste Höhenprofil benötigt wird. Auch aus weiteren Ordnern müssen die relevanten Dateien erst gesucht und herausgefiltert werden.

Auch die zuvor erwähnte Dateistruktur ist problematisch, da ein automatisiertes Auslesen der Dateien unmöglich ist und eine immer wiederkehrende Überprüfung der Speicherorte der Dateien notwendig macht.

Ein weiteres Problem stellt die Benennung der Dateiordner dar. Es wurden Sonderzeichen wie z.B. Umlaute oder auch Türkische Schriftzeichen verwendet. Diese können von einem Server nicht interpretiert und

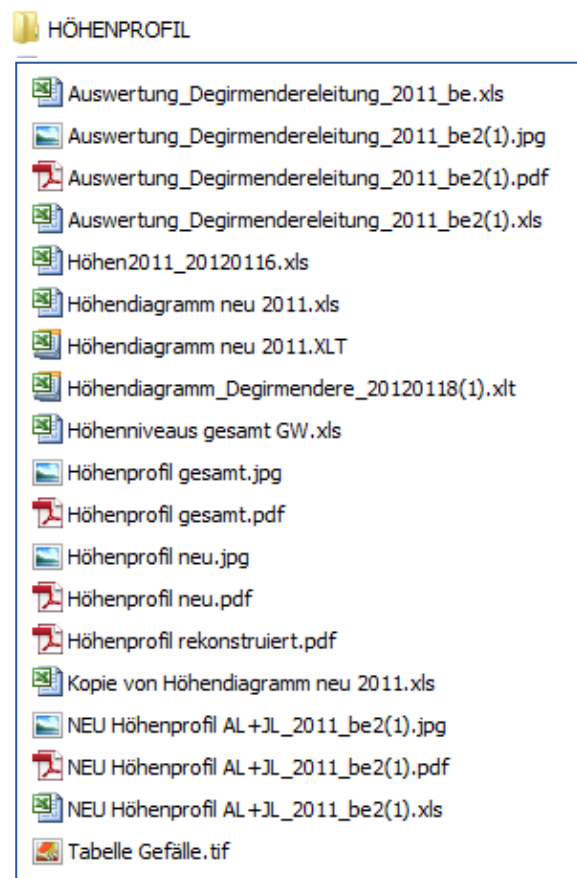


Abb. 8: Beispiel Ordner Höhenprofil



somit die Dateien nicht gefunden werden.

Eine Umbenennung der Dateiordner ist notwendig und nur mit erheblichem zeitlichem Aufwand durchführbar, da manuell in jeden Ordner inklusive aller Unterordner navigiert und bei Bedarf umbenannt werden muss.

## 4.2 Raumbezug und Geographische Verortung

Weitere Schwierigkeiten stellt der vom ÖAI erstellte AutoCAD-Plan bei der Verarbeitung zu einer Internet basierten Applikation dar:

- Er verfügt über 47 Layer die insgesamt mehrere -zigtausende Elemente beinhalten und kann dadurch nicht als eine ganze Einheit verarbeitet werden.
- Der Plan ist im lokalen Koordinatensystem des AutoCAD-Programmes erstellt und hat somit keinen Raumbezug zu dem Bezugssystem der auf dem WGS84 basierenden Hintergrundkarte des GIS-Servers.
- Der Detaillierungsgrad des Planes ist extrem hoch da mehrere hundert Objekte des Leitungsverlaufs in den Plan aufgenommen sind und dadurch sehr weit hinein gezoomt werden muss, damit die Symbole überhaupt sichtbar werden.
- Dadurch ist ein so hoher Zoomfaktor gegeben, mit dem die Auflösung der Hintergrundkarten im Internet nicht mithalten kann und die dadurch nur mehr unscharf angezeigt wird.
- Um den Plan als Applikation in einer Benutzeroberfläche im Internet veröffentlichen zu können muss er in GIS-Server interpretierbare Daten, also z.B. shapefiles (.shp), konvertiert werden.

Da der Plan keinen räumlichen Bezug zum WGS84 besitzt wird er über des Georeferenzierungstool von ArcMap unter Zuhilfenahme des korrespondierenden shapefiles *turkey.points.shape* (<http://www.mapcruzin.com/free-turkey-arcgis-maps-shapefiles.htm>) mit Ortspunkten der Türkei georeferenziert.

Die extrem hohe Anzahl der Elemente im AutoCAD-Plan bzw. in den nunmehrigen shapefiles macht es nötig den Plan in kleinere Einheiten zu unterteilen, da auf den GIS-Server nur maximal 1.000 *features*, komprimiert in einer ZIP-Datei, in einem Zug hochgeladen werden können.

Somit wird der Plan als erstes in die 25 Abschnitte zerlegt und anschließend die Elemente je eines Layers (Punkte, Linien, Polygone) pro Abschnitt in jeweils eine eigene Datei exportiert

#### 4. Die Problematik mit den Daten

und in ZIP-komprimierten Ordnern abgespeichert um diese auf den Server hochladen zu können.

In Summe ergibt das 75 ZIP-Dateien mit einem Datenvolumen von 5,4 MB die einzeln nacheinander hochgeladen werden müssen. Ein dementsprechendes Datenvolumen muss im Internet auf einem GIS-Server zur Verfügung stehen.

Wie schon zuvor erwähnt bringt der hohe Zoomfaktor Nachteile mit sich, die je nach gewählter Hintergrundkarte in der Internet Applikation, unterschiedliche Auswirkungen haben. Veranschaulicht wird dies nachfolgend anhand der Darstellung (Abb. 9) des Abschnittes IX und der roten Störungslinie in der Applikation am *ArcGIS online Server* von ESRI:

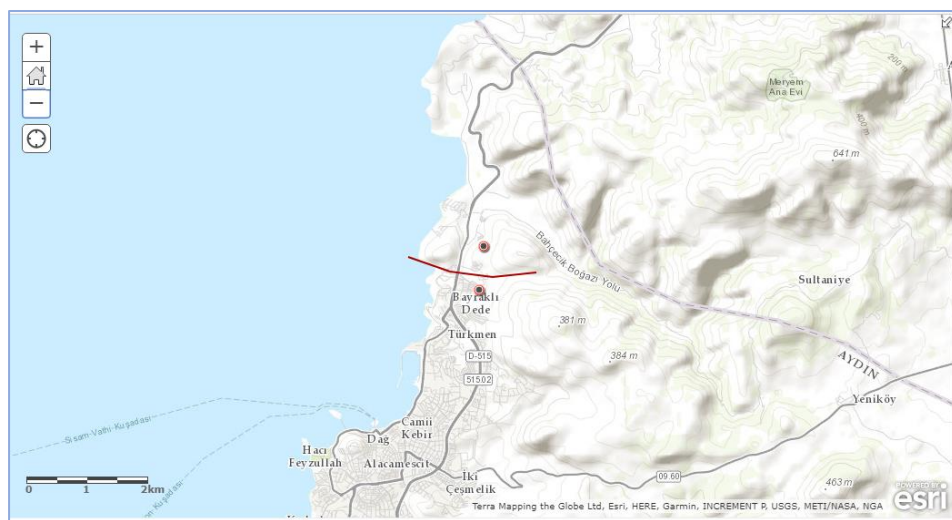


Abb. 9: Lage des Aquädukts in der Türkei, topographische Karte

Wird die topographische Karte als Hintergrundkarte gewählt, so bleibt bei tiefem hinein zoomen teilweise nur noch ein weißer Hintergrund zu sehen. Die nachfolgenden Abbildungen (Abb. 10, Abb. 11 und Abb. 12) zeigen die aus dem AutoCAD-Plan konvertierten, auf den GIS-Server von Esri hochgeladenen shapefiles des Abschnitts IX sowie der geologischen Störungslinie in drei verschiedenen Zoomstufen. In gelb (lines.shp) ist der Leitungsverlauf zu sehen, grün (points.shp) die Punkte der Stützpfeiler, die rote Linie ist die geologische Störungslinie. In Abb. 12 ist zu sehen, dass rund um die dargestellte Killikdere Brücke der Hintergrund nur noch weiß erscheint, da in der topographischen Karte in diesem Bereich in dieser Zoomstufe keine Informationen mehr enthalten sind.

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
4. Die Problematik mit den Daten

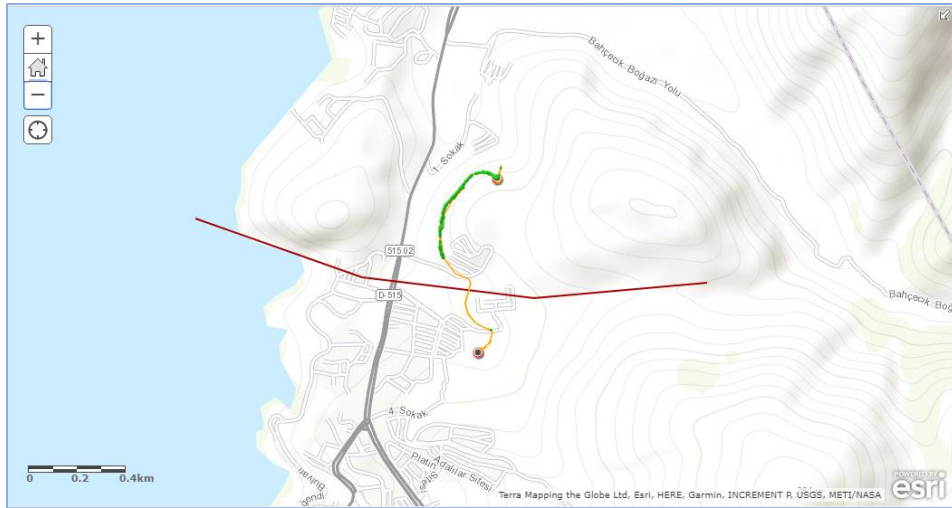


Abb. 10: Abschnitt IX, topographische Karte, Zoomstufe 1



Abb. 11: Abschnitt IX, topographische Karte, Zoomstufe 2



Abb. 12: Abschnitt IX, topographische Karte, Zoomstufe 3

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
4. Die Problematik mit den Daten

Wird die Satellitenbild gestützte Hintergrundkarte (Abb. 13) verwendet, so wird der Hintergrund bei tiefem hinein zoomen nur noch unscharf dargestellt (Abb. 15) weil die sehr hohe benötigte Auflösung des Satellitenbildes für diesen Zoomfaktor nicht mehr gegeben ist. Die Satellitenbilder die für die Hintergrundkarte verwendet werden haben eine Bodenauflösung von 10 Metern, bei dem tiefen Hineinzoomen wie in Abb. 15 liegt man aber jedenfalls im Sub-Meter Bereich und die Karte wird nicht mehr scharf angezeigt.



Abb. 13: Abschnitt IX, Satellitenbild, Zoomstufe 1



Abb. 14: Abschnitt IX, Satellitenbild, Zoomstufe 2



Abb. 15: Abschnitt IX, Satellitenbild, Zoomstufe 3

### 4.3 Nummerierung der Abschnitte

Im Laufe der mehrjährigen Grabungskampagnen wurden die Abschnitte neu nummeriert und den neuen Abschnittsnummern entsprechend die Übersichtskarte adaptiert. Eine zugehörige Konkordanzliste wurde erstellt, um die neue Nummerierung der Abschnitte nachvollziehen zu können.

Die Neunummerierung der Abschnitte ist auch bei Vorhandensein einer solchen Konkordanzliste (Tabelle 2) und Neugestaltung der Übersichtskarte äußerst problematisch: die Verortung der fotografischen Aufnahmen in der interaktiven Karte **scheint** inkonsistent bzw. sogar falsch zu sein, da die Referenztafeln in den Aufnahmen die alten Abschnittsnummern enthalten (siehe Beispiel in Kapitel 2, Abb. 6).

Nutzer die sich eine erste Orientierung auf der Übersichtskarte verschaffen, gewinnen den Eindruck, als wären die Aufnahmen falsch verortet.

Dieses doch große Problem ist im Nachhinein nicht mehr behebbar und hat eine negative Auswirkung einerseits auf den Nutzer der Internetseite:

- Das perzeptive Erfassungsvermögen des Nutzers ist durch die vermeintlich falsche Zuordnung der Aufnahmen beeinträchtigt.
- Der Informationsfluss ist durch das Nachprüfen der Nummerierungen sowie den Vergleich von Karte und Liste unterbrochen und erschwert die Erfassung des GIS als ein konsistentes Informationssystem.

Andererseits gibt es auch Auswirkungen für die Person die die Daten verarbeitet:

- Die Datenverarbeitung ist erheblich erschwert, da mehrfach manuell überprüft werden muss bis in welche Ebenen der übergebenen Daten, zum Beispiel Ordner oder Dateibenennungen, die inkonsistente Nummerierung reicht.

Die vom ÖAI erstellte Konkordanzliste sieht folgendermaßen aus:

### KONKORDANZLISTE DER ABSCHNITTE FÜR DIE PUBLIKATION

NEU	Alt	Beginn	Ende	Länge in m
I	I	Quelle	Sürtekkemer	
II	II	Sürtekkemer	Küçükkemer	
III	III	Küçükkemer	Başkemer	
IV	IV	Başkemer	Cumaakşam	
V	V	Cumaakşam	Zincirlikuyu	
VI	VI	Zincirlikuyu	Kocakelle	
VII	VII	Kocakelle	Sabancık	
VIII	VIII	Sabancık	Zerstörte Brücke	
IX	-	Zerstörte Brücke	Killikdere	
X	VIII.A	Killikdere	Kirlangic	
XI	IX	Kirlangic	Saklıkemer	
XII	IX.A	Saklıkemer	Bahçeçikçeşme	
XIII	IX.B	Bahçeçikçeşme	Bahçeçikboğaz	
XIV	X	Bahçeçikboğaz	Adamtoluboğaz	
XV	XI	Adamtoluboğaz	Sapudere	
XVI	XII	Sapudere	Ceneviz	
XVII	XIII	Ceneviz	Dilbalık	
XVIII	XIV	Dilbalık	Taşkesinti	
XIX	XV	Taşkesinti	Mercankuyu	
XX	XVI	Mercankuyu	Bıktık	
XXI	XVI.A	Bıktık	Arwalyaçeşme	
XXII	XVII	Arwalyaçeşme	Arwalya	
XXIII	XVIII	Arwalya	Pisidere	
XXIV	XIX	Pisidere	Arapdere	
XXV	XX	Arapdere	Stadtmauerturm	
XXVI	XXI	Stadtmauerturm	Stadt	
				36.494,00

Tabelle 2: Konkordanzliste der Abschnittsnummern

Die Abschnitte beginnen immer am Anfang der Brücke, wobei Einlaufbecken bereits zum neuen Abschnitt dazugehören, damit die Brücke nicht „auseinandergerissen“ wird.

Ein weiteres Problem ist dadurch gegeben, dass die Konkordanzliste nicht mit der neu nummerierten Übersichtskarte übereinstimmt. In der Konkordanzliste scheinen 26 Abschnitte auf, wobei jedoch in der Übersichtskarte nur 25 Abschnitte vorhanden sind. Die nachfolgende Abb. 16 zeigt eine Gegenüberstellung der Kartenausschnitte mit dem Bereich in dem die neu nummerierten Abschnitte abgebildet sind. Links ist die aktuelle, in dieser Arbeit verwendete Übersichtskarte mit 25 Abschnitten zu sehen, rechts die Vorgängerversion mit den zuvor benannten 20 Abschnitten.

4. Die Problematik mit den Daten

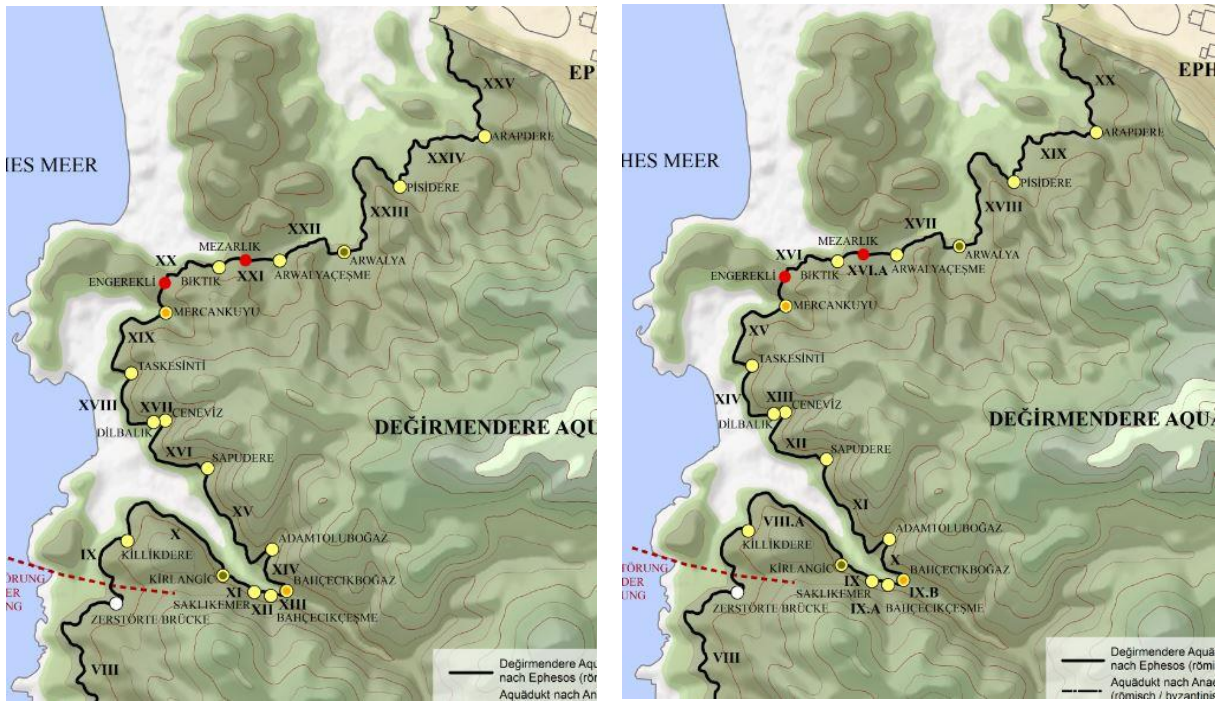


Abb. 16: Gegenüberstellung der Abschnittsbereiche mit den neuen Abschnittsnummern

Diese Karte dient als Grundlage für die interaktive Übersichtskarte in der Fotos zu den Abschnitten, Brücken und Tunnels durch Bewegen des Cursors über die Kartenelemente angezeigt werden. Zu sämtlichen Objekten existiert eine riesige Anzahl an Fotos die in diese Internetseite integriert und auf einem Webserver gespeichert werden müssen, was in Anbetracht des großen Datenvolumens die nächste Schwierigkeit darstellt.

**4.4 Datenvolumen und Formate**

In diesem Abschnitt wird die Problematik aufgrund des riesigen Datenvolumens sowie der Datenformate erläutert und aufgezeigt wie die daraus resultierenden Schwierigkeiten mit der Datenverarbeitung gelöst werden können.

**4.4.1 Datenvolumen**

Die mehr als 6.000 bereitgestellten Fotos mit einem Datenvolumen von über 40 GB müssen auf ca. 10% der Originalgröße verkleinert werden damit sie einerseits auf dem vom ÖAI bereitgestellten Web-Server, der 10 GB Speicherkapazität zur Verfügung stellt, Platz finden und andererseits auch um die Ladezeit der Anwendung möglichst gering halten zu können.

Das Verkleinern der Fotos ist mittels einer serverseitig ausführbaren PHP-Datei zwar automatisiert möglich, es gibt jedoch zwei Beschränkungen, die überwunden werden müssen:

#### 4. Die Problematik mit den Daten

1. Eine Laufzeitbeschränkung der Ausführung bedingt durch die Kapazität des Arbeitsspeichers am ausführenden Computer. In diesem Fall stehen 6 GB zur Verfügung was eine maximale Laufzeit von 1200 Sekunden bedingt und daher mehrmaliges durchlaufen lassen der PHP-Datei erforderlich ist bis alle Ordner und Unterordner (insgesamt über 900) durchforstet sind.
2. PHP weist eine Sensitivität gegenüber Groß- und Kleinschreibung auf, was bedingt, dass die Dateiendungen der Fotos alle das gleiche Format aufweisen müssen, was in diesem Fall jedoch nicht gegeben ist, da Fotos von verschiedenen Kameras mit den Endungen .jpg und .JPG vorhanden sind.

Das hat zur Folge, dass die Fotos bevor sie verkleinert werden können noch umbenannt werden müssen, damit sie über die gleiche Dateiendung verfügen und somit während des Verkleinerungsvorgangs auch alle gefunden werden.

Die Umbenennung der Fotos mit der Endung .jpg in .JPG erfolgt serverseitig mithilfe des batchfiles `rename.bat`:

```
rename *.jpg *.JPG
```

Nachdem die Fotos alle dieselbe Dateiendung besitzen können sie nun mittels der PHP-Datei `verkleinern.php` auf 10% der Originalgröße verkleinert werden. Im rot umrandeten Bereich ist die Laufzeitbeschränkung ersichtlich, der blau umrandete Bereich zeigt den Prozentsatz der Verkleinerung.

Dieselbe Datei wird auch für Erstellung der Vorschaubilder für die Bildergalerie verwendet, indem der Prozentsatz von 10% auf 3% ( $(\$originalbreite / 100 * 10)$ ;  $\rightarrow$   $(\$originalbreite / 100 * 3)$ ;) und die Dateiendung von `_.JPG` auf `_klein.jpg` (grün umrandeter Bereich) geändert wird.

```
<?php
```

```
ini_set('max_execution_time', 1200);
ini_set("memory_limit", '1024M');
```

```
class dir
```

```
{
    var $verzeichnis;
    var $files;
};
```

```
$startdir = 'temp';
$ret = array();
scan_dir($startdir, &$ret);
echo "<pre>";
var_dump($ret);
echo "</pre>";
```



Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
4. Die Problematik mit den Daten

```
function scan_dir($dir, $ret)
{
    $dir_v = new dir;
    $dir_v->verzeichnis = $dir;
    $dir_v->files = array();
    $DH = opendir($dir);
    while ($file = readdir($DH))
    {
        if (preg_match('/^..?$/', $file)) continue;
        $aktuell = "$dir/$file";
        if (is_dir($aktuell))
        {
            scan_dir($aktuell, &$ret);
        }
        else
        {
            if (preg_match("/\.JPE?G$/", $aktuell))
            {
                bild_klein($aktuell);
            }
        }
    }
    closedir($DH);
    array_push($ret, $dir_v);
}

function bild_klein($aktuell)
{
    $bild = $aktuell;
    $b = imagecreatefromjpeg("$bild");
    $originalbreite = imagesx($b);
    $originalhoehe = imagesy($b);

    $neuebreite = floor($originalbreite / 100 * 10);

    $neuehoehe = floor($originalhoehe * ($neuebreite / $original-
breite));
    $neuesbild = imagecreatetruecolor($neuebreite, $neuehoehe);
    imagecopyresampled($neuesbild, $b, 0, 0, 0, 0, $neuebreite,
$neuehoehe, $originalbreite, $originalhoehe);
    echo "Thumbnail erzeugt für $bild<br />";

    imagejpeg($neuesbild, "{$bild}_.JPG");

    imagedestroy($neuesbild);
}
?>
```

#### 4.4.2 Datenformate

Sämtliche Brückenrekonstruktionen, Brückenansichten und Brückengrundrisse sowie die Sondagenpläne wurden im .tif Format übergeben. Der Server interpretiert dieses Format als editierbare Dateien und kann diese somit nicht als Bilddatei am Bildschirm ausgeben. Eine einfache Umbenennung der Dateiendungen ist aber in diesem Fall nicht möglich, da die Hintergrundinformation, dass es sich um eine editierbare Datei handelt bei einer bloßen Umbenennung im Bild erhalten bleibt.

Die Dateien müssen daher in das vom Server interpretierbare Bildformat .jpg konvertiert werden, damit sie auch am Bildschirm angezeigt werden können.

Teilweise sind die Brückenansichten und -Grundrisse aber extrem groß, wie am Beispiel der Baskemer Brücke zu sehen ist (Abb. 17): Das Bild verfügt über eine Ausdehnung von 36.761 x 4020 Pixel und eine Dateigröße von 140 MB. Sämtliche Dateien müssen erst verkleinert werden, bevor sie der Konvertierung unterzogen werden können. Die Verkleinerung wird wie bei den Fotos mithilfe der PHP-Datei *verkleinern.php* durchgeführt.

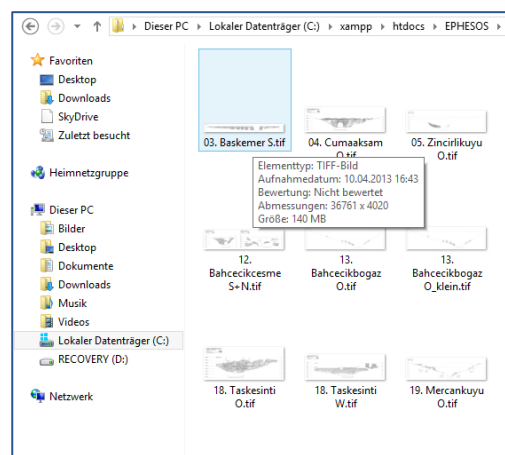


Abb. 17: Abmessungen der Ansicht der Baskemer Brücke

Die Konvertierung erfolgt mit einem im Internet verfügbaren Online Konvertierungsprogramm:

<http://image.online-convert.com/convert-to-jpg>

Nach der Verkleinerung und anschließenden Konvertierung können nun auch diese Daten in das GIS integriert und auf einen Server hochgeladen werden.

Die aufgetretenen Schwierigkeiten mit den Datenformaten und -Volumina sind ausgeräumt und die Realisierung des GIS kann somit in die Tat umgesetzt werden.

Die Entwicklung des geographischen Informationssystems wird im nächsten Kapitel Schritt für Schritt dokumentiert und die Funktionalität der Internetseite aufgezeigt. Am Ende des Kapitels wird das Ergebnis vorgestellt.

#### 4.5 Die Datenbank

Die Datenbank (MS Access) die dem Nutzer für selbst erstellte Abfragen zur Verfügung steht enthält eine Tabelle in der sämtliche, aus den Grabungskampagnen erworbenen Informationen enthalten sind.

Problematisch dabei ist, dass sämtliche Attribute in einer einzigen Tabelle, welche 186 Spalten und 2012 Zeilen umfasst, zusammengefasst wurden, wobei der Großteil der Spalten NULL-Werte enthält.

Der aus dieser Tabelle erhaltene Informationsgewinn ist daher nicht sehr umfangreich.

## 5. Die Realisierung des GIS

Die für die Implementierung des Geographischen Informationssystems im Internet benötigten Daten, wie z.B. Fotos, Dokumente und Pläne wurden allesamt vom ÖAI zur Verfügung gestellt.

- Als Basis für die interaktiven Karten wurden die Übersichtskarte sowie die Tunnelgrundrisse bereitgestellt.
- Der hochgradig detaillierte AutoCAD-Plan der sämtliche Objekte des Aquädukts, beginnend mit den Großobjekten wie Brücken und Tunnel, bis hin zu sämtlichen kleineren Objekten wie Stützpfeiler, Abdeckplatten und Rüstlöcher enthält, wurde als Basis für die Detailkarten der Abschnitte für das GIS zu Verfügung gestellt.
- Die weiteren übergebenen, nicht geographisch zu verortenden Dokumente wie Protokolle, Listen, Tabellen und Curricula der Projektmitarbeiter werden in die Internetseite in einem eigenen Menübereich integriert.

Für die Realisierung des GIS sind eine Reihe von Technologien und Software erforderlich, die in diesem Abschnitt behandelt werden.

### 5.1 Verwendete Software und Technologien

Die Internetseite wurde mittels *HTML* (Datenauszeichnungssprache) und Skriptsprachen wie *PHP*, serverseitig, und *Java Script*, objektorientiert, erstellt. Zum Schreiben der Quelltexte wurde ein einfacher Texteditor verwendet. Die Bearbeitung des CAD-Planes erfolgte mittels AutoCAD, für die Erstellung der Detailkarten basierend auf dem CAD-Plan wurde *ArcMap* verwendet. Zur Bereitstellung der Detailkarten im Internet dient die Plattform *ArcGIS online*.

Folgende Software und Technologien wurden für die Realisierung des GIS verwendet:

### 5.1.1 Software:

- *Notepad++*: einfacher Texteditor, zum Schreiben der HTML-Quelltexte für die Internetseite und der PHP-Codes zur vorbereitenden Bearbeitung der Fotos und Rekonstruktionspläne
- *Gimp*: Bildbearbeitungsprogramm, zum Ablesen der Bildpixel-Koordinaten zur Erstellung der interaktiven Übersichtskarte
- *Mozilla Firefox*: Webbrowser zur Visualisierung der Internetseite
- *XAMPP Server*: lokaler Server, für die Entwicklung des GIS und die damit verbundenen Testläufe
- *WinSCP*: File Transfer Programm, zum Hochladen der Dateien auf den Webserver

### 5.1.2 Programmier- und Scriptsprachen

- *HTML (Hypertext Markup Language)*: Datenauszeichnungssprache zur Erstellung der Internetseiten
- *PHP (Hypertext Preprocessor)*: serverseitig interpretierte Sprache zur Erstellung der Dateien für die Verkleinerung der Fotos und Rekonstruktionspläne
- *JavaScript*: objektorientierte Sprache zur Erstellung der interaktiven Übersichtskarte und das Einbetten in das HTML-Gerüst

Die Dateien werden auf einen vom ÖAI bereitgestellten Apache Webserver mit einer Speicherkapazität von 10 GB hochgeladen.

## 5.2 Aufbau der Internetseite

Die Internetseite ist so aufgebaut, dass ein gleichbleibender, statischer äußerer Rahmen das Grundgerüst der Startseite bildet, die im Inneren ein Fenster bietet, in dem die einzelnen Seiten angezeigt werden. Der äußere Rahmen beinhaltet das Hauptmenü aus dem die einzelnen Seiten aufgerufen werden können.

Es umfasst folgende Einträge:

- Über den Aquädukt - Informationen über den Aquädukt
- Objektindex
- Interaktive Übersichtskarte
- Interaktive Abschnittskarten

- Brücken Grundrisse
- Brücken Ansichten
- Rekonstruktionen
- Sondagenpläne
- Skizzen
- Datenbank
- Projektmitarbeiter - Curricula
- Dokumente - dynamischer Menübereich aus dem weitere Dokumente aufgerufen werden können

Die Implementierung der Startseite in Form des statischen Rahmens bietet dem Nutzer die Möglichkeit jederzeit ganz einfach auf die Startseite zurück zu kehren und neue Seiten aufzurufen. Dies bietet ihm einen ungehinderten, kontinuierlichen Informationsfluss ohne Unterbrechungen durch mehrmaliges anklicken der *zurück* Schaltfläche und überflüssige Navigation durch bereits zuvor aufgerufene Seiten.

Der äußere Rahmen, implementiert als **Container**, beinhaltet mehrere Boxen (im Quelltext rot hervorgehoben) sowie das Fenster `iframe` (blau) in dem die einzelnen Seiten angezeigt werden. Der Inhalt der Boxen ist folgendermaßen aufgegliedert:

- Box 1 und 2: beinhalten die Logos und die Überschrift
- Box 3: enthält das Hauptmenü
- Box 4: enthält das Fenster `iframe`

Die Umsetzung dieses Konzepts für die Startseite in Form des Boxenmodells wird im nachfolgenden Quelltext gezeigt:

***Index.php:***

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0 Transitional//EN">
<html>

<head>
<link rel="shortcut icon" type="image/x-icon" href="map3.ico">
<title>Index</title>
<link href="Start1.css" rel="stylesheet"
type="text/css" />

<script language="JavaScript1.2">
</script>

</head>

<body>

<div id="container">

<div id="box1">
```

Realisierung eines GIS für den Degirmendere Aquädukt von Ephesos  
5. Die Realisierung des GIS

```

</div>
```

```
<div id="box2">
```

```
<div id="fwf">

</div>
```

```
<h1>Geographisches Informationssystem &uuml;ber den <br> De&#287;irmendere Aqu&auml;dukt von Ephesos</h1>
```

```
<div id="fg">

</div>
</div>
```

```
<div id="box3">
```

```
  <ul id="nav">
    <a href="Home.html" target="box6">Startseite</a>
    <a href="2013-Deg.Aqu.BABESCH24_Wiplinger.pdf" target="box6">&Uuml;ber den Aqu&auml;dukt</a>
    <a href="Objekte.html" target="box6">Objektindex</a>
    <a href="Karte.html" target="box6">Interaktive &Uuml;bersichtskarte<!--img src="Detail_klein.png" width="117" height="61" style="border:none"--></a>
    <a href="BAU.html" target="box6">Interaktive Abschnitkarten</a>
    <a href="Br_Grundrisse.html" target="box6">Br&uuml;cken Grundrisse</a>
    <a href="Br_Ansichten.html" target="box6">Br&uuml;cken Ansichten</a>
    <a href="Br_Rekonstr.html" target="box6">Rekonstruktionen</a>
    <a href="Sondagen.html" target="box6">Sondagenpl&auml;ne</a>
    <a href="Skizzen.html" target="box6">Skizzen</a>
    <a href="Datenbank/Wasser_fuer_Ephesos_2013.mdb" target="box6">Datenbank (MS Access)</a>
    <a href="CVs.html" target="box6">Projektmitarbeiter</a>
    <li>
      <a href="#" title="diverse Dokumente">Dokumente</a>
      <ul>
        <li><a href="Konkordanzliste.pdf" target="_blank">Konkordanzliste</a></li>
        <li><a href="ABSCHNITTE Tabelle.pdf" target="_blank">Abschnitte Tabelle</a></li>
        <li><a href="Durchlaesse Listen.pdf" target="_blank">Liste der Durchl&auml;sse</a></li>
        <li><a href="Stuetzpfleiler Listen.pdf" target="_blank">Liste der St&uuml;tzpfleiler</a></li>
        <li><a href="H_profil_neu.jpg" target="_blank">H&ouml;hlenprofil Graphik</a></li>
      </ul>
    </li>
```

```
</ul>

<div id="image">
  
</div>

<p align="left" id="absatz3">
site &copy; Andrea Wulz
</div>

<div id="box4">

<iframe src="Home.html" name="box6" style="border-style:solid; border-color:grey; border-width:2px; background: white; font-family:arial;
float:right; margin-top: 3px; margin-right: 3px; width: 880px; height: 1039px; left: 694px; top: 130px">
</iframe>
</div><br><br>
<div>
<h3 style="padding-top: 40px; margin-left:620px"><a href="Impressum.html" style="color:white; text-decoration:none; "target="box6">Impressum</a></h3>
</div>
</div>
</body>

</html>
```

Die stilmäßige Ausgestaltung der Seite wird durch ein Stylesheet (start1.css) umgesetzt. Am Beginn des oben angezeigten Quelltextes in Zeile sechs wird die .css Datei aufgerufen. Sie verleiht der Internetseite ihren Stil indem die Informationen über Farbe, Größe und Position der Elemente mit diesem Stylesheet an die Startseite übergeben werden.

#### **start1.css:**

```
#container {
width: 1120px; height: 1240px; margin: auto; margin-top: 8px;
background-color: grey;
}

#box1 {
width: 215px; height: 134px; background-color: grey; float: left;
}

#box2 {
width: 890px; height: 134px; background-color: grey; float: left;
}

#box3 {
width: 215px; height: 1050px; background-color: grey; float:
left;
```

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
5. Die Realisierung des GIS

```
}

#box4{
    width: 890px; height: 1050px; background-color: grey; float:
left; margin: 0px;
}

#box7{
    width: 890px; height: 450px; background-color: white; float:
left;
}
h1      {float: left; margin-left: 240px; margin-right: 160px; mar-
gin-top: 30px; color: white; font-family: Calibri;font-size:1.6em;}
h2      {color: black; font-family: Arial; font-size:2.0em;}
h3      {color: white; padding-top: 40px; font-family: Arial; font-
size:0.9em;}
/*
#nav a { display: block; margin-top: 10px; padding-left: 10px; pad-
ding-top: 10px; color: white; text-decoration: none; font-family:
Arial; font-weight:bold;}

#nav a:hover { color: red; }
*/

#impress{
    font-family: Arial; font-weight:bold;
    list-style:none;
    color:white;
    text-decoration:none
}

#nav{
    font-family: Arial; font-weight:bold;
    font-size: 1.0em;
    height: 400px;
    list-style:none;
    padding-top: -10px;
    padding-left: 15px;
    margin-top: 10px;
    margin-bottom:0px;
    float:left;
    width:auto;
    /*
    position:relative;
    z-index:5;
    */
}

#nav li{ /*-----Dokumente-----*/
    float:left;
    margin-left:0px;
    position:relative;
    margin-top:1px;
    width:auto;
}

#nav a{
    display:block;
```



Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
5. Die Realisierung des GIS

```
padding:1px;
color:#fff;
background:grey;
text-decoration:none;
}
#nav a:hover{
color:#fff;
background: #667777;
width:auto;
}

#nav ul{
display:block;
background:grey;
width:auto;
list-style:none;
position:absolute;
left:-9999px;
}

#nav ul li{
margin-top:1px;
padding-top:1px;
position:relative;
float:top;
}
#nav ul a{
white-space:nowrap;
}
#nav li:hover ul{
list-style:none;
float:left;
left:-15;
width:auto;
}
#nav li:hover a{
background:#667777;
width:auto;
}
#nav li:hover ul a{
display:block;
float:left;
position:relative;
text-decoration:none;
}
#nav li:hover ul li a:hover{
background:#557755;
}

#absatz1 {color: #800080;font-family: Arial;font-size:0.8em;}
#absatz3 {margin-top: 425px;margin-left: 30px;color: white;font-
family: Arial;font-size:1.0em;}
#absatz4 {color: white;font-family: Arial;font-size:0.8em;font-
weight:bold;}
```

Für die Internetseiten über die Abschnitte, Brücken und Tunnels wird eine Seite als Vorlage erstellt, in welcher dann nur noch anzupassen ist, aus welchen Ordnern die Daten ausgelesen werden müssen.

Das Beispiel unten zeigt die Seite über den Abschnitt IX:

**IX.html:**

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
    "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
  <head>
    <title>Abschnitt 9</title>
    <link href="Java.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
  </head>
  <body>
    <font face="Calibri">
    <div id="container"><center><br>

    <h2>Abschnitt IX -&nbsp; &nbsp; Zerstoerte Brücke bis Killi-
    kdere Brücke</h2>
    <p align="justify" style="font-family:Calibri; color:black; margin-
    left: 30px; margin-right: 40px">
    JL: von lm 18.024 bis lm 19.223 = 1.199 m Länge <br>
    AL: von lm 18.658 bis lm 19.223 = 565 m Länge <br>
    JL: von ? bis 71,56 m Höhe = 2,94 m Höhendifferenz in Ab-
    schnitt VIII+IX = 0,05 %<br>
    AL: von 74,36 bis 73,40 m Höhe = 0,96 m Höhendifferenz =
    0,17 % Gefälle<br>
    Höhendifferenz Kanalsohle AL &ber JL = 2,80 m (nach Stö-
    rung)
    zwei kurze unterirdische Abschnitte vor Störung, dann oberirdisch
    komplett erhalten<br>
    1 Bypass, 3 Becken (1 JL, 1 AL, 1 au&szlig;er Bypass), 37 Stö-
    tzpfeiler, 2 JL Durchlässe, Sond. 1/11 (= Kanalsohlen AL)
  </p>

  <p align="left" style="margin-left:30px">

  <table border="1" style="table-layout:fixed">

    <tr>
      <th colspan="3">SKIZZEN:</th>
    </tr>
    <tr>
      <td style="width:200px"><a href="BG/Abschnitte/IX/IX. Skizzen/IX.
      Bypass Ende.jpg" target="_blank">&nbsp; Bypass Ende</a><br></td>
      <td style="width:200px"><a href="BG/Abschnitte/IX/IX.
      Skizzen/IXBECK-1_klein.jpg" target="_blank">&nbsp; Pfeiler
      30</a><br></td>
      <td style="width:200px"><a href="BG/Abschnitte/IX/IX.
      Skizzen/IXBECK-2_klein.jpg" target="_blank">&nbsp; Becken
      2</a><br></td>
    </tr>
  </table>
  </div>
</font>
</body>
</html>
```

```
<th colspan="3">
<a href="https://www.arcgis.com/apps/SimpleViewer/index.html?web-
map=562613c594f1448a9a19831cb273d350" target="_blank">DETAILKARTE Ab-
schnitt IX</a><br>
</th>
</tr>
<tr>
<th colspan="3">
<a href="Karte.html">zur&uuml;ck zur &Uuml;bersichtskarte</a><br>
</th>
</tr>
</table>

</p>
<div id="box7">
<iframe src="BG/BG_IX.php"
        name="Bilder" style=" border-style:none; border-
color:#DC143C; border-width:1px; background: white; font-fam-
ily:arial;
        float: left; margin-top: 0px; margin-left: 25px; width: 800px;
height: 600px; left: 694px; top: 130px">
</iframe><br><br>
</div><br><br><br><br><br><br>

</center>
</div>
</html>
```

Für die Übersichtskarte und die interaktiven Tunnelgrundriss-  
karten wird je eine weitere Vorlagenseite erstellt, in der die  
jeweilige Karte eingebettet ist.

Der Script Block am Beginn des Quelltextes (blau hervorgehoben)  
initialisiert die eingelesene Grundkarte als interaktive Karte  
indem dieser die Funktionen *anzeigen und verbergen* (Show/Hide)  
mittels Überstreichen der Kartensymbole mit dem Mauszeiger als  
Attribute übergeben werden.

#### **Karte.html:**

```
<html>
<head>
<title>Interaktive Karte</title>

<script type="text/javascript">
function Show(id) {
    if (document.getElementById)
        document.getElementById(id).style.visibility = "visible";
}
function Hide(id) {
    if (document.getElementById)
        document.getElementById(id).style.visibility = "hidden";
}
</script>
<style type="text/css">
```

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
5. Die Realisierung des GIS

```
.style1 { font-family: Verdana, Arial, Calibri, Helvetica, sans-serif;  
font-size: 20px; }  
</style>  
</head>
```

```
<body>
```

```
<style type="text/css">a:hover {font-weight:bold; color: red}</style>  
<center>
```

```
<map name="Map">
```

Die Kartensymbole an denen mittels überfahren mit dem Mauszeiger Bilder angezeigt werden sollen, werden in den Tags area durch Angabe der Bildpixel-Koordinaten definiert:

```
<area shape="circle" coords="591,180,10" href="Arapdere.html" on-  
MouseOver="Show('Arapdere')" onMouseOut="Hide('Arapdere')">  
<area shape="circle" coords="505,230,10" href="Pisidere.html" on-  
MouseOver="Show('Pisidere')" onMouseOut="Hide('Pisidere')">
```

.....  
.....

```
<area shape="circle" coords="644,1145,15" href="Quelle.html" on-  
MouseOver="Show('Quelle')" onMouseOut="Hide('Quelle')">
```

```
<!-------Brücken ENDE----->
```

```
<!-------Tunnel----->
```

```
<area shape="circle" coords="352,304,10" href="Mezarlik.html" on-  
MouseOver="Show('Mezarlik')" onMouseOut="Hide('Mezarlik')">  
<area shape="circle" coords="271,326,10" href="Engerekli.html" on-  
MouseOver="Show('Engerekli')" onMouseOut="Hide('Engerekli')">  
<area shape="circle" coords="262,1105,10" href="Kalafat.html" on-  
MouseOver="Show('Kalafat')" onMouseOut="Hide('Kalafat')">  
<area shape="circle" coords="457,1096,8" href="Akrepli.html" on-  
MouseOver="Show('Akrepli')" onMouseOut="Hide('Akrepli')">
```

```
<!-------Tunnel Ende----->
```

```
<!-------Abschnitte----->
```

```
<area shape="circle" coords="579,1085,15" href="I.html" onMouseO-  
ver="Show('I')" onMouseOut="Hide('I')">
```

.....  
.....

```
<area shape="circle" coords="606,126,15" href="XXV.html" onMouseO-  
ver="Show('XXV')" onMouseOut="Hide('XXV')">
```

```
<!-------Abschnitte ENDE----->
```

```
<!-------MAP Ende----->
```

```
</map>
```

Die Ausgabe der an zu zeigenden Bilder sowie deren Position auf der Internetseite wird im img-Tag festgelegt:

```
<!-------Brücken----->

<div id="Arapdere" class="style1" style="position: absolute; left: 220; top: 40; font-size: 20px; z-index: 2; visibility: hidden">
</div>
.....
.....
<div id="Quelle" class="style1" style="position: absolute; left: 200; top: 850; font-size: 20px; z-index: 2; visibility: hidden">
</div>

<!-------Brücken ENDE----->

<!-------Tunnel----->

<div id="Mezarlik" class="style1" style="position: absolute; left: 200; top: 30; font-size: 20px; z-index: 2; visibility: hidden">
</div>
.....
<!-------Tunnel ENDE----->

<!-------Abschnitte----->

<div id="XXV" class="style1" style="position: absolute; left: 200; top: 60; font-size: 20px; z-index: 2; visibility: hidden">
</div>

<!-------Abschnitte ENDE----->

<div id="ephesosmap" style="z-index: 1; visibility: visible"></div><br>
<!--a href="mouseover.htm"></a>
<p></p-->
</center>
</body></html>
```

Durch Überstreichen der Kartensymbole mit dem Mauszeiger werden die Fotos der Objekte angezeigt, durch Anklicken der Symbole wird die jeweils korrespondierende Internetseite im Fenster aufgerufen.  
Die Karten basieren auf einer Bilddatei und sind statisch, sie verfügen daher nicht über eine Zoomfunktion so wie die Detailkarten der Abschnitte.

## Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos 5. Die Realisierung des GIS

Die Detailkarten der Abschnitte werden online implementiert indem die zuvor erstellten ZIP-Dateien mit den Shapefiles auf den GIS-Server hochgeladen werden. Die mitgegebenen Attribute aus dem AutoCAD-Plan können durch Anklicken der Kartensymbole abgerufen werden.

In der GIS Applikation stehen dem Benutzer verschiedene Funktionen zur Verfügung die ihm eine individuelle, seinen Bedürfnissen entsprechende Informationsgewinnung ermöglichen.

- Aufrufen der in den shapefiles enthaltenen Attribute aus dem AutoCAD-Plan
- Anzeige der Bilder zu den Objekten
- Ein- und Ausschalten verschiedener Kartenlayer
- Auswahl verschiedener Hintergrundkarten
- Zoomfunktion
- Panfunktion zum Ändern des Kartenausschnittes

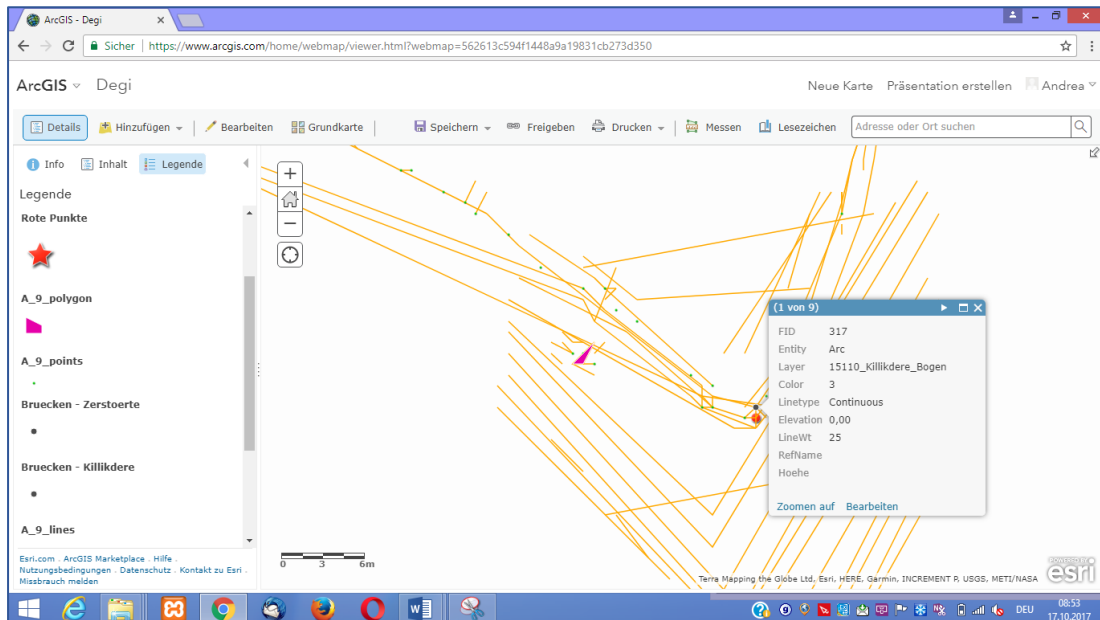


Abb. 18: Anzeige der Attributliste der Killikdere Brücke

Abb. 18 zeigt den Ausschnitt für die Killikdere Brücke. Durch Auswahl eines Elementes gelangt man zum Attributsfenster, das hier folgende Informationen enthält:

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| • FID            | 317                    |
| • Entity         | Arc                    |
| • Layer          | 15110_Killikdere_Bogen |
| • Color          | 3                      |
| • Linetype       | Continuous             |
| • Elevation      | 0,00                   |
| • Line Width     | 25                     |
| • Reference Name | --                     |
| • Höhe           | --                     |

## Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos 5. Die Realisierung des GIS

Der bei Punkten, zu denen Bildmaterial vorhanden ist in der Attributliste enthaltene Link auf ein zugehöriges Foto ermöglicht durch Anklicken die Anzeige des Bildes zum jeweiligen Objekt, z.B. der Stützpfeiler 29 im Abschnitt IX (siehe Abb. 19).

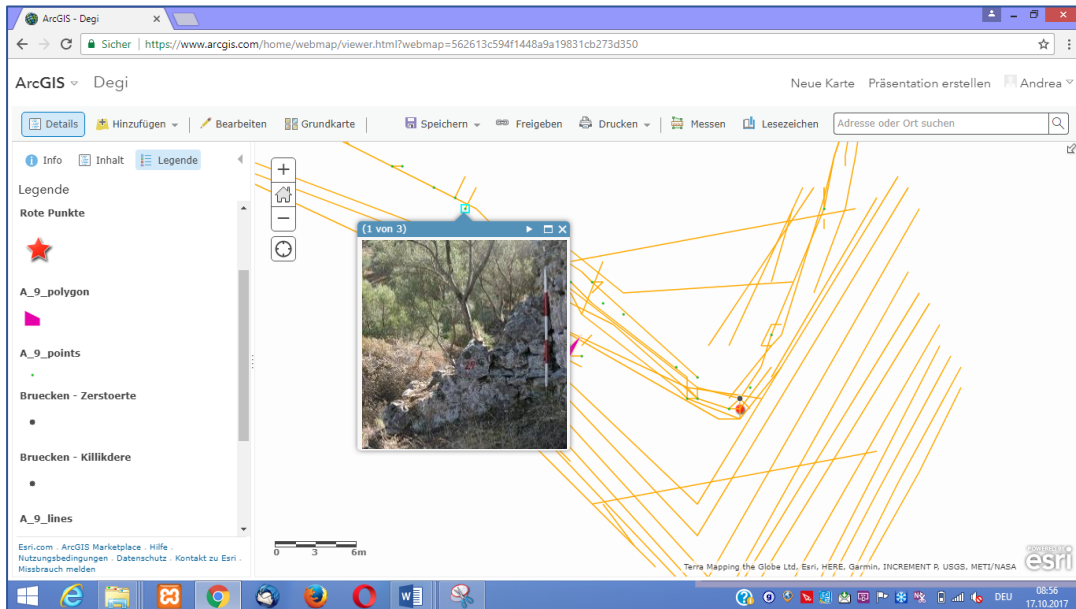


Abb. 19: Anzeige des Fotos vom Stützpfeiler 29 im Abschnitt IX

Die einzelnen Layer der Karte können mithilfe der Checkboxes ein- beziehungsweise ausgeblendet werden, z.B. der Abschnitt IX mit ausgeblendetem Leitungsverlauf, eingeblendet sind die grünen Punkte der Leitungsobjekte (siehe Abb. 20).

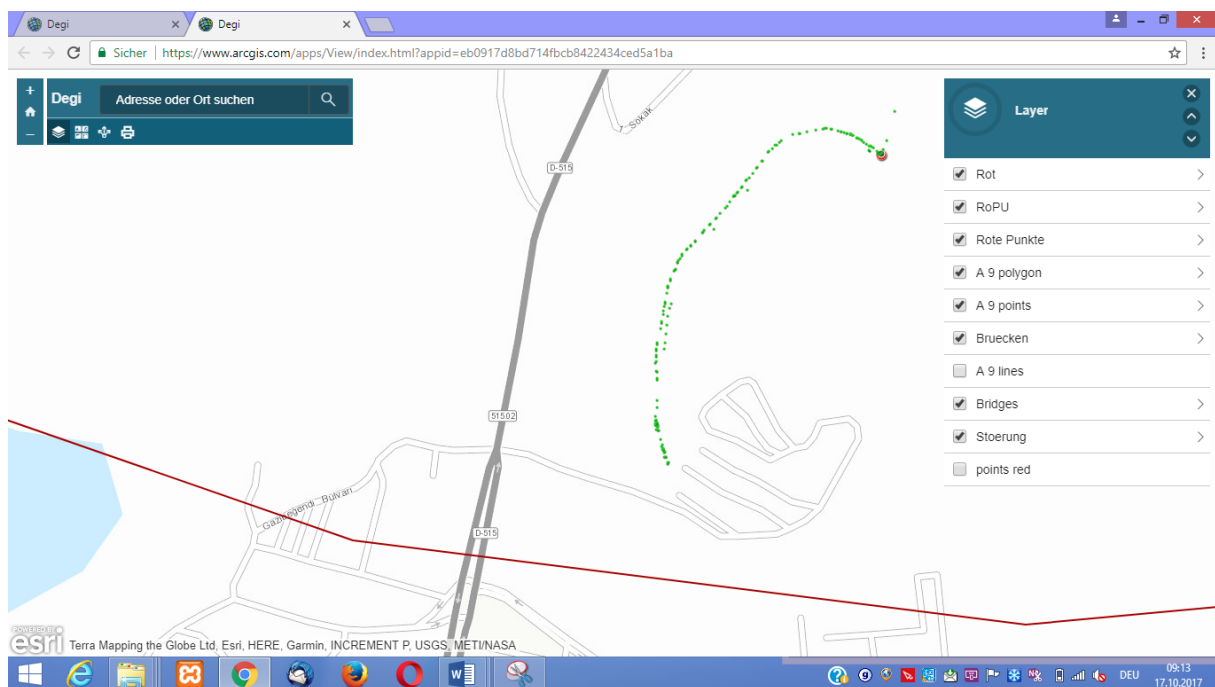


Abb. 20: Abschnitt IX mit ausgeblendetem Leitungsverlauf

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
5. Die Realisierung des GIS

Ein Wechsel zwischen mehreren vom GIS-Server zur Verfügung gestellten Hintergrundkarten ist ebenfalls möglich. Abb. 21 zeigt den Abschnitt IX auf der Satellitenbild gestützten Hintergrundkarte.

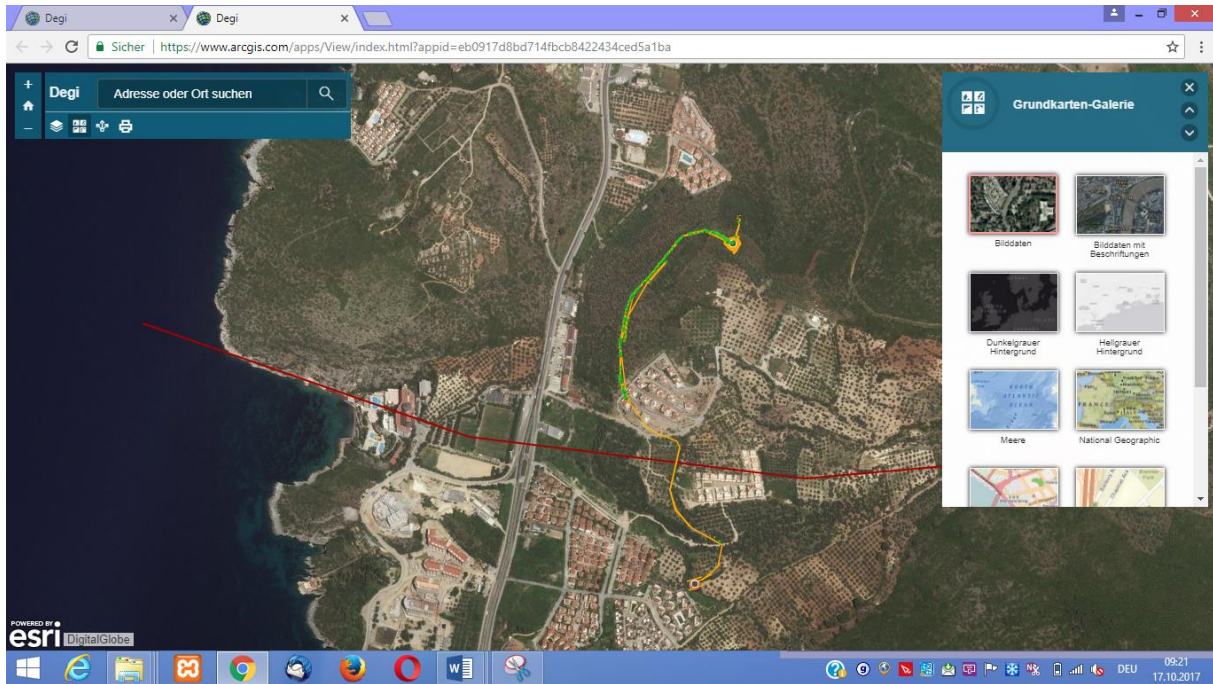


Abb. 21: Abschnitt IX mit der Satellitenbild gestützten Hintergrundkarte

Zu jedem Objekt existiert eine eigene Seite, aufrufbar entweder durch Anklicken des Objektes in der Übersichtskarte oder durch Aufruf über den Objektindex, in der alle Informationen enthalten und durch Anklicken der weiterführenden Links abrufbar sind. Des Weiteren gibt es zu jedem Abschnitt eine Bildergalerie der vorhandenen Objekte die die Vorschaubilder mittels einer in den Quelltext der Internetseite integrierten PHP-Datei auf der Seite ausgibt.

**BG\_IX.php:**

```
<!DOCTYPE html PUBLIC "-//W3C//DTD XHTML 1.0 Transitional//EN"
"http://www.w3.org/TR/xhtml1/DTD/xhtml1-transitional.dtd">
<html xmlns="http://www.w3.org/1999/xhtml">
<head>
  <meta http-equiv="content-type" content="text/html; charset=ISO-
8859-1" />
  <meta charset="utf-8">
<script src="js/jquery-1.10.2.min.js"></script>
<script src="js/lightbox-2.6.min.js"></script>

  <link href="css/lightbox.css" rel="stylesheet" />
  <link href="../Java.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
<title>Abschnitt 9</title>
</head>
```



Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
5. Die Realisierung des GIS

```
<body>
<div id="container2"><center><br>
<!--div id="box1" align="center" style="font-family:Arial;
color:#00008B"-->
<h2 align="center">Abschnitt IX</h2>
<?php
$bv = "Abschnitte/IX/IX. Fotos";
$verzeichnis = opendir($bv);
$bilder = array();
while($datei = readdir($verzeichnis) {
    if (preg_match("/\.JPE?G$/", $datei)) {
        $bilder[] = $datei;
    }
}
closedir($verzeichnis);
foreach($bilder as $bild) {

    echo "<a href='$bv/$bild' rel='lightbox[Q2005]' ><img
src='$bv/{$bild}_klein.jpg' alt='' /></a>\n";
}
?>

<h2 align="center">Becken AL bei 106,1</h2>

<?php
$bv = "Abschnitte/IX/Becken AL bei 106,1";
$verzeichnis = opendir($bv);
$bilder = array();
while($datei = readdir($verzeichnis) {
    if (preg_match("/\.JPE?G$/", $datei)) {
        $bilder[] = $datei;
    }
}
closedir($verzeichnis);
foreach($bilder as $bild) {

    echo "<a href='$bv/$bild' rel='lightbox[Q2005]' ><img
src='$bv/{$bild}_klein.jpg' alt='' /></a>\n";
}
?>

<h2 align="center">Becken JL bei 106</h2>

<?php
$bv = "Abschnitte/IX/Becken JL bei 106";
$verzeichnis = opendir($bv);
$bilder = array();
while($datei = readdir($verzeichnis) {
    if (preg_match("/\.JPE?G$/", $datei)) {
        $bilder[] = $datei;
    }
}
closedir($verzeichnis);
foreach($bilder as $bild) {

    echo "<a href='$bv/$bild' rel='lightbox[Q2005]' ><img
src='$bv/{$bild}_klein.jpg' alt='' /></a>\n";
```

```
}  
?>  
</div>  
</body>  
</html>
```

Auf der Seite *Objektindex* werden die Verweisungen zu den vorhandenen Objekten in Form einer Liste ausgegeben, dafür kann nicht die Vorlage für Abschnitte und Brücken herangezogen werden, da die Seite von Grund auf anders strukturiert ist. Die Objekte werden nach ihrer Charakteristik gruppiert auf der Seite angezeigt.

### **Objekte.html:**

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.0 Transitional//EN">  
<html>  
  
<head>  
<title>Objektindex</title>  
<script language="JavaScript1.2">  
  
</script>  
<link href="Java.css" rel="stylesheet" type="text/css" />  
</head>  
  
<body>  
  
<div id="box1" align="center" style="font-family:Arial;  
color:#00008B">  
<br>  
<h1 align="left" style="font-family:Arial; margin-left:280px">Objek-  
tindex</h1>  
  
<h3 align="left" style="font-family:Arial; margin-left:250px">Bitte  
w&auml;hlen sie ein Objekt aus</h3><br>  
  
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:70px;  
color:darkblue">  
<h2>Quelle</h2>  
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:35px;  
color:#00008B">  
<b><a href="Quelle.html">2005 und 2009</a><br>  
</b>  
  
</div>  
</div>  
  
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:70px;  
color:darkblue">  
<h2>Tunnel</h2>  
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:35px;  
color:black">  
<b>  
<a href="Akrepli.html">Akrepli Tunnel</a><br>  
<a href="Kalafat.html">Kalafat Tunnel</a><br>
```

```
<a href="Engerekli.html">Engerekli Tunnel</a><br>
<a href="Mezarlik.html">Mezarlik Tunnel</a>
</b>
```

```
</div>
</div>
```

```
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:70px;
color:darkblue">
<h2>Brücken</h2>
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:35px;
color:black">
<b>
<a href="Surtekkemer.html">01. Surtekkemer</a><br>
<a href="Kucukkemer.html">02. Kucukkemer</a><br>
<a href="Baskemer.html">03. Baskemer</a><br>
<a href="Cumaaksam.html">04. Cumaaksam</a><br>
<a href="Zincirlikuyu.html">05. Zincirlikuyu</a><br>
<a href="Kocakelle.html">06. Kocakelle</a><br>
<a href="Sabancik.html">07. Sabancik</a><br>
<a href="Killikdere.html">09. Killikdere</a><br>
<a href="Kirlangic.html">10. Kirlangic</a><br>
<a href="Saklikemer.html">11. Saklikemer</a><br>
<a href="B_Cesme.html">12. Bahcesme</a><br>
<a href="B_Bogaz.html">13. Bahcebogaz</a><br>
<a href="Adamtolubogaz.html">14. Adamtolubogaz</a><br>
<a href="Sapudere.html">15. Sapudere</a><br>
<a href="Ceneviz.html">16. Ceneviz</a><br>
<a href="Dilbalik.html">17. Dilbalik</a><br>
<a href="Taskesinti.html">18. Taskesinti</a><br>
<a href="Mercankuyu.html">19. Mercankuyu</a><br>
<a href="Biktik.html">20. Biktik</a><br>
<a href="Arvalyacesme.html">21. Arvalyacesme</a><br>
<a href="Arvalya.html">22. Arvalya</a><br>
<a href="Pisidere.html">23. Pisidere</a><br>
<a href="Arapdere.html">24. Arapdere</a><br>
</b>
</div>
</div>
```

```
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:360px; margin-top:-710px; color:darkblue">
<h2>Abschnitte</h2>
<div align="left" style="font-family:Arial; margin-left:35px; color:black">
<b>
<a href="I.html">I. Surtekkemer Brücke</a><br>
<a href="II.html">II. Kucukkemer Brücke</a><br>
<a href="III.html">III. Baskemer Brücke</a><br>
<a href="IV.html">IV. Cumaaksam Brücke</a><br>
<a href="V.html">V. Cumaaksam bis Zincirlikuyu Brücke</a><br>
```



**Bruecken\_Ansichten.html:**

```
<!DOCTYPE HTML PUBLIC "-//W3C//DTD HTML 4.01 Transitional//EN"
    "http://www.w3.org/TR/html4/loose.dtd">
<html>
  <head>
<title>Bruecken Ansichten</title>
<link href="Java.css" rel="stylesheet" type="text/css" />
</head>
<body>
<font face="Calibri">
<!--div id="container"--><center><br>

<table border="1">

  <tr>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/03. Baskemer S.JPG" tar-
get="_blank">3 Baskemer<br>
</a><br></td>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/04. Cumaaksam O.JPG" tar-
get="_blank">4 Cumaaksam<br>
</a><br></td>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/05. Zincirlikuyu O.JPG"
target="_blank">5 Zincirlikuyu<br>
</a><br></td>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/06. Kocakelle O.JPG" tar-
get="_blank">6 Kocakelle Ost<br>
</a><br></td>
  </tr>
  <tr>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/06. Kocakelle W.JPG" tar-
get="_blank">6 Kocakelle West<br>
</a><br></td>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/07_N.jpg" target="_blank">7
Sabancik Nord<br>
</a><br></td>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/07_S.jpg" target="_blank">7
Sabancik S&uuml;d<br>
</a><br></td>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/09. Killikdere N.JPG" tar-
get="_blank">9 Killikdere<br>
</a><br></td>
  </tr>
  <tr>
    <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/10. Kirlangic N.JPG" tar-
get="_blank">10 Kirlangic Nord<br>
</a><br></td>
```

## 5. Die Realisierung des GIS

```

        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/10. Kirlangic S.JPG" tar-
get="_blank">10 Kirlangic S&uuml;d<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/12. Bahcecikcesme S+N.JPG"
target="_blank">12 Bahcecikcesme<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/13_0.jpg" target="_blank">13
Bahcecikbogaz Ost<br>
</a><br></td>
    </tr>
    <tr>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/13_W.jpg" target="_blank">13
Bahcecikbogaz West<br>
</a><br></td>

        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/14. Adamtolubogaz.JPG" tar-
get="_blank">14 Adamtolubogaz<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/15. Sapudere N.JPG" tar-
get="_blank">15 Sapudere Nord<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/15. Sapudere S.JPG" tar-
get="_blank">15 Sapudere S&uuml;d<br>
</a><br></td>
    </tr>
    <tr>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/16. Ceneviz O.JPG" tar-
get="_blank">16 Ceneviz<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/17. Dilbalik S.JPG" tar-
get="_blank">17 Dilbalik<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/18. Taskesinti O.JPG" tar-
get="_blank">18 Taskesinti Ost<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/18. Taskesinti W.JPG" tar-
get="_blank">18 Taskesinti West<br>
</a><br></td>
    </tr>
    <tr>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/19. Mercankuyu O.JPG" tar-
get="_blank">19 Mercankuyu Ost<br>
</a><br></td>
        <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/19. Mercankuyu W.JPG" tar-
get="_blank">19 Mercankuyu West<br>

```

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
5. Die Realisierung des GIS

```
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/20. Biktik N+S.JPG" tar-
get="_blank">20 Biktik<br>
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/21. Arwalyacesme N.JPG"
target="_blank">21 Arwalyacesme<br>
</a><br></td>
</tr>
<tr>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/22. Arwalya Grundriss
Uebersicht.JPG" target="_blank">22 Arwalya<br>
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/22. Arwalya N 1.JPG" tar-
get="_blank">22 Arwalya Nord 1<br>
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/22. Arwalya N 2.JPG" tar-
get="_blank">22 Arwalya Nord 2<br>
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/22. Arwalya S 1.JPG" tar-
get="_blank">22 Arwalya S&uuml;d 1<br>
</a><br></td>
</tr>
<tr>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/22. Arwalya S 2.JPG" tar-
get="_blank">22 Arwalya S&uuml;d 2<br>
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/23. Pisidere neu.JPG" tar-
get="_blank">23 Pisidere<br>
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/24. Arapdere O.JPG" tar-
get="_blank">24 Arapdere Ost<br>
</a><br></td>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/24. Arapdere W.JPG" tar-
get="_blank">24 Arapdere West<br>
</a><br></td>
</tr>
<tr>
  <td><a href="Bruecken_Ansichten/K1600/Leistungsabschnitt
XII.JPG" target="_blank">Leistungsabschnitt XII<br>
</a><br></td>
</tr>
</table>

</center>
</div>
```

```
</body>  
</html>
```

Für die korrekte Darstellung der Umlaute und auch der türkischen Schriftzeichen auf der Internetseite müssen diese im Quelltext als HTML-Code eingegeben werden. Hierfür wird eine Textdatei mit den benötigten Zeichen erstellt aus der die Buchstabencodes jederzeit schnell entnommen werden können.

#### **HTML\_Buchst.txt**

Ğ ğ	&#286;	ğ ğ	&#287;	ß	&szlig;
Ş ş	&#350;	€	&euro;		
Ç ç	&Ccedil;	&	&amp;		
Â â	&Acirc;	<	&lt;		
İ i	&#304;	>	&gt;		
ı	&Iota;	"	&quot;		
		Leerzeichen	&nbsp;		

Nach der Fertigstellung sämtlicher Quelltexte werden die Dateien auf den Webserver übertragen. Mithilfe des File Transfer Programms *WinSCP* können die Dateien direkt vom lokalen System durch klicken und ziehen auf den Server überspielt werden.

### **5.3 Das Ergebnis**

Das Ergebnis ist eine Internetseite ([www.degirmendere.oelai.at](http://www.degirmendere.oelai.at)) die dem Benutzer eine umfassende Informationsgewinnung aus den interaktiv und, durch Anklicken der Symbole weiterführend nutzbaren Karten, den Fotos sowie dem zusätzlich angebotenen Informationsmaterial bietet. Dem Nutzer stehen jeweils Seiten mit Informationen zu den Hauptobjekten Brücken und Tunnels sowie zu den einzelnen Abschnitten zur Verfügung.

#### **5.3.1 Funktionsumfang**

Die Internetseite bietet folgende Funktionen:

- Das Grundgerüst: Ein statischer Rahmen mit seitlicher Menüführung die dem Nutzer eine einfache und übersichtliche



## 5. Die Realisierung des GIS

Bedienung ermöglicht und eine jederzeitige Rückkehr zum Hauptmenü bietet. Die Startseite ist in dieses Grundgerüst eingebettet.

- Die seitliche Menüführung bietet Verknüpfungen zu allen verfügbaren Seitenkategorien.
- Die interaktive Übersichtskarte sowie die Tunnelgrundrisskarten sind mit den Funktionen
  - *mouseover* --> Anzeige der zugehörigen Fotos und
  - *klickbar* --> Aufruf der korrespondierenden Seitenausgestattet, was eine weiterführende Nutzung erlaubt.
- Die Detailkarten auf dem ArcGIS-Server von Esri bieten
  - Anzeige der Attributtabelle aus dem AutoCAD-Plan
  - Anzeige der verknüpften Fotos
  - Zoomfunktion
  - Panfunktion
  - Ein- und Ausblenden von Layern
  - Anzeige verschiedener Hintergrundkarten
- Die Datenbank kann heruntergeladen und lokal gespeichert werden. Sie steht dem Nutzer somit über einen längeren Zeitraum zur Erkundung und für selbsterstellte Abfragen zur Verfügung.
- Die Seiten über die Abschnitte, Brücken und Tunnels beinhalten eine Bildergalerie in der Vorschaubilder angezeigt werden die durch Anklicken eine größere Version des Fotos anzeigen.

Um eine Vorstellung über die implementierte Internetseite zu gewinnen folgen im nächsten Abschnitt einige Screenshots die die optische Gestaltung der Seite sowie die wichtigsten Funktionen widerspiegeln.

### 5.3.2 Screenshots der Internetseite

Auf den nachfolgenden Seiten werden stellvertretend für das gesamte Projekt sechs ausgewählte Seiten vorgestellt. Beginnend mit der Startseite (Abb. 22) mit eingebetteter Karte aller ephesischen Fernwasserleitungen, im linken unteren Bereich ist der Degirmendere Aquädukt zu sehen, sowie Informationstext zu allen Aquädukten. Die Karte dient als Übersicht und ist statisch, sie bietet also keine Interaktionsmöglichkeiten. Auf der linken Seite befindet sich das Hauptmenü aus dem alle verfügbaren

## 5. Die Realisierung des GIS


Informationen über den Degirmendere Aquädukt aufgerufen werden können.

Die nächste Abbildung (Abb. 23) zeigt die Seite mit der interaktiven Übersichtskarte. Durch Überstreichen der Kartensymbole mit dem Mauszeiger werden Fotos zu den Objekten angezeigt, durch Anklicken eines Symbols wird die Seite zu dem jeweiligen Objekt aufgerufen. In dieser Abbildung ist die Übersichtskarte mit einem durch Überstreichen angezeigten Foto vom Abschnitt IX zu sehen.


Danach folgt die Seite über den Engerekli Tunnel (Abb. 24) die sowohl aus der Übersichtskarte, als auch aus dem Objektindex aufgerufen werden kann. Sie verfügt, wie jede Objektseite, über eine Bildergalerie in der durch Klick auf das Vorschaubild die größere Version des Fotos angezeigt wird. Es ist auch ein Weiterblättern möglich. Die Seite enthält auch den Link zur Seite mit der interaktiven Tunnel-Grundrisskarte (Abb. 25). In dieser Karte werden ebenfalls Fotos durch Überstreichen der eingezeichneten Punkte mit dem Mauszeiger angezeigt. Die Abbildung zeigt die Grundrisskarte mit angezeigtem Foto zu Punkt 14.

Die Seite mit den Brückenansichten (Abb. 26) stellt eine Vorschau aller verfügbaren Ansichtspläne in tabellarischer Form bereit. Durch Anklicken einer interessierenden Ansicht wird diese in einem neuen Tab in voller Größe geöffnet.

Nach dem gleichen Prinzip ist auch die Seite mit den Sondagenplänen (Abb. 27) aufgebaut. Auch hier wird durch Anklicken der Vorschaubilder die große Version in einem neuen Tab geöffnet.




**OAI**  
ÖSTERREICHISCHES  
ARCHÄOLOGISCHES  
INSTITUT



**FWF**  
Der Wissenschaftsfonds.

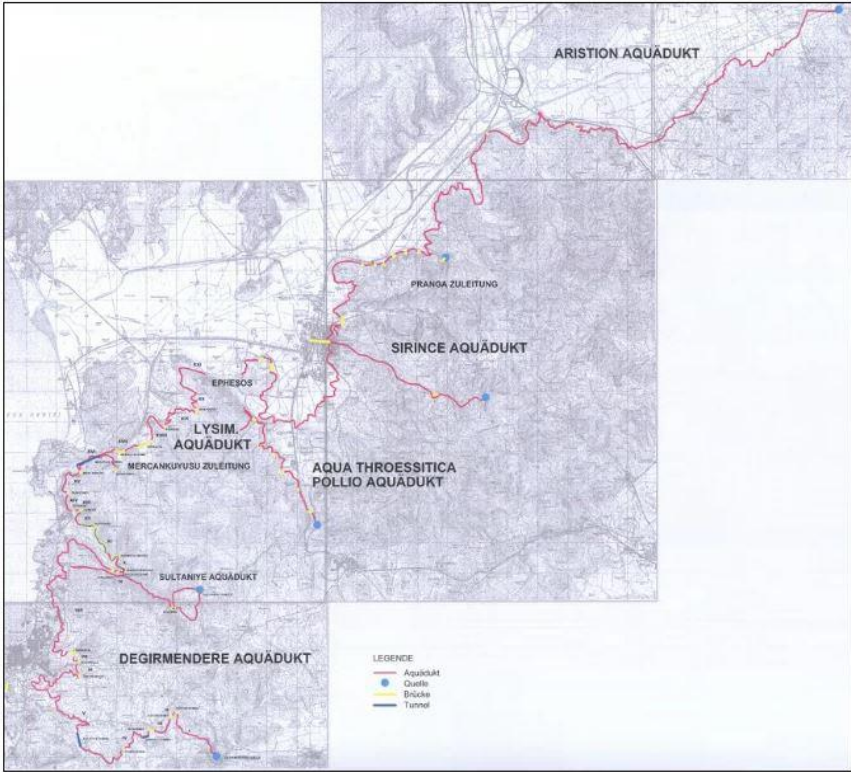
**Geographisches Informationssystem über den  
Değirmendere Aquädukt von Ephesos**



Prontinus-Gesellschaft e.V.

**Die Aquädukte von Ephesos**

Seit 2001 erfolgt die Erforschung der ephesischen Fernwasserleitungen mit dem Ziel, alle in die Stadt führenden Aquädukte zu untersuchen, zu dokumentieren und zu publizieren. 2004 wurde das 12. internationale Symposium "Cura Aquarum in Ephesus" organisiert, um die Erforschung der ephesischen Aquädukte auf eine internationale Diskussionsbasis zu stellen, nachdem vorher der erhaltene Bestand aller Fernwasserleitungen auf Grundlage der bisherigen Publikationen begutachtet und überprüft worden war. Dabei konnten bisher unbekannte Leitungsabschnitte, Aquäduktbrücken, Tunnels, Zuleitungen und sogar zwei unbekannte Aquädukte entdeckt werden, sodass sich nun mit diesen neuen Erkenntnissen ein komplexeres Bild der Aquädukte nach Ephesos ergibt.



Dieses reicht

- vom ältesten Aquädukt aus lysimachischer Zeit (1. Hälfte 3. Jh. v. Chr.), dessen einziger Tonrohrstrang nicht länger als ...

site © Andrea WulzImpressum

Abb. 22: Startseite mit eingebetteter Karte der ephesischen Aquädukte



Geographisches Informationssystem über den  
Değirmendere Aquädukt von Ephesos

Startseite  
Über den Aquädukt  
Objektindex  
Interaktive  
Übersichtskarte  
Interaktive  
Abschnittskarten  
Brücken Grundrisse  
Brücken Ansichten  
Rekonstruktionen  
Sondagenpläne  
Skizzen  
Datenbank (MS Access)  
Projektmitarbeiter  
Dokumente

### Engerekli Tunnel

Tunnel im Abschnitt XX zwischen Mercankuyu Brücke und Biktik Brücke


[interaktive Grundrisskarte](#) [Einstiegsprotokoll](#)  
[zurück zur Übersichtskarte](#)


[zurück zur Karte](#)

site © Andrea Wulz


Impressum

Abb. 24: Seite über den Engerekli Tunnel




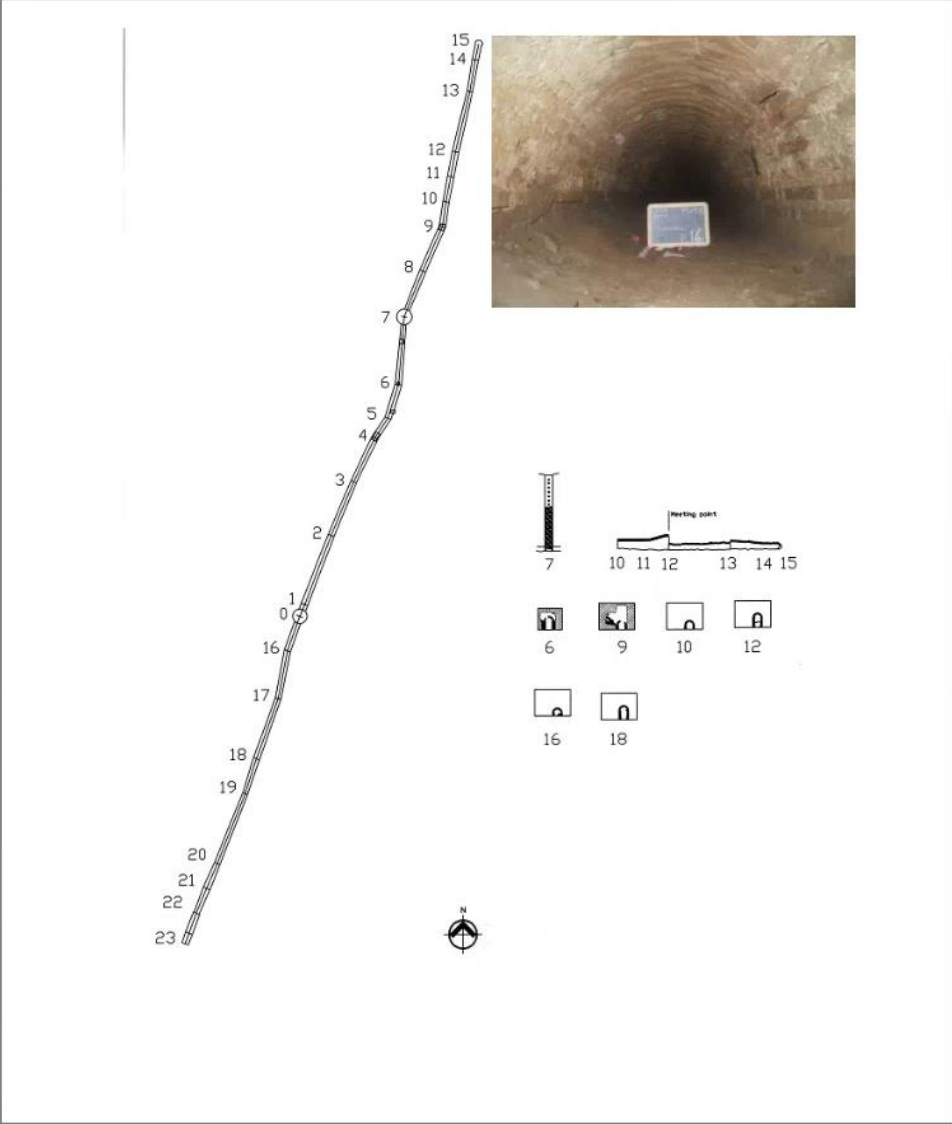


Geographisches Informationssystem über den  
 Değirmendere Aquädukt von Ephesos



Startseite  
 Über den Aquädukt  
 Objektindex  
 Interaktive  
 Übersichtskarte  
 Interaktive  
 Abschnittskarten  
 Brücken Grundrisse  
 Brücken Ansichten  
 Rekonstruktionen  
 Sondagenpläne  
 Skizzen  
 Datenbank (MS Access)  
 Projektmitarbeiter  
 Dokumente







site © Andrea Wulz

Impressum


Abb. 25: Grundrisskarte des Engerekli Tunnels mit Foto vom Punkt 14

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
 5. Die Realisierung des GIS






Geographisches Informationssystem über den  
 Değirmendere Aquädukt von Ephesos



Phoenix-Gesellschaft e.V.

Startseite  
 Über den Aquädukt  
 Objektindex  
 Interaktive  
 Übersichtskarte  
 Interaktive  
 Abschnittskarten  
 Brücken Grundrisse  
 Brücken Ansichten  
 Rekonstruktionen  
 Sondagenpläne  
 Skizzen  
 Datenbank (MS Access)  
 Projektmitarbeiter  
 Dokumente




<b>3 Baskemer</b>	<b>4 Cumaaksam</b>	<b>5 Zincirlikuyu</b>	<b>6 Kocakelle Ost</b>
<b>6 Kocakelle West</b>	<b>7 Sabancik Nord</b>	<b>7 Sabancik Süd</b>	<b>9 Killikdere</b>
<b>10 Kirlangic Nord</b>	<b>10 Kirlangic Süd</b>	<b>12 Bahcecikcesme</b>	<b>13 Bahcecikbogaz Ost</b>
<b>13 Bahcecikbogaz West</b>	<b>14 Adamtolubogaz</b>	<b>15 Sapudere Nord</b>	<b>15 Sapudere Süd</b>
<b>16 Ceneviz</b>	<b>17 Dilbalik</b>	<b>18 Taskesinti Ost</b>	<b>18 Taskesinti West</b>
<b>19 Mercankuyu Ost</b>	<b>19 Mercankuyu West</b>	<b>20 Biktik</b>	<b>21 Arwalyacesme</b>
<b>22 Arwalya</b>	<b>22 Arwalya Nord 1</b>	<b>22 Arwalya Nord 2</b>	<b>22 Arwalya Süd 1</b>
<b>22 Arwalya Süd 2</b>	<b>23 Pisdere</b>	<b>24 Arapdere Ost</b>	<b>24 Arapdere West</b>
<b>Leitungsabschnitt XII</b>			

site © Andrea Wulz


Impressum

Abb. 26: Seite mit den Brückenansichten

Realisierung eines GIS für den Degirmendere Aquädukt von Ephesos  
 5. Die Realisierung des GIS




OAI  
ÖSTERREICHISCHES  
ARCHÄOLOGISCHES  
INSTITUT




FWF  
Der Wissenschaftsfonds.



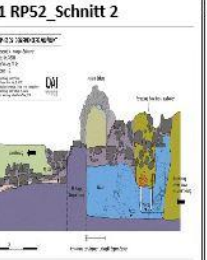
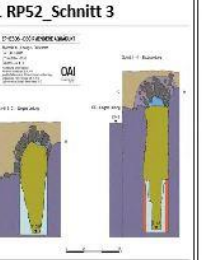
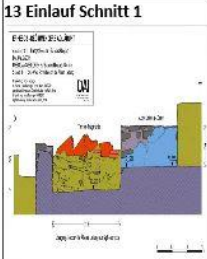


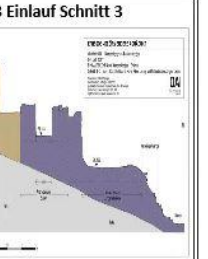
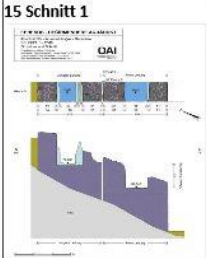
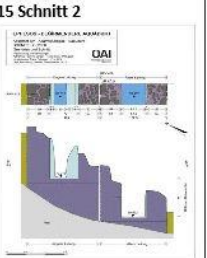
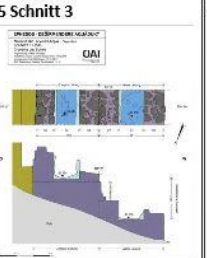
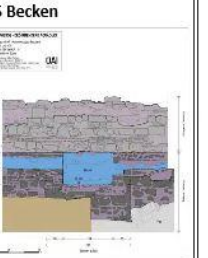
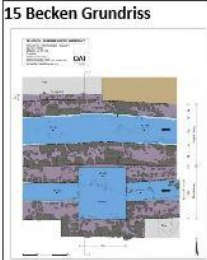
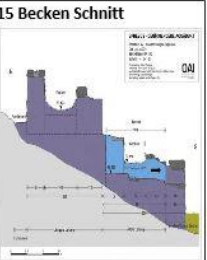
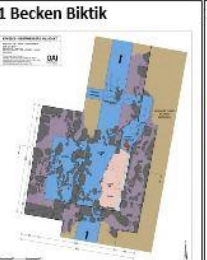
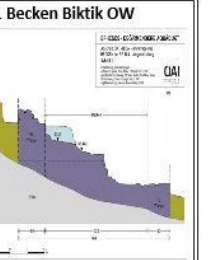
Geographisches Informationssystem über den  
 Degirmendere Aquädukt von Ephesos



FRANZ JULLIUS PROBY  
 AN DER UNIVERSITÄT WIEN  
 Proby-Gesellschaft e.V.

Startseite  
 Über den Aquädukt  
 Objektindex  
 Interaktive  
 Übersichtskarte  
 Interaktive  
 Abschnittskarten  
 Brücken Grundrisse  
 Brücken Ansichten  
 Rekonstruktionen  
 Sondagenpläne  
 Skizzen  
 Datenbank (MS Access)  
 Projektmitarbeiter  
 Dokumente



<b>11 RP52_Grundriss</b>	<b>11 RP52_Schnitt 1</b>	<b>11 RP52_Schnitt 2</b>	<b>11 RP52_Schnitt 3</b>
			
<b>13 Einlauf Schnitt 1</b>	<b>13 Einlauf Grundriss</b>	<b>13 Einlauf Schnitt 2</b>	<b>13 Einlauf Schnitt 3</b>
			
<b>15 Schnitt 1</b>	<b>15 Schnitt 2</b>	<b>15 Schnitt 3</b>	<b>15 Becken</b>
			
<b>15 Becken Grundriss</b>	<b>15 Becken Schnitt</b>	<b>21 Becken Biktik</b>	<b>21 Becken Biktik OW</b>
			

site © Andrea Wulz

Impressum

Abb. 27: Seite mit den Sondagenplänen



### 5.3.3 Erweiterungsmöglichkeiten

Die Implementierung eines solchen Geographischen Informationssystems könnte noch weitere, in manchen heutigen Anwendungen fast nicht mehr wegzudenkende Funktionen enthalten.

Die folgenden angedachten Erweiterungen könnten noch in die Internetseite integriert werden:

- Ein Hilfe Menü könnte in die Seite eingebaut werden um dem Nutzer eine Anleitung bzw. Hilfestellung bei der Erkundung des Aquädukts zu bieten.
- Ein Mitgliederbereich in dem sich interessierte, auf der Seite registrierte Nutzer gegenseitig austauschen und Erfahrungsberichte hochladen können.
- Ein Downloadbereich, in dem ein Newsletter über die weiteren Entwicklungen berichtet, könnte angeboten werden.
- Eine Vernetzung mit Facebook oder anderen sozialen Netzwerken könnte in der heutigen Zeit auf jeden Fall auch angedacht werden.

Die Umsetzung der angedachten Erweiterungen würde aber den Rahmen einer Diplomarbeit sprengen und wurde daher nicht durchgeführt.

Die Implementierung dieser Internetseite erforderte einen recht hohen zeitlichen Aufwand aufgrund der bereits im 4. Kapitel erläuterten Problematiken mit den vom Österreichischen Archäologischen Institut übergebenen Daten. Um die Implementierung eines solchen Geographischen Informationssystems ohne Komplikationen in einem möglichst angemessenen zeitlichen Rahmen und mit einem hohen Grad an automatisierten Abläufen durchführen zu können ist es unerlässlich schon bei der Akquisition der Daten und auch bei deren Aufbereitung einige wichtige Dinge zu beachten.

## **6. Anforderungen an die Datenakquisition und –Aufbereitung für eine automatisierte Datenverarbeitung**

Schon bei der Datenakquisition ist es wichtig über die weitere Verarbeitung der Daten eine Vorstellung zu haben, damit manche Probleme erst gar nicht auftreten können. Auch die Aufbereitung der Daten sollte mit Bedacht durchgeführt werden damit Schwierigkeiten die während der Verarbeitung auftreten und einen hohen zeitlichen Aufwand nach sich ziehen schon vorab ohne großen Aufwand möglichst minimiert werden können.

### **Problematik der Benennung von Dateien und Verzeichnissen:**

Eines der zuvor schon benannten Probleme ist durch die Datei- und Verzeichnisbenennung gegeben: Es wurden Sonderzeichen verwendet (Abb. 28), welche vom Server nicht interpretiert werden können und daher von einer Verknüpfung nicht gefunden und auf der Internetseite ausgegeben werden können. Dieses doch sehr große Problem wäre schon zu Beginn eines Projektes ohne Aufwand vermeidbar indem darauf geachtet wird, in den Datei- und Verzeichnisbenennungen keine Sonderzeichen zu verwenden. Auch die Verwendung von Leerzeichen sollte vermieden werden, da es Betriebssysteme gibt die eine durchgehende Schreibweise von Dateipfaden ohne Unterbrechung durch Leerzeichen verlangen. Nachträglich ist dieses Problem nur mehr mit einem extrem hohen Aufwand behebbar, da manuell in jeden Ordner und Unterordner navigiert werden muss um die falsch benannten Dateien zu finden und nachträglich um zu benennen damit diese auch verarbeitet werden können.

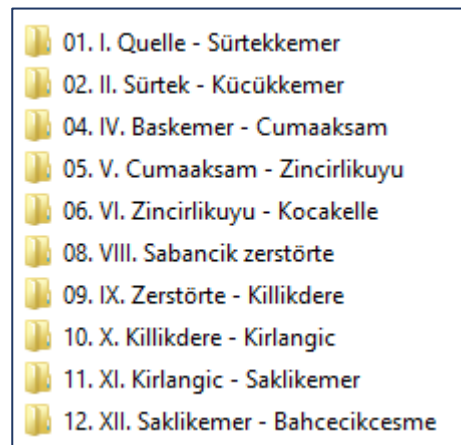


Abb. 28: Benennung der Verzeichnisse der Abschnitte

### **Geographische Verortung des Bildmaterials:**

Ein weiterer vermeidbarer hoher Mehraufwand im Zuge der Datenverarbeitung stellt die geographische Verortung der unzähligen Fotos dar. Heutzutage verfügen die meisten Fotokameras bereits über eine GPS-Funktion die dem Foto die Koordinaten des Aufnahmestandortes als Information in den Bildeigenschaften gespeichert mitgibt. Ein Foto das die Koordinaten enthält kann auf dem GIS-Server automatisiert seinem Aufnahmestandort zugewiesen und verortet werden.

Die für die Erstellung dieses GIS übergebenen Fotos wurden ohne GPS aufgenommen und müssen daher den mehreren hundert Punkten des Leitungsverlaufs manuell zugewiesen werden. Das hat einerseits einen sehr hohen zeitlichen Aufwand zur Folge. Zudem birgt es die Gefahr in sich, dass Fotos unter Umständen nicht richtig zugewiesen werden.

### **Neue Nummerierung von Abschnitten:**

Die Grabungen des ÖAI erstreckten sich über einen mehrjährigen Zeitraum. Während dieser Kampagne wurden stetig neue Erkenntnisse über das Gebiet nördlich der Störungslinie mit Beginn der Doppelleitung gewonnen. Das erforderte eine neue Nummerierung der bereits zuvor definierten Abschnitte. Alle Abschnitte ab der zerstörten Brücke am Beginn des –aktuellen– Abschnitts IX wurden daher neu benannt (siehe Abb. 16, Gegenüberstellung der Abschnittsbereiche). Diese neue Benennung stellt ein, wie schon im 4. Kapitel dargelegt, im Nachhinein nicht wieder behebbares Problem dar.

Solche Umbenennungen im Zuge ein und desselben Projektes sollten tunlichst vermieden werden, damit es einerseits nicht zu Verwirrungen und Unsicherheiten im Laufe der Implementierung des GIS-Projektes kommt und andererseits nicht wiederholt überprüft werden muss ob die Fotos richtig verortet werden. Sollte es dennoch nötig sein ist darauf zu achten, dass es zu keinen Überschneidungen der Nummernschemata kommt. Damit ist dann jedenfalls Eindeutigkeit und Nachvollziehbarkeit gegeben.

Auch der Kartennutzer wird dadurch verunsichert und in seiner Informationsgewinnung beeinträchtigt, da er unter Umständen instinktiv wiederholt nachprüft ob die Bilder richtig verortet sind. Für Nutzer die jedoch nicht vorher schon die Information über die neue Nummerierung aus der Konkordanzliste erhalten haben, entsteht der Eindruck dass das GIS inkonsistent, ja sogar falsch implementiert ist. Ein Sachverhalt der bei einem Nutzer solch einen Eindruck hinterlässt ist im Zuge eines Projektes jedenfalls zu vermeiden.

### **Die Problematik mit der Datenmenge:**

Es wurden insgesamt fast 44 GB an Datenmaterial übergeben, mit der Anforderung sämtliches zur Verfügung gestelltes Material in das GIS zu integrieren. Die erste Schwierigkeit die sich aus so einer riesigen Datenmenge ergibt ist einerseits eine Kostenfrage die sich nach der Speicherkapazität des Servers richtet (z.B. monatliche Kosten von EUR 9,90 für 10 GB für den A1-Server für dieses Projekt), andererseits ist auch die Geringhaltung der Ladezeit der Anwendung zu bedenken. Diese Schwierigkeit kann behoben werden, indem man die Fotos verkleinert, was zwar nur mit sehr hohem Aufwand durchführbar, aber trotzdem absolut unerlässlich ist.

Die zweite Schwierigkeit ist auf Grund der Tatsache gegeben, dass das Bildmaterial insgesamt fast 8.000 Fotos umfasst, die allesamt in diese Internetseite integriert sind. Diese riesige Anzahl an Fotos stellt für einen interessierten Laien ein Überangebot an Information dar, das von ihm nicht mehr perzeptiv erfasst werden kann und somit auch kein Informationsgewinn möglich ist. Ein Experte wiederum ist an näheren Details und Informationen interessiert, er benötigt daher die Anwendung in einem höheren Detaillierungsgrad. Doch selbst für einen Experten der nicht unmittelbar mit dem Değirmendere Aquädukt vertraut ist könnte die angebotene Bildmenge eventuell zu groß<sup>5</sup> sein, da durch das Aufrufen immer neuer Seiten und Interaktion mit dem Kartenmaterial nicht alle angebotenen Bilder in einem Fluss betrachtet werden können.

Es erscheint also durchaus sinnvoll eine so große Datenmenge vor der Übergabe zur Verarbeitung zu durchforsten, analysieren, zu beurteilen und anschließend die wichtigen Daten von den nicht so wichtigen zu trennen, damit Information in einem sinnvollen und auch vom Nutzer erfassbaren Ausmaß in einer GIS-Anwendung fließen kann.

## **7. Zusammenfassung und Ausblick**

Ziel dieser Diplomarbeit war die Realisierung und Dokumentation eines Geographischen Informationssystems für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos auf Basis der vom Österreichischen Archäologischen Institut im Zuge mehrerer Grabungskampagnen akquirierten und für diese Arbeit zu Verfügung gestellten Daten.

Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos ist eine ca. 37 km lange Fernwasserleitung die ab dem 2. Jhdt. nach Christus die antike Stadt Ephesos mit Wasser versorgte. Der Aquädukt verfügt über eine große Anzahl darin existierender Objekte und die Besonderheiten im Leitungsverlauf wie z.B. die geologische Störungslinie im Bereich des Abschnitts IX und die dort beginnende Doppelleitung.

Das vom ÖAI übergebene Datenmaterial war äußerst umfangreich, in einer sehr unübersichtlichen Dateistruktur abgelegt und musste daher zu allererst untersucht, analysiert und in einer durchstrukturierten Ordnerstruktur neu gespeichert werden damit dieses möglichst effizient verarbeitet werden konnte. Anschließend wurde das allererste Konzept für das GIS erstellt und in Form einer Tabelle skizziert. Die im Zuge der praktischen Umsetzung des GIS aufgetretenen Problematiken mit den Daten, insbesondere

---

<sup>5</sup> z.B. Datenbereitstellung von 1.474 Fotos alleine für den Abschnitt X, hinzu kommen dann noch die weiteren Daten der Brücken am Beginn und Ende des Abschnitts

## 7. Zusammenfassung und Ausblick

das Datenvolumen, die gelieferte Dateistruktur sowie die geographische Verortung des Bildmaterials wurden in dieser Arbeit dargelegt und mögliche Lösungsvorschläge gegeben. Das GIS wurde realisiert und auf einem Webserver im Internet bereitgestellt.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass es absolut unerlässlich ist schon zu Beginn eines Projektes auf die weitere Verarbeitung der Daten Bedacht zu nehmen, da es andernfalls, wie in dieser Arbeit dokumentiert, zu erheblichen Schwierigkeiten kommen kann die teilweise im Nachhinein nicht mehr behebbar sind.

Eine sorgfältige und konsistente Datenpflege ist notwendig damit eine reibungslose Verarbeitung mit einem hohen Grad an Automatisierung und ohne unerwartete Komplikationen garantiert ist.

## Danksagung

An dieser Stelle möchte ich ganz herzlich jenen Menschen danken, die mich nicht nur während des gesamten Studiums, sondern auch speziell in der finalen Phase dieser Diplomarbeit begleitet und unterstützt haben.

Allen voran möchte ich meinem Diplomarbeitsbetreuer Herrn **Dr. Gerhard Navratil** ganz großen Dank aussprechen, dass er sich stets Zeit genommen hat und mir jederzeit mit Rat & Tat und mit immer wieder motivierenden Worten zur Seite gestanden ist. Vor allem aber, weil er über einen so langen Zeitraum immer wieder so viel Geduld aufgebracht hat, dass diese Diplomarbeit doch noch zu einem Abschluss gebracht werden konnte.

Danke auch an Herrn DI Gilbert Wiplinger vom ÖAI für die zur Verfügung Stellung der Daten für dieses GIS.

Des Weiteren möchte ich meinem Lebensgefährten Herrn Manfred Illner ganz herzlich für die mentale Unterstützung und seine pragmatische Hartnäckigkeit, mit der er mich schlussendlich doch noch zum Abschluss dieses Studiums bewegen konnte, danken.

Ganz herzlicher Dank gilt auch meinem Sohn Benjamin, der mich durch die Begleitung seiner so schweren Krankheit gelehrt hat immer nach vorne zu schauen und niemals aufzugeben.

Auch ganz herzlichen Dank an meine Tochter Miriam, die mir versichert hat, dass indem ich die Pubertät mit ihr überstanden habe, auf jeden Fall auch den Abschluss dieses Studiums überstehen werde.

## Quellennachweis

Wiplinger, G.(2013): Der Değirmendere Aquädukt von Ephesos und seine Zukunft. In: BABESCH, Annual Papers on Mediterranean Archaeology, Supplement 24 – 2013, S. 105-129.

<https://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html>

<https://wiki.selfhtml.org/>

<http://de.selfhtml.org/html/referenz/zeichen.htm>

<http://image.online-convert.com/convert-to-jpg>

<http://www.mapcruzin.com/free-turkey-arcgis-maps-shapefiles.htm>

## Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Übersichtskarte Degirmendere Aquädukt, C. Kurtze (12/2012) .....	9
Abb. 2: Felswand im Bereich der geologischen Störung am Stadtrand von Kusadasi.....	12
Abb. 3: Höhenprofil des Değirmendere Aquädukts, ÖAI 2014....	13
Abb. 4: Kartenausschnitt aus der Übersichtskarte des Bereiches rund um den Niveauwechsel der Doppelleitung.....	14
Abb. 5: Bypässe in den Abschnitten IX und X.....	15
Abb. 6: Bypass 1 im Abschnitt X (ehemals XIII A).....	15
Abb. 7: Eigenschaften der Ordner "Daten" und „Daten_neu“....	16
Abb. 8: Beispiel Ordner Höhenprofil.....	24
Abb. 9: Lage des Aquädukts in der Türkei, topographische Karte .....	26
Abb. 10: Abschnitt IX, topographische Karte, Zoomstufe 1....	27
Abb. 11: Abschnitt IX, topographische Karte, Zoomstufe 2....	27
Abb. 12: Abschnitt IX, topographische Karte, Zoomstufe 3....	27
Abb. 13: Abschnitt IX, Satellitenbild, Zoomstufe 1.....	28
Abb. 14: Abschnitt IX, Satellitenbild, Zoomstufe 2.....	28

Abb. 15: Abschnitt IX, Satellitenbild, Zoomstufe 3.....	29
Abb. 16: Gegenüberstellung der Abschnittsbereiche mit den neuen Abschnittsnummern.....	31
Abb. 17: Abmessungen der Ansicht der Baskemer Brücke.....	34
Abb. 18: Anzeige der Attributliste der Killikdere Brücke....	46
Abb. 19: Anzeige des Fotos vom Stütz Pfeiler 29 im Abschnitt IX .....	47
Abb. 20: Abschnitt IX mit ausgeblendetem Leitungsverlauf....	47
Abb. 21: Abschnitt IX mit der Satellitenbild gestützten Hintergrundkarte.....	48
Abb. 22: Startseite mit eingebetteter Karte der ephesischen Aquädukte.....	59
Abb. 23: Übersichtskarte mit Foto vom Abschnitt IX.....	60
Abb. 24: Seite über den Engerekli Tunnel.....	61
Abb. 25: Grundrisskarte des Engerekli Tunnels mit Foto vom Punkt 14.....	62
Abb. 26: Seite mit den Brückenansichten.....	63
Abb. 27: Seite mit den Sondagenplänen.....	64
Abb. 28: Benennung der Verzeichnisse der Abschnitte.....	66

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Grundkonzept der Internetseite über den Aquädukt.	23
Tabelle 2: Konkordanzliste der Abschnittsnummern.....	30



## Anhang

### Eigenschaften der Satellitenbildkarte am ArcGIS MapServer

#### ArcGIS REST Services Directory

#### World\_Imagery (MapServer)

**Description:** World Imagery provides one meter or better satellite and aerial imagery in many parts of the world and lower resolution satellite imagery worldwide. The map includes 15m Terra-Color imagery at small and mid-scales (591M down to 72k) and 2.5m SPOT Imagery (288k to 72k) for the world, and USGS 15m Landsat imagery for Antarctica. The map features 0.3m resolution imagery in the continental United States and 0.6m resolution imagery in parts of Western Europe from Digital Globe. Recent 1m USDA NAIP imagery is available in select states of the US. In other parts of the world, 1 meter resolution imagery is available from GeoEye IKONOS, AeroGRID, and IGN Spain. Additionally, imagery at different resolutions has been contributed by the GIS User Community. For more information on this map, including the terms of use, visit us online at [http://goto.arcgisonline.com/maps/World\\_Imagery](http://goto.arcgisonline.com/maps/World_Imagery)

**Copyright Text:** Source: Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS, USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

#### Tile Info:

- **Height:** 256
- **Width:** 256
- **DPI:** 96
- **Levels of Detail:** 24
  - **Level ID:** 0 [ [Start Tile](#), [End Tile](#) ]
    - Resolution: 156543.03392800014
    - Scale: 5.91657527591555E8
  - **Level ID:** 23 [ [Start Tile](#), [End Tile](#) ]
    - Resolution: 0.01866138385297604
    - Scale: 70.5310735
- **Format:** JPEG
- **Compression Quality:** 75.0
- **Origin:** X: -2.0037508342787E7  
Y: 2.0037508342787E7
- **Spatial Reference:** 102100 (3857)

**Units:** esriMeters

#### Supported Image Format

**Types:** PNG32,PNG24,PNG,JPG,DIB,TIFF,EMF,PS,PDF,GIF,SVG,SVGZ,BMP

#### Document Info:

Title: World Imagery

Author: Esri

Comments:

Subject: imagery, satellite, aerial, 500m (World), 15m (World)

Category: imageryBaseMapsEarthCover (Imagery, basemaps, and land cover)

Keywords: World,Global,United States

AntialiasingMode: None

TextAntialiasingMode: Force

**Min Scale:** 5.91657527591555E8

**Max Scale:** 70.5310735

## Ordnerstruktur der Abschnitte

### I

DL  
DL 1 Fotos  
DL 2 Fotos  
DL 3 Fotos  
RP Fotos  
Fotos

### II

II. Fotos  
RP 1-7 Fotos  
RP 8-13 Fotos  
Fotos  
II. Skizzen **Skizzen**

### IV

Fotos

### V

Fotos

### VI

Fotos

### VIII

Fotos

### IX

Becken AL bei 106,1 Fotos  
Becken JL bei 106 Fotos  
Bypass Fotos  
DL  
DL 1 Fotos  
DL 2 = Becken bei 106 Fotos  
IX. Fotos Fotos  
IX. Skizzen **Skizzen**  
Sondage JL bei 31 Fotos  
Sondagen AL  
RP 22.1 Fotos  
RP 31.1 Fotos  
RP 53.1 Fotos  
RP 54.1 Fotos  
SP  
SP 001 bis SP 029 (gesamt 36 Ordner) Fotos  
plus  
SP 001A Fotos  
SP 007A Fotos  
SP 012A Fotos  
SP 015A Fotos  
SP 023A Fotos  
SP 023B Fotos  
SP 030 = Becken bei 106 Fotos  
Fotos (2)  
vor Ada Yamac Evler Fotos

### X

X. Fotos  
Bypässe  
Bypass 1 bis Bypass 5 (5 Ordner) Fotos  
DL  
DL 1 bei 89.1 Fotos  
DL 2 bei 110 Fotos  
DL 3 bei 241 Fotos  
DL 4 bei 242 Fotos

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
Anhang

	DL 5	Fotos	
	DL 6	Fotos	
	Kanalsohlen		
	KS AL+JL		
	KS bei 092	Fotos	
	KS bei 102	Fotos	
	KS bei 205	Fotos	
	KS bei 215	Fotos	
	KS JL		
	KS bei 033	Fotos	
	KS bei 059.1	Fotos	
	KS bei 062	Fotos	
	KS bei 067.1	Fotos	
	KS bei 092	Fotos	
	KS bei 102	Fotos	
	KS bei 110	Fotos	
	KS bei 118.1	Fotos	
	<b>RP</b>		
	Fuge bei 252.1	Fotos	
	MW bei 257-260	Fotos	
	RP 59.1	Fotos	
	Schnitt bei 76	Fotos	
	Sinter bei SP 33	Fotos	
	Steinbruch bei 110	Fotos	
	Rüstlöcher		
	RL 001 RP 253.1	Fotos	
	RL 002 RP 256	Fotos	
	RL 003	Fotos	
	RL 004	Fotos	
	RL 005	Fotos	
	RL 006	Fotos	
	RL 007	Fotos	
	Sond. 33.1	Fotos	
	SP		
	SP 001 bis SP 108 plus SP 098A (112 Ordner)	Fotos	
	Fotos (1)		
X. Skizzen	<b>Skizzen</b>		
<b>XI</b>			
	Bypass	Fotos	
	KS		
	18 JL	Fotos	
	21 JL	Fotos	
	<b>RP</b>		
	01-02	Fotos	
	04-07	Fotos	
	15 – Ziegelplatte	Fotos	
	51-53 Gewölbe AL+JL	Fotos	
	55	Fotos	
	57-59	Fotos	
	60-61	Fotos	
	70	Fotos	
	<b>SP</b>		
	SP 1	Fotos	
	SP 2	Fotos	
	SP 3	Fotos	
	SP 4	Fotos	

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
Anhang

	SP 5	Fotos	
	Fotos (4)		
<b>XII</b>	KS		
	07 AL	Fotos	
	07 JL	Fotos	
	10 JL	Fotos	
	15 JL	Fotos	
	33 JL	Fotos	
	34 JL	Fotos	
	RP		
	01-02	Fotos	
	03-04	Fotos	
	05-06	Fotos	
	06-07	Fotos	
	08-10	Fotos	
	10-11	Fotos	
	11-12	Fotos	
	14-15	Fotos	
	16-19	Fotos	
	19-21 zw.SP1+2	Fotos	
	22-24 zw.SP2+3	Fotos	
	27-28 zw.SP3+4	Fotos	
	30-32	Fotos	
	35-37	Fotos	
	SP		
	SP 1	Fotos	
	SP 2	Fotos	
	SP 3	Fotos	
	SP 4	Fotos	
	Fotos (2)		
<b>XIII</b>	KS		
	13	Fotos	
	24	Fotos	
	RP		
	01-03	Fotos	
	06-07	Fotos	
	08-09	Fotos	
	10-11	Fotos	
	12-13	Fotos	
	15-17	Fotos	
	18-19	Fotos	
	20-22	Fotos	
	22-24	Fotos	
	24-25	Fotos	
	Fotos (2)		
<b>XIV</b>	Fotos (4)		
<b>XV</b>	Abdeckplatten alte Ltg		
	Pkt. 24	Fotos	
	Pkt. 77A-78	Fotos	
	Pkt. 79	Fotos	
	Pkt.40+SP 05	Fotos	
	Abschn.I-Details		
	RP 76 AA-AB OK AL	Fotos	
	RP 76 Putz AL	Fotos	

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
Anhang

	<b>RP 86 Mittellinie</b>	Fotos	
	Becken	Fotos	
	DL 20 BS	Fotos	
	Durchlässe		
	<b>DL 01 bis DL 28 (28 Ordner)</b>	Fotos	
	Mauerwerkstypen		
	Typ A	Fotos	
	Typ B	Fotos	
	Typ C	Fotos	
	Typ D	Fotos	
	Typ E	Fotos	
	Schnitte		
	Schnitt 1	Fotos	
	Schnitt 2	Fotos	
	Schnitt 3	Fotos	
	Schnitt 4	Fotos	
	SP		
	<b>SP 02 bis SP 27 (26 Ordner)</b>	Fotos	
<b>XVI</b>	Details	Fotos	
	Durchlässe		
	<b>DL 01 AL bis DL 62 AL (62 Ordner)</b>	Fotos	
	<b>DL 101 JL bis DL 115 JL (15 Ordner)</b>	Fotos	
	<b>DL 116-118 JL</b>	Fotos	
	Kanalsohlen		
	AL		
	101	Fotos	
	554	Fotos	
	JL		
	101	Fotos	
	135.1	Fotos	
	139	Fotos	
	145	Fotos	
	149	Fotos	
	151	Fotos	
	154	Fotos	
	157	Fotos	
	158	Fotos	
	164	Fotos	
	Mauerwerk Typen		
	Typ A	Fotos	
	Typ A+	Fotos	
	Typ AB	Fotos	
	Typ AC	Fotos	
	Typ AD	Fotos	
	Typ F	Fotos	
	Typ G	Fotos	
	Typ H	Fotos	
	SONDAGE 6-11 –Becken	Fotos	
	Steilhang	Fotos	
	Stütz Pfeiler		
	<b>SP 01 bis SP 27 (27 Ordner)</b>	Fotos	
	Fotos (3)		
<b>XVII</b>	Durchlass	Fotos	

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
Anhang

	Kanalsohlen		
	KS 002	Fotos	
	KS 007	Fotos	
	KS 009	Fotos	
	KS 010	Fotos	
	KS 011	Fotos	
	KS 012	Fotos	
	KS 100	Fotos	
	KS 101.1	Fotos	
	KS 104	Fotos	
	KS 107	Fotos	
	KS 109	Fotos	
	KS 112	Fotos	
	KS 115	Fotos	
	Zw. 6+7	Fotos	
	Zw. 10+11	Fotos	
	Fotos		
<b>XVIII</b>	Abdeckplatte	Fotos	
	Bergseite	Fotos	
	Durchlässe		
	Alte Leitung		
	DL 001 bis DL 052 plus DL 028A (53 Ordner)	Fotos	
	Junge Leitung		
	DL 001 bis DL 008 (8 Ordner)	Fotos	
	Kanalsohlen		
	AL		
	KS 002	Fotos	
	KS 004.1	Fotos	
	KS 005.1	Fotos	
	KS 008	Fotos	
	KS 012	Fotos	
	KS 014.1	Fotos	
	JL		
	KS 206	Fotos	
	KS 216	Fotos	
	KS 314.1	Fotos	
	KS 322	Fotos	
	KS 325	Fotos	
	KS 327.1	Fotos	
	KS 330	Fotos	
	KS 346	Fotos	
	KS 348	Fotos	
	KS 349.1	Fotos	
	KS 375.1	Fotos	
	KS 379	Fotos	
	KS 382	Fotos	
	KS 387	Fotos	
	Mauerversturz	Fotos	
	Mauerwerk-Detailaufnahmen		
	MW 220 JL	Fotos	
	MW 227-230 JL	Fotos	
	MW 331-333 JL	Fotos	
	Sinter- +Mauerversturz	Fotos	
	Steinbruch	Fotos	
	Stützfeiler		
	SP 001 bis SP 023 plus SP 004A und 004B (25 Ordner)	Fotos	

Realisierung eines GIS für den Değirmendere Aquädukt von Ephesos  
Anhang

	Fotos (3)		
	Fotos		
<b>XIX</b>			
	XIX. Becken	Fotos	
	XIX. Bypass 151	Fotos	
	XIX. Durchlässe		
	DL 001 AL		
	DL 001 JL bis DL 012 JL (12 Ordner)		Fotos
	XIX. Fotos	leerer Ordner	
	XIX. Kanalsohlen		
	12 – AL		
	108		
	194		
	199.1		
	211		
	225		
	XIX. Skizzen	1 Skizze	
	XIX. Stützpfiler		
	Stützpfiler bergseitig		
	SP 001 BS bis SP 008 BS (8 Ordner)		Fotos
	Stützpfiler talseitig		
	SP 001 bis SP 020 plus SP 001A (21 Ordner)		Fotos
	XIX. vor MK Brücke JL	Fotos	
	XIX. vor Zerstörung	Fotos	
<b>XX</b>			
	1.AL vor Strasse	Fotos	
	2.JL in Straßenböschung	Fotos	
	3.Einstieg Engerekli Tunnel		Fotos
	4.AL vor Biktik Brücke		Fotos
<b>XXI</b>			
	XXI. Becken JL	Fotos	
	XXI. DL 1 JL	Fotos	
	XXI. KS 109	Fotos	
	XXI. RP 1-5 – AL	Fotos	
	XXI. SP 1 JL	Fotos	
	Fotos (1)	Fotos	
<b>XXII</b>			
	Einlaufbecken Arwalya	Fotos	
	RP 1-3 nach Brücke	Fotos	
<b>XXIII</b>			
	Sondage 5-07 – JL	Fotos	
	Sondage 6-07 Auslaufbecken Arwalya		Fotos
	Sondage 7-07 – AL	Fotos	
	Fotos (4)		
<b>XXIV</b>	Fotos		
<b>XXV</b>			
	AL vor Stadt	Fotos	
	Durchlass		
	RP 31-32	Fotos	
	RP 39	Fotos	

Kanalsohlen		
14	Fotos	
16	Fotos	
42	Fotos	
49-52 mit SP	Fotos	
58	Fotos	
Sondagen 2007		
Sondage 1-07	Fotos	
Sondage 2-07	Fotos	
Sondage 3-07	Fotos	
Sondage 4-07	Fotos	
Stützpfeiler <b>RP 49-52</b>	Fotos	

## Ordnerstruktur der Brücken

### 01.Sürtekkemer

01.Fotos	Fotos	
01.Skizzen		Skizzen (2)

### 02. Kücükkemmer

Fotos		
-------	--	--

### 03.Baskemer

Details	Fotos	
Fotogrammetrie		
mit Sonne	Fotos	
Fotos		
Gewände	Fotos	
Handaufmass und <b>Umzeichnung</b>	Fotos	
Fotos		

### 04.Cumaaksam

Fotos		
-------	--	--

### 05.Zincirlikuyu

Fotos		
-------	--	--

### 06.Kocakelle

Fotos		
-------	--	--

### 07.Sabancik

Fotos		
-------	--	--

### 09.Killikdere

Fotos		
-------	--	--

### 10.Kirlangic

Fotos		
-------	--	--

### 11.Saklikemer

Fotos		
-------	--	--

### 12.Bahcecikcesme

Fotos		
-------	--	--

### 13.Bahcecik Bogaz

Fotos		
-------	--	--

### 14.Adamtolubogaz

Fotos		
-------	--	--

### 15.Sapudere

Fotos		
-------	--	--

### 16.Ceneviz

Fotos		
-------	--	--

### 17.Dilbalik

Fotos		
-------	--	--

### 18.Taskesinti

Fotos		
-------	--	--

### 19.Mecankuyu

Fotogrammetrie	Fotos	
Fotos		

### 20.Biktik

AL	Fotos	
----	-------	--

### 21.Arwalysesme

Fotos		
-------	--	--

### 22.Arwalya

Fotos		
-------	--	--

### 23.Pisidere

Fotos		
-------	--	--

### 24.Arapdere

Fotos		
-------	--	--

**Grundrisse** - Brücken + Tunnel GR **.pdf's** aus AutoCAD Plan (Brücken, Tunnel, Quelle...) **Zeichnung Ansichten**  
**gesamt** **.tif's** Zeichnungen **Brückenansichten**