

Integriertes Praktikum 2006: Ein touristisches Informationssystem für das Gestüt St. Johann

Die Schwäbische Alb ist seit jeher ein beliebtes Ausflugsziel für Wochenendurlauber und Freizeitsportler. Vor dem Hintergrund steigender Übernachtungszahlen innerhalb Deutschlands soll das Naherholungsgebiet Schwäbische Alb auch im überregionalen Tourismus attraktiv vermarktet werden.

Das Gestüt St. Johann, auf der Schwäbischen Alb in unmittelbarer Nähe des Ortes Würtingen und des Albtraufs gelegen, soll zu einem touristischen Zentrum ausgebaut werden. Um den erwarteten Gästen höchstmöglichen Komfort zu bieten, soll in diesem Zuge ein touristisches Informationssystem angelegt werden. Dieses soll den künftigen Nutzern die Möglichkeit geben, sich zum Einen anhand einer realistischen dreidimensionalen Visualisierung innerhalb des Gestütsgeländes zu orientieren, zum Anderen ihre touristischen Aktivitäten wie Reiten oder Inline-Skaten anhand des vorliegenden Datenbestands zu planen.

Um St. Johann auch für den touristischen Fernverkehr attraktiv zu machen, ist außerdem eine Seilbahn zur Überwindung des Albaufstiegs angedacht. Hierfür sind zunächst eine Planung durchzuführen und mittels präziser Messungen die für den Seilbahnbau relevanten Bauwerke vor Ort abzustecken.

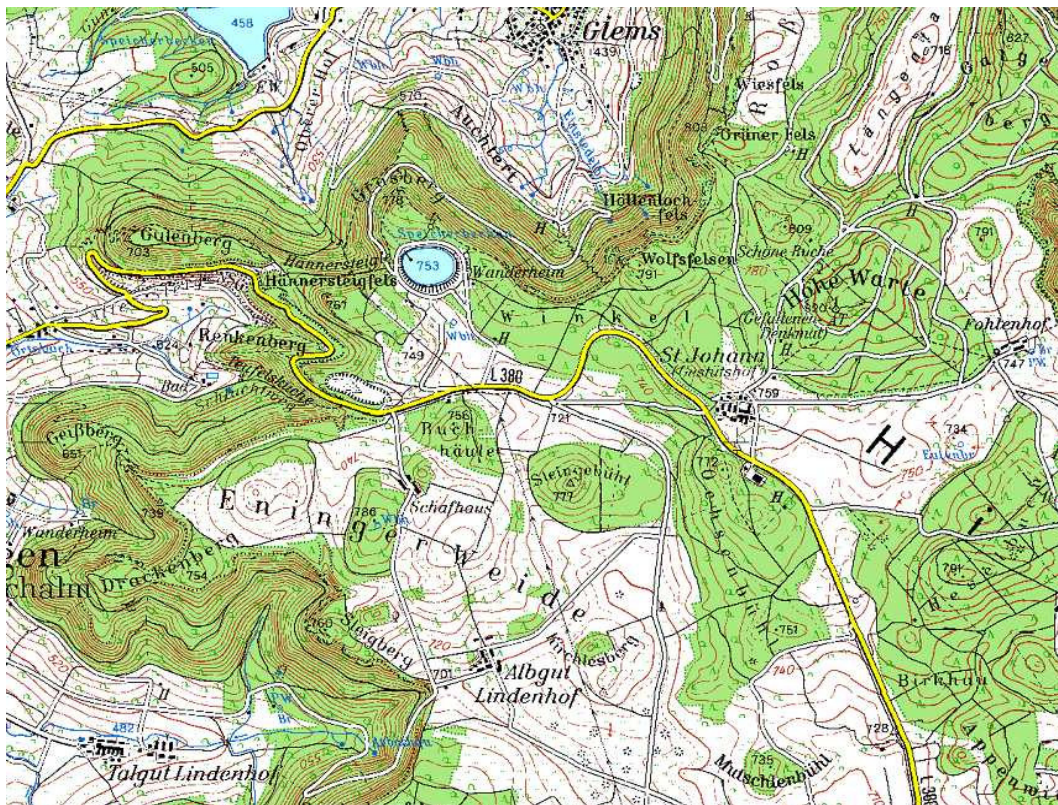


Abb. 1: Gestüt St.Johann und Umgebung

Unsere Aufgabe, der Aufbau eines touristischen Informationssystems mit paralleler Planung einer Seilbahn, erfordert eine Dreiteilung der Datenerfassung in:

- kleinräumige Aufnahme des Gestüts,
- großräumige Aufnahme der Umgebung,

- präzise Messungen zur Planung der Seilbahn.

Die gesamten Messaufgaben setzten ein geodätisches Grundlagenetz voraus. Alle Daten wurden schlussendlich in attributierter Form in einem geografischen Informationssystem (GIS) zusammengestellt und visualisiert.

Durchführung der Messaufgabe

1 Übergreifende Projekte

Die drei oben beschriebenen Messaufgaben konnten im Wesentlichen getrennt voneinander bearbeitet werden. Zwei Aspekte jedoch spielten für alle drei Aufgabenteile eine wichtige Rolle. Dies waren: das Grundlagenetz sowie ein Digitales Geländemodell des gesamten Gebietes.

1.1 Photogrammetrische Ableitung eines digitalen Geländemodells

Digitale Geländemodelle (DGM) dienen der Beschreibung der aktuellen Geländetopografie und bieten die optimale Basis eines Geoinformationssystems.

Aus vorhandenen Luftbildern sollte für das Untersuchungsgebiet ein solches DGM abgeleitet werden. Auf Basis des DGMs ließ sich dann sofort ein Orthophoto generieren.

DGM und Orthophoto lagen damit als Basisinformationen vor und konnten somit nicht nur für das spätere GIS verwendet, sondern auch schon für die Planungen der anderen Teilprojekte herangezogen werden.

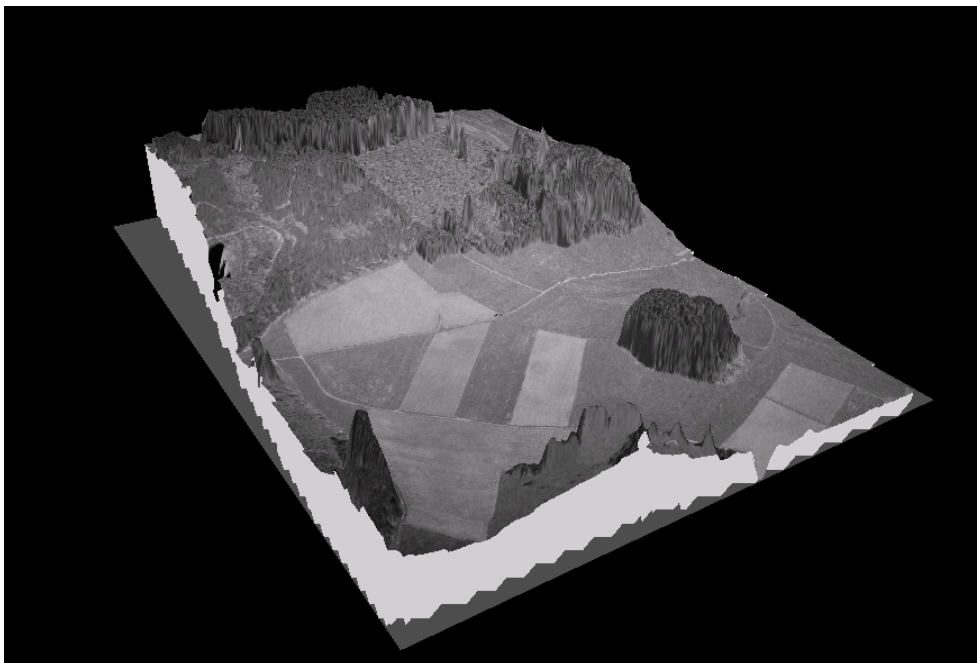


Abb. 2: Photogrammetrisches DOM aus den Luftbildern 1989

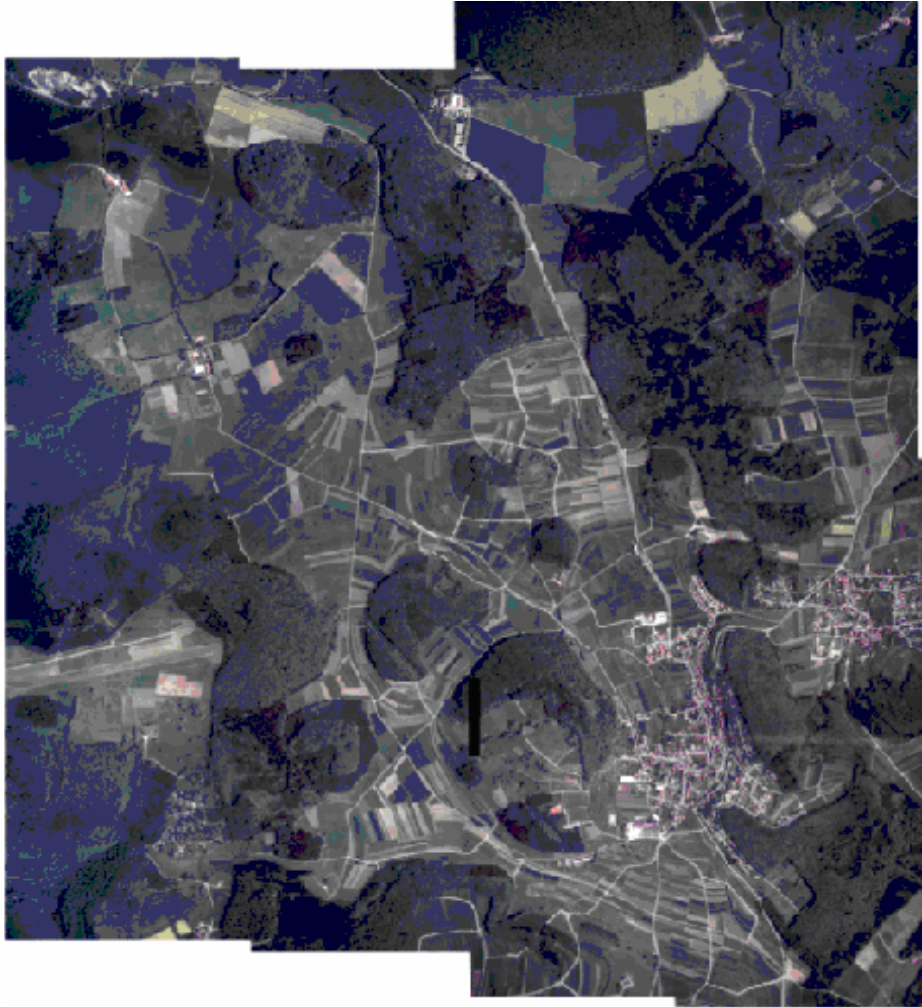


Abb. 3: Orthophotomosaik

1.2 Grundlagennetz

Um die Detailaufnahmen der nachfolgenden Teilprojekte sowie die Absteckung der Seilbahnbauwerke zu ermöglichen, wurde ein Grundlagennetz für das gesamte Messgebiet erstellt. Dieses konnte am einfachsten mit Hilfe des Global Positioning Systems (GPS) geschehen. Das Ergebnis waren dreidimensionale Koordinaten, die zunächst im WGS84 vorlagen. Die Höhenkomponente war dabei rein geometrisch beschrieben und basierte nicht auf der physikalischen Realität. Aus diesem Grunde wurde zusätzlich ein schleifenförmiges Höhennetz gemessen, das die Messverfahren Nivellement und Gravimetrie einschloss. Die dreidimensionalen Koordinaten wurden folglich um einen schwerebezogenen Höhenwert erweitert.

Die ausgewählten Punkte wurden eingemessen und im Rahmen der Nachbearbeitung in das Rauenberg-Datum transformiert. Der so erhaltene Transformationsparametersatz konnte auf die GPS-Empfänger aufgespielt werden. Mit diesem Koordinatensystem war es möglich, im Feld aus der Aufnahme, die mit GPS-RTK durchgeführt wurden, direkt lokale Gauß-Krüger-Koordinaten zu erhalten.



Abb. 4: Aufbau des GPS-Empfängers

Das Ziel des Feinnivellements war die Höhenbestimmung durch die Messung des Höhenunterschiedes zwischen zwei Punkten. Mit den gemessenen Schwerewerten erfolgte dann die Korrektur der Höhen dieser Punkte. Insgesamt sollte einerseits der Höhenunterschied zwischen einem bekannten Höhenbolzen in der Nähe des Talgut Lindenhof und des Albraufs bestimmt werden. Andererseits war der Höhenunterschied zwischen 2 Punkten in unmittelbarer Nähe des Gestüts zu ermitteln.



Abb. 5: Gravimetrie



Abb. 6: Feinnivellement

2 Seilbahnplanung

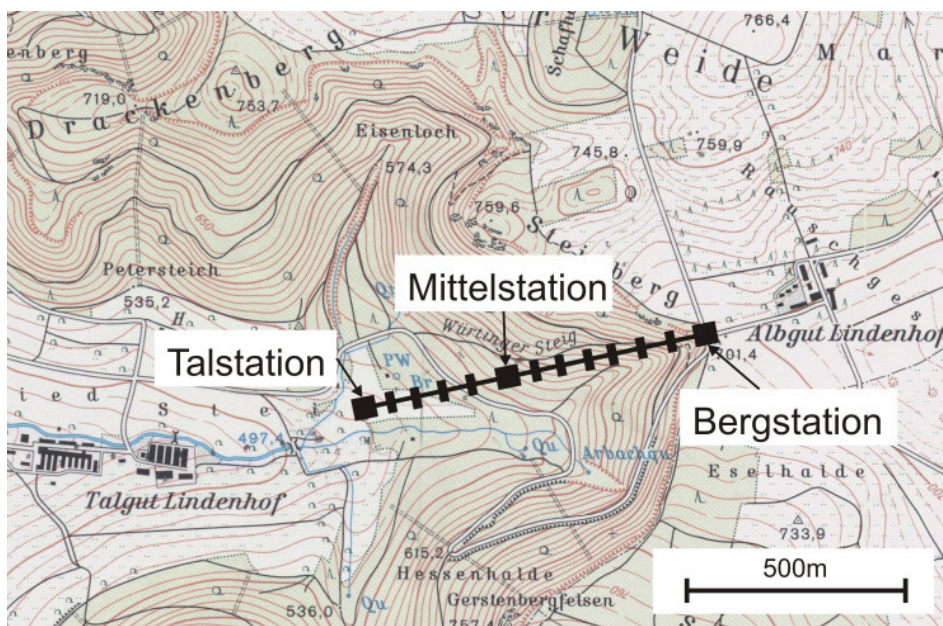


Abb. 7: Seilbahnplanung

Die Geometrie der Seilbahn ist aus Planungen eines Bauingenieurbüros bekannt. Zur späteren Übertragung dieser Geometrie ins Gelände waren zunächst die abzusteckenden Koordinaten für das Koordinatensystem des Grundlagentznetzes zu berechnen. Anschließend war das Grundlagentznetz zu verdichten, um die Absteckung vor Ort realisieren zu können und geeignete Instrumentenstandpunkte zu finden. Die eigentliche Absteckung erfolgte mittels Tachymetrie oder RTK-GPS in Abhängigkeit von den Limitierungen aufgrund der Topographie und der Bewaldung.

Das unter Punkt 1.2 erstellte Netz wurde als Grundlage objektpunktnaher Verdichtungspunkte genutzt. Die Punkte waren sowohl für Tal- und Bergstation als auch für die Pfeiler der geplanten Seilbahn zu bestimmen. Die Auswahl des Messverfahrens erfolgte nach Kenntnis der örtlichen Gegebenheiten. Neben der Auswahl eines an die äußeren Bedingungen angepassten Messverfahrens zur Absteckung, waren auch die vorliegenden bauwerksbezogenen Koordinaten in ein zur Absteckung relevantes System zu transformieren.



Abb. 8: Seilbahnabsteckung der Bergstation



Abb. 9: Seilbahnabsteckung der Talstation

3 Kleineräumige Gebietsaufnahme

Ziel dieses Aufgabenteiles war es, die Gebäude des Gestütshofes dreidimensional zu erfassen und möglichst detailgetreu und realitätsnah in ein GIS abzubilden. Dazu wurden neben photogrammetrischen Methoden, Laserscanning, Tachymetrie und GPS-Messungen eingesetzt.

3.1 Lokale Verdichtung des Grundlagenetzes

Das unter Punkt 1.2 angelegte Grundlagenetz war im Bereich des Gestütshofes lokal zu verdichten.

Dazu wurden GPS-Messungen im kinematischen Echtzeitmodus (RTK) sowie tachymetrische Messungen an nicht GPS-tauglichen Punkten genutzt.

Für die nachfolgende Aufnahme der Gestütsgebäude war sicherzustellen, dass speziell für die freie Stationierung mit Tachymetern jeweils mindestens 3 Verdichtungspunkte in Sichtweite sein mussten. Deshalb bestimmten wir zuerst die Verdichtungspunkte zusammen. Nach der Auswahl der Punkte wurde auf jedem Punkt ein Holzpflöck eingeschlagen, und gleichzeitig markierten wir daneben die entsprechende Punktnummer mit Farbe.

Ausgehend von den koordinatenmäßig bestimmten Neupunkten wurden die Tachymeterstandpunkte mittels RTK oder mittels tachymetrischer Messungen bestimmt. Für die Aufgaben kam unter anderem das GPS-Tachymeter „Smartstation“ zum Einsatz.

Verdichtungsnetz
A.P.3.1



Tachymeter



GPS

Bestimmung von
Passpunkten
A.P.3.2.1



Standpunkte

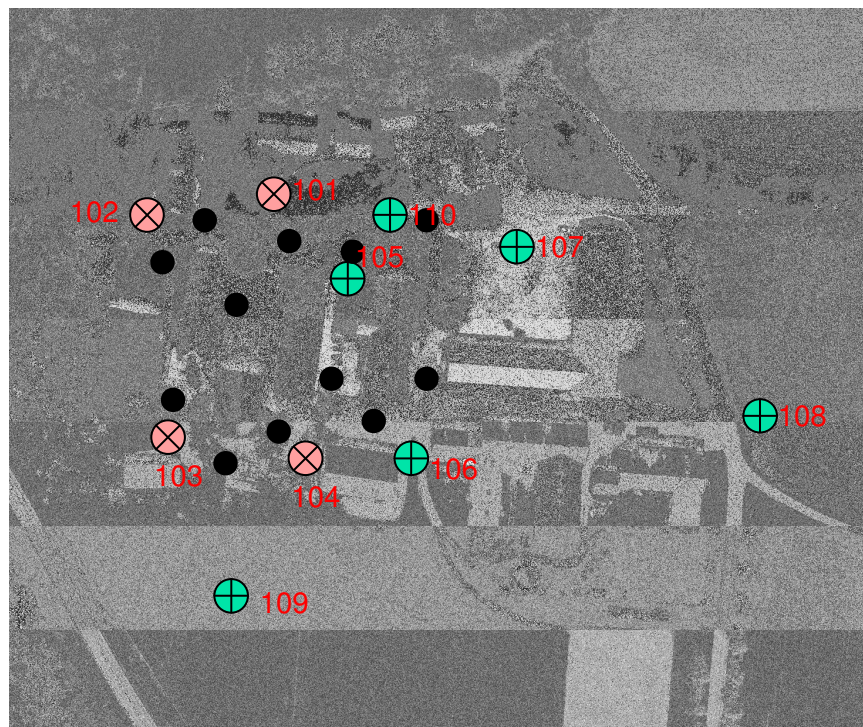


Abb. 10: Übersicht des Gestütes

3.2 Aufnahme der Gestütsgebäude

Mit Hilfe von tachymetrischen Messungen wurden Häuserecken und sonstige markante Objekte sowie Passpunkte punktweise erfasst. Die Positionierung des Messgerätes wurde dabei vorwiegend auf den verdichteten Netzpunkten vorgenommen oder über freie Stationierung ermittelt.

Als weiteres Erfassungsverfahren bot die Nahbereichsfotogrammetrie hingegen die Möglichkeit, mit einer hochauflösenden Digitalkamera die Gebäude flächenhaft aufzunehmen und aus den Bildern die polygonale Gebäudegeometrie zu rekonstruieren. Alternativ konnten mittels terrestrischer Laserscannermessungen die Häuserfassaden direkt dreidimensional erfasst werden.

Die Orientierung der Aufnahmen von verschiedenen Standpunkten erfolgte durch die Transformation anhand gemessener Zielmarken.

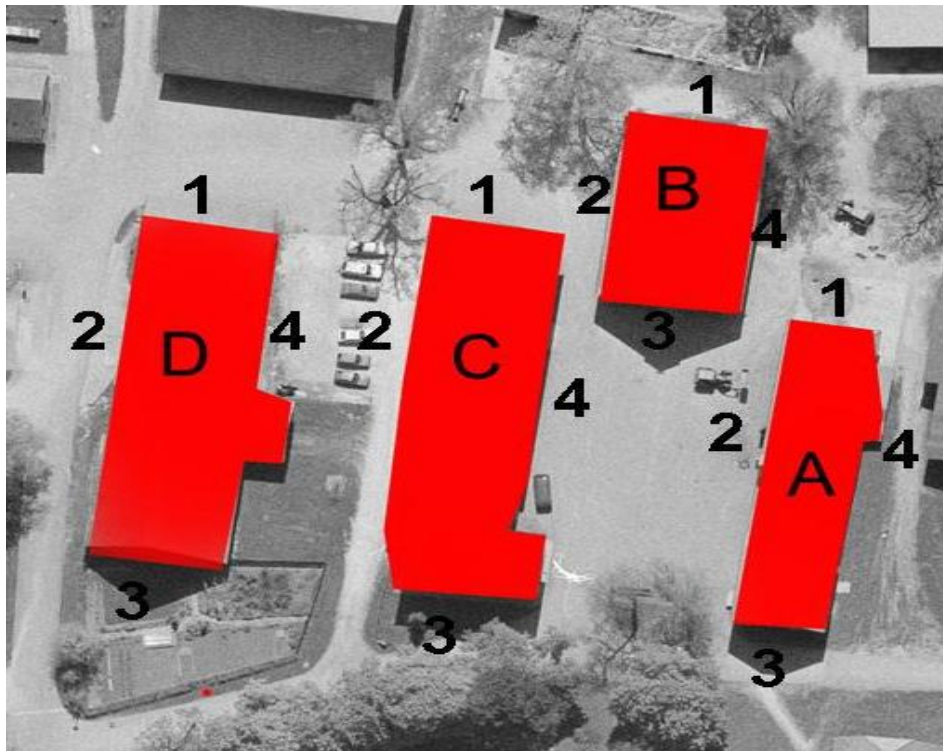


Abb. 11: die 4 gewählten Gebäude

Die Aufnahmen der Gebäude erfolgten mit der Kamera Nikon D2x, danach wurden die Bilder mit dem Programm PhotoModeler ausgewertet.

Zur Auswertung der Bilder wurden in einem ersten Schritt alle Bilder eines Gebäudes über Verknüpfungspunkte zusammengefügt. Die Punkte wurden jeweils in mindestens zwei Bildern von Hand gemessen.



Abb. 12: Gebäude B

Die Flächen dieser Drahtgittermodelle konnten nun über das Programm PhotoModeler texturiert werden. Die entsprechenden Texturen wurden aus den Bildern entnommen.

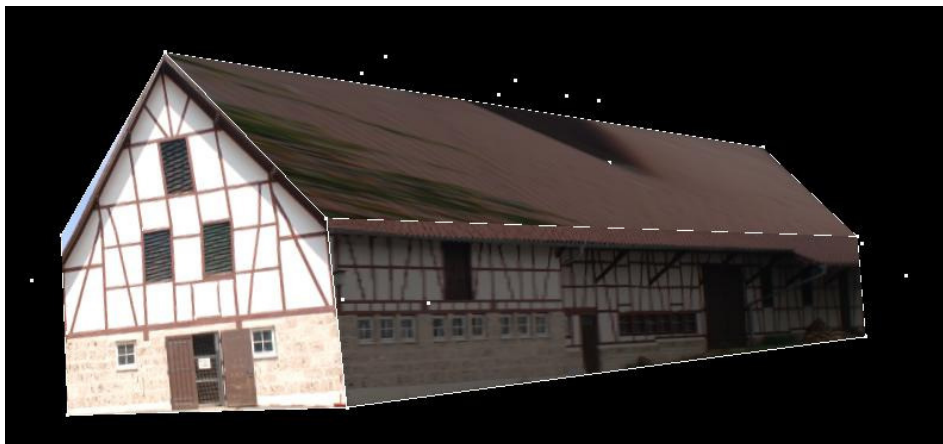


Abb. 13: texturiertes 3D- Modell des Gebäudes D

Laserscanning kann Oberflächenstrukturen und 3D-Körper vermessen, die schließlich am Rechner wieder in 3D Modelle umgesetzt werden. Mittels Laser werden die Oberflächen von Körpern und Räumen digital erfasst. Dabei entsteht eine diskrete Menge von 3D-Abtastpunkten, die als Punktwolke bezeichnet werden, dies nennt man Rekonstruktion der Gebäudegeometrie aus Punktwolken.

Im Plan wurden 4 Gebäude im Gestüt von St. Johann aufgenommen, leider funktionierte der Laserscanner nicht immer gut. Deswegen wurden nur 3 Gebäude vermessen.



Abb. 14: Aufbau des Laserscanners HDS3000

Dann wurde ein 3D Modell eines Gebäudes in einem eigenen lokalen Koordinatensystem mittels Software Cyclone 5.2 erzeugt.

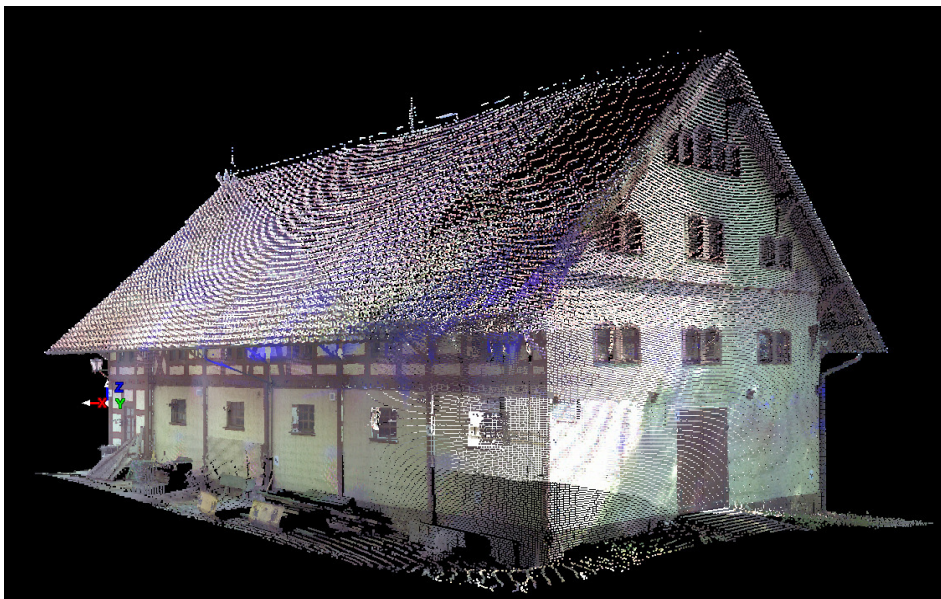


Abb. 15: 3D Modell von Gebäude B

Danach wurden die 3 Gebäude im Gauß-Krüger Koordinatensystem in ein gesamtes, georeferenziertes 3D Modell eingebunden.

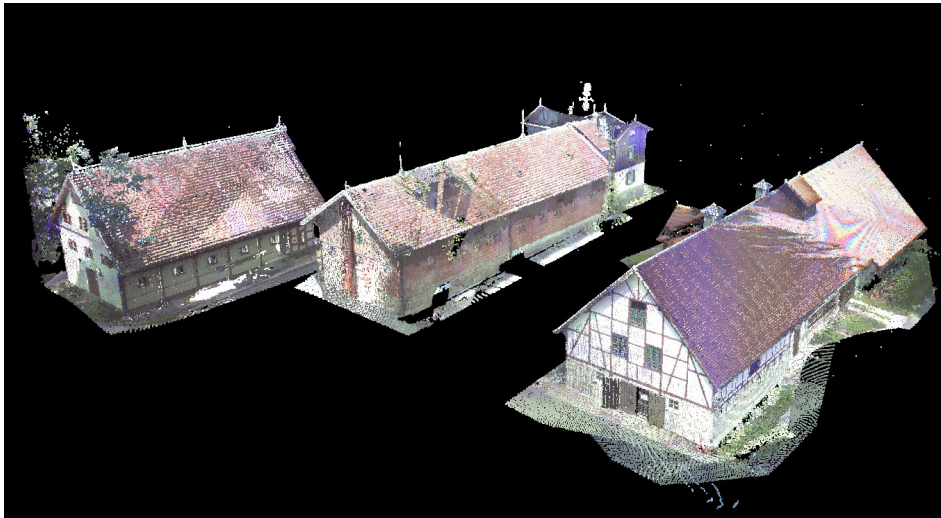


Abb. 16: gesamtes georeferenziertes 3D Modell

4 Großräumige Gebietsaufnahme

Ziel dieses Aufgabenteils war die Aufnahme von befahrbaren und begehbaren Wegen mittels kinematischer Erfassungsmethoden. Dazu wurden satellitengestützte sowie inertiale Methoden eingesetzt.

4.1 Kinematische Erfassung des Wegenetzes und Attributierung im Felde

Im Zuge der Erstellung des Tourismus-Informationssystems war es angedacht, den Touristen Informationen über verfügbare Wander-, Rad-, Inlineskate- und Reitwege, deren Lage, Höhenprofil und Länge virtuell zur Verfügung zu stellen. Des Weiteren sollten ebenfalls markante Punkte der näheren Umgebung unter Angabe ihrer Funktion in das GIS aufgenommen werden. Um dies flächendeckend und zügig bewerkstelligen zu können, wurde eine kinematische Aufnahme durchgeführt. Diese erfolgte mittels eines integrierten Navigationssystems, das aus den beiden Komponenten GPS und Inertialmesssystem (INS) bestand und in einem Messfahrzeug montiert war. Für nicht befahrbare Wege waren alternative Erfassungsmethoden vorzuschlagen und einzusetzen. Die Erfassung der Attribute wurde unter Nutzung eines Laptops in einer Excel-Tabelle umgesetzt, die mittels geeigneter Schnittstellen im Büro in das GIS zwecks Visualisierung und Analyse zu übertragen war.

Das im Bus des Navigationsinstituts integrierte Navigationssystem wurde benutzt, um die kinematische Aufnahme der Wege durchzuführen.



Abb. 17: Fahrzeugkoordinatensystem



Abb. 18: Datenauswertung

Anhand des vorliegenden topographischen Kartenmaterials sollte die kinematische Aufnahme des Wegenetzes im Vorfeld geplant werden.

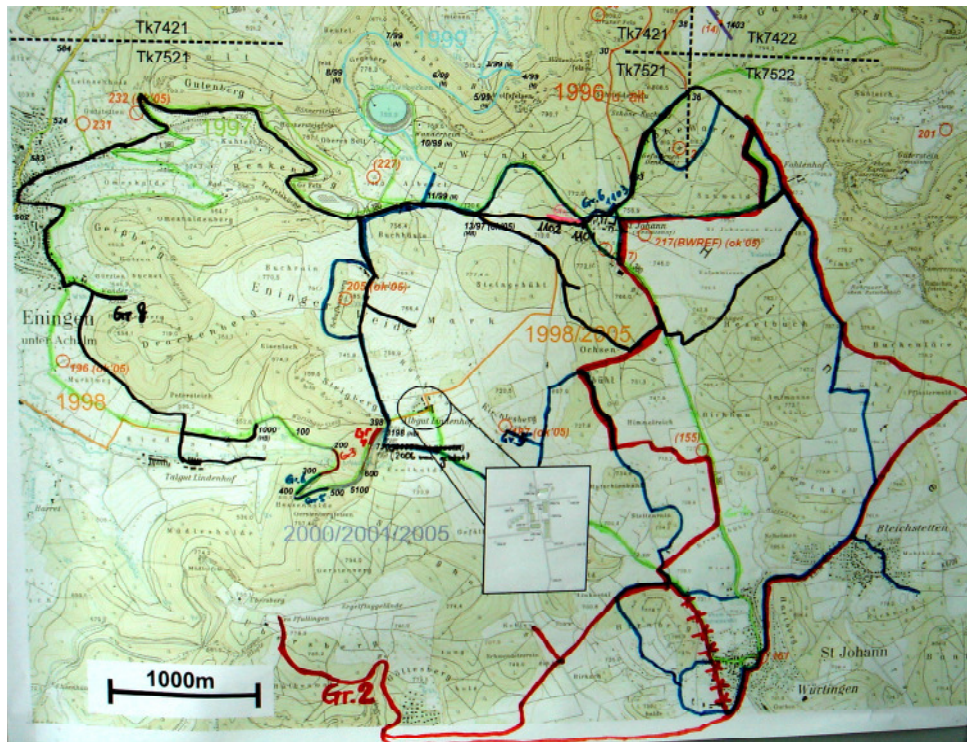


Abb. 19: Photo der Karte, auf der die gefahrene Route dargestellt wird

Zusammenfassend kann man sagen, dass in Freisicht-Gebieten wegen der Verfügbarkeit von GPS die Genauigkeit von Positionen im Dezimeterbereich bleiben konnte. In Waldgebieten funktionierte häufig nur die Inertialmesseinheit und der Positionsfehler nahm mit der Zeit quadratisch zu. Um dieses Problem zu lösen wurden die Daten in zwei Richtungen prozessiert. Der maximale Positionsfehler in diesen Bereichen konnte auf 30m (je nach dem Zeitintervall, z.B. 26m entspricht ca. 800 Sekunden ohne GPS Signal) reduziert werden.

GPS + IMU ist eine effiziente Methode, um ein Gebiet schnell zu erfassen, wenn keine hohen Anforderungen an die Genauigkeit gestellt werden.

4.2 Evaluierung der kinematischen Erfassung

Neben kurzzeitigen (Einzel-)Satellitenverlusten durch einzeln stehende Bäume, Häuser etc. waren aufgrund der starken Bewaldung des zu vermessenden Gebietes auch streckenweise totale Abschattungen des GPS-Signals zu befürchten. In beiden Fällen entfiel die stützende Funktion des GPS und das Inertialmesssystem war vollkommen auf sich allein gestellt. Dadurch kam es zu Genauigkeitsverlusten bei der Positionsbestimmung, die u.A. abhängig vom Grad der Abschattung und deren Dauer waren.

Mit Hilfe unabhängiger Messungen und anhand ausgewählter Streckenabschnitte sollte die Genauigkeit der Daten der kinematischen Aufnahme daher überprüft werden. Die Evaluierung erfolgte mittels Tachymetrie und GPS.

An markanten, eindeutig identifizierbaren Punkten wurde die kinematische Erfassung des Wegenetzes mittels präziser tachymetrischer Methoden kontrolliert. Zur Ermittlung von Genauigkeits- und Zuverlässigkeitsmerkmalen war ein Testkonzept zu entwerfen.

Die erhaltenen Genauigkeiten waren bezüglich Systematiken zu analysieren und gemeinsam mit den gemessenen Koordinaten dem AP 5 in einem geeigneten Format zur Verfügung zu stellen.

In nicht abgeschatteten Bereichen war es möglich, die Messungen der kinematischen Aufnahme auch mittels lang- oder kurzzeit statischer GPS-Messungen zu überprüfen. Dadurch konnte die unter guten Bedingungen erreichbare Genauigkeit der Integrierten Navigationslösung evaluiert werden. Zur Kontrolle der relativen und absoluten Genauigkeiten der integrierten Navigationslösung war ein Konzept zu entwerfen.



Abb. 20: Referenzstation- GPS Messung



Abb. 21: Roverstation- GPS Messung

5 Ergebnis-Visualisierung und Analyse

Die in diesem Teilprojekt zusammengefassten Aufgaben dienten der abschließenden Aufbereitung und Visualisierung der Messungen und Absteckungsergebnisse bis hin zum Einsatz in einem mobilen GIS.

5.1 Visualisierung und Analyse der Daten

Ein Geografisches Informationssystem(GIS) bot komplexe Werkzeuge zur Präsentation und Analyse von digitalen Datenbeständen.

Daher waren die erfassten Daten der verschiedenen Arbeitspakete projektbegleitend in ein GIS eingearbeitet.

Die untere Abbildung ist eine Übersicht des Grundlagenetzes. Die Position jedes Referenzpunktes ist in diesem Bild dargestellt. Die Koordinaten der Referenzpunkte wurden mit Hilfe von GPS gemessen. Das Ergebnis sind dreidimensionale Koordinaten.

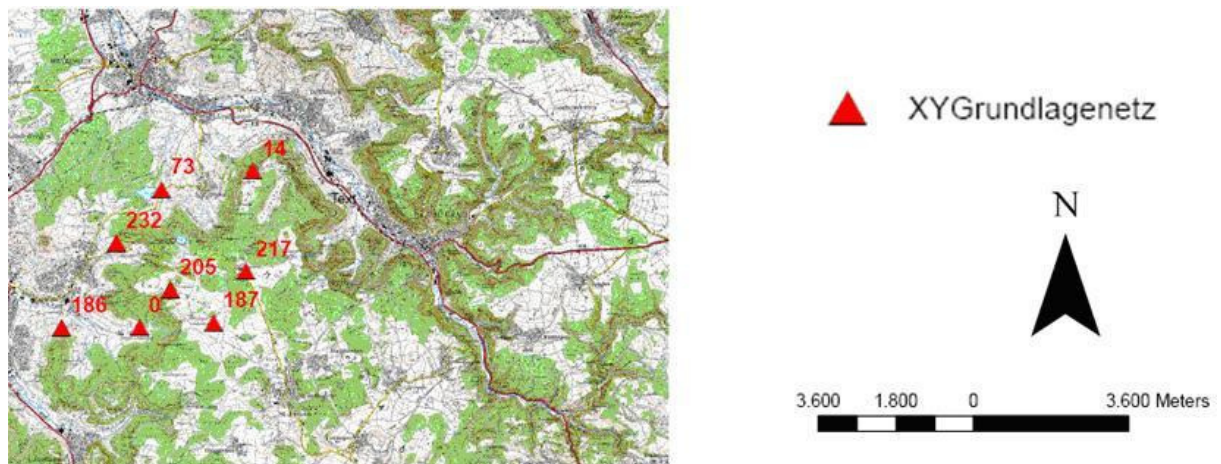


Abb. 22: Grundlagenetz

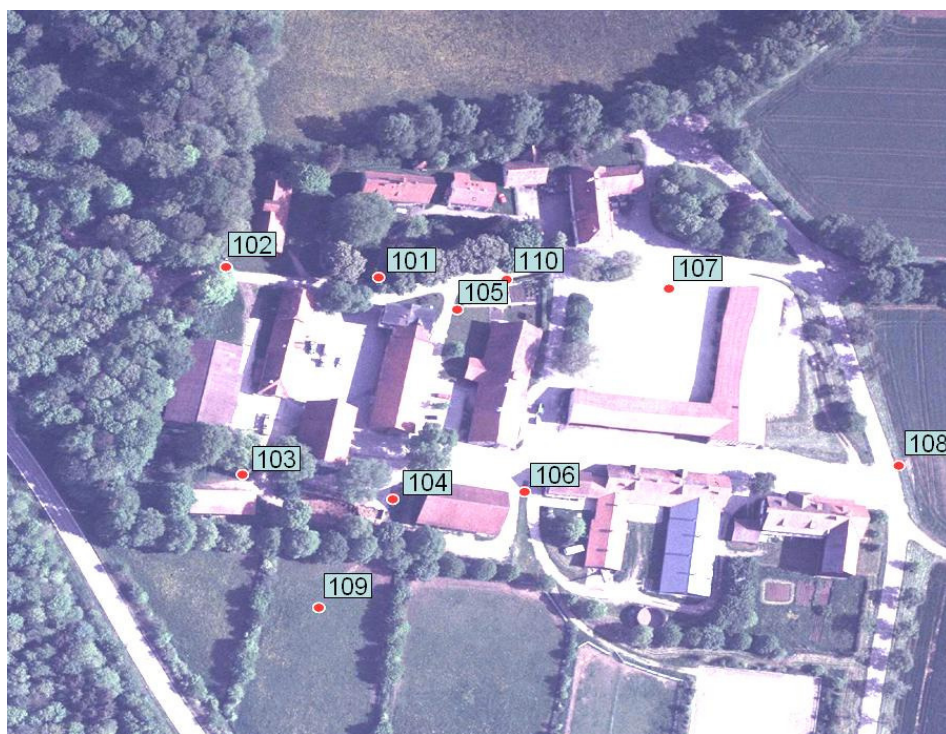


Abb. 23: lokale Verdichtung des Grundlagenetzes

Die folgende Abbildung zeigt uns das von drei Gruppen gemessene Wegenetz

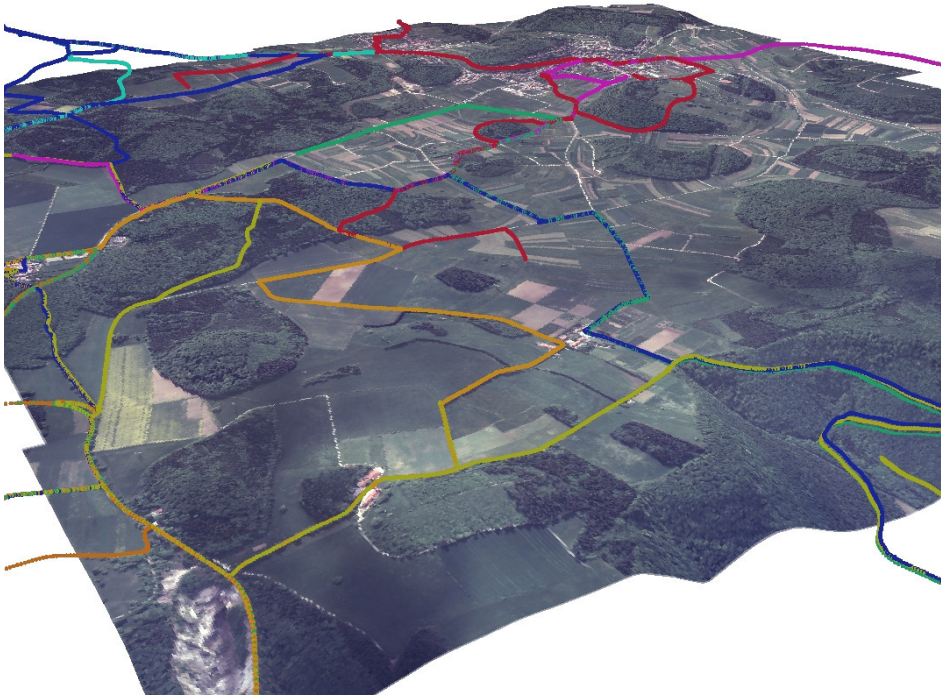


Abb. 24: gemessene Wegnetze

Im Rahmen des Praktikums wurde eine Trajektorie mit PDA und GPS-Maus gemessen. Der Vergleich mit Trajektorien aus dem Messbus zeigte, dass die Daten vom PDA nicht ganz identisch zu den anderen Messfahrten waren. Die Punkte, die mit dem PDA gemessen wurden, lagen nicht genau auf dem Weg.

Außerdem gab es große Unterschiede zwischen den Höhen. Die Höhen aus der PDA-Messung waren im Allgemeinen ca. 60m höher als die Höhen, die mit Messbus erfasst wurden.

5.2 Einsatz des Informationssystems

Zum Abschluss des Integrierten Praktikums sollte das touristische Informationssystem (TIS) in der Praxis getestet werden und zwar mit Hilfe eines mobilen - auf einem PDA befindlichen – GIS. Dazu verwendete Software war ArcPad.

Da PDAs im Vergleich zu herkömmlichen PCs geringere Speicherkapazitäten aufweisen, sollten wir die Daten von Kinematikaufnahmen bzw. von GPS Maus komprimieren, indem die aufgenommenen Punkte mit bestimmter Software auszudünnen waren.



Abb. 25: GPS Maus und PDA

Vergleich der Punktaufnahmen zwischen Kinematik und PDA-GPS Maus



- Punktaufnahmen durch Kinematik
- Punktaufnahmen mit PDA-GPS Maus

Abb. 26: Vergleich der Punktaufnahmen zwischen Kinematik und PDA-GPS Maus

Bei der Trajektoriemessung mit PDA-GPS Maus betrug die Genauigkeit nach der Umfeldbedingung 1m-3m. Vergleichsweise waren die Messwerte von kinematischer Messung genauer als die mit PDA-GPS Maus. Aber die Vorteile von PDA-GPS Maus Messung sind günstiger und einfacher.

Erzeugung eines touristischen Informationssystems:

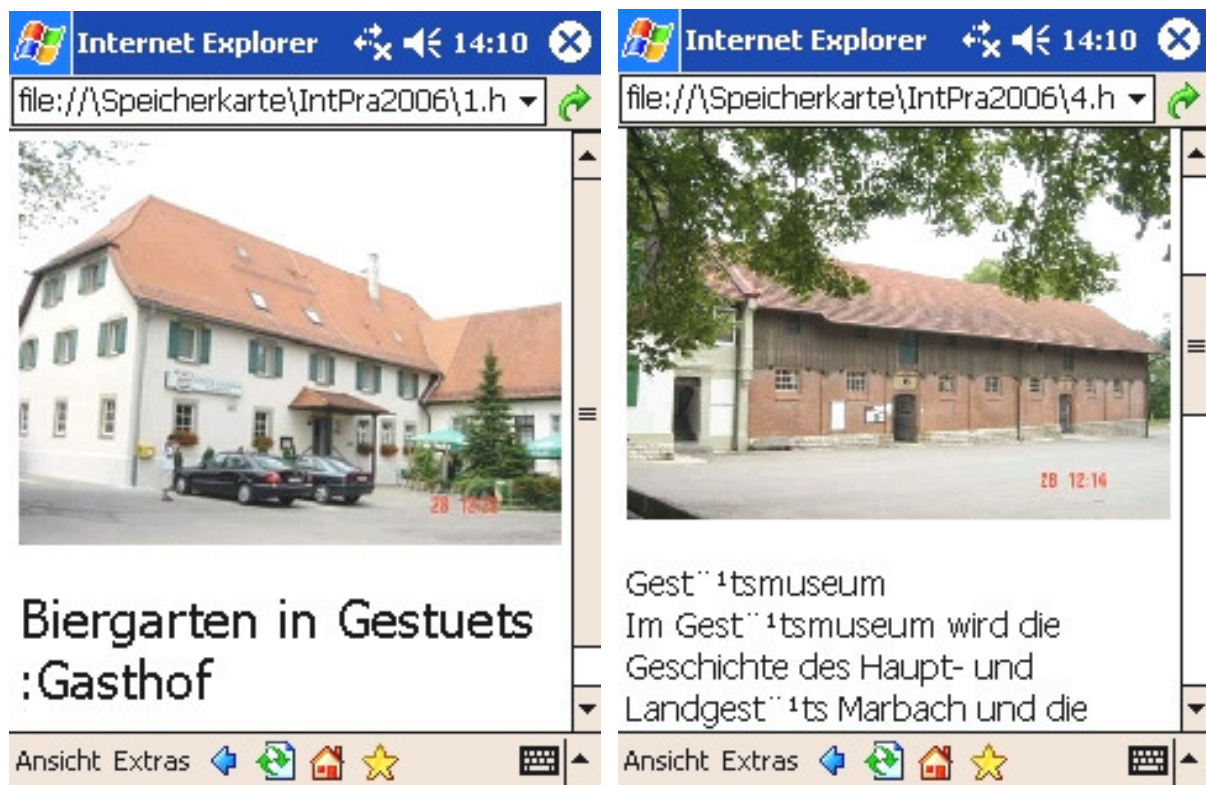
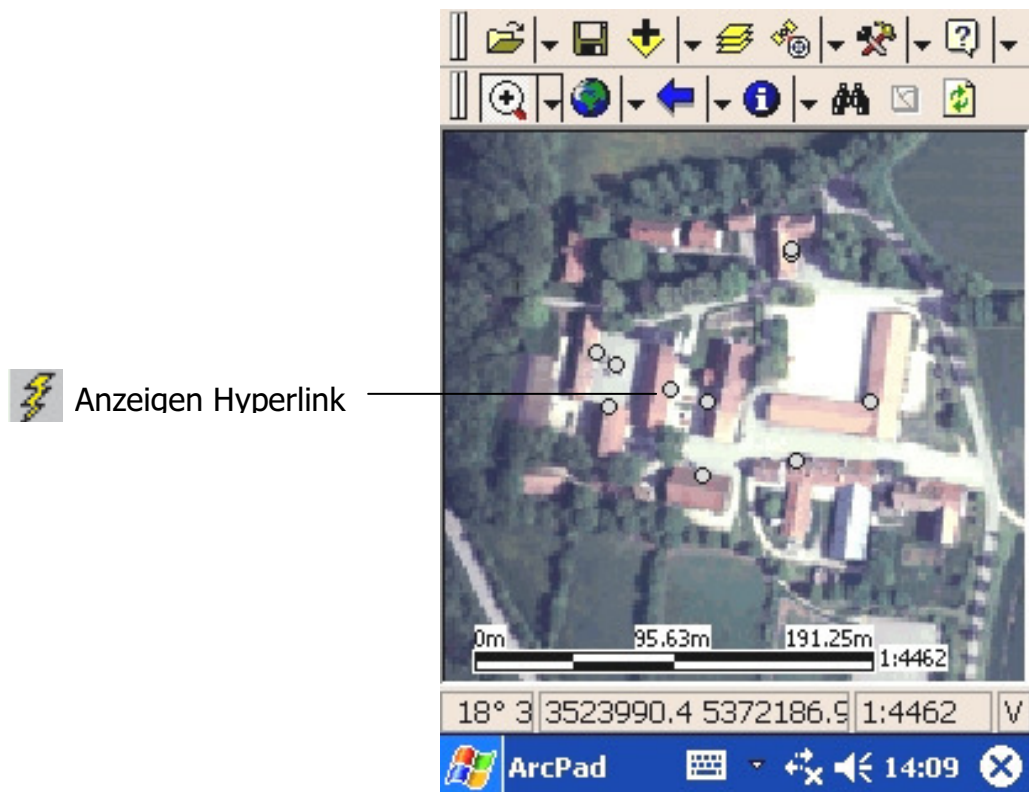


Abb. 27: touristisches Informationssystem

Wenn alle Arbeitsschritte abgeschlossen sind, kann man mit dem PDA die Fotos und die Beschreibung der Gebäude und Standorte anschauen. Die digitalisierte Karte zeigt die Information der nächstgelegenen Objekte, z.B. Café oder Hotel.

Die Visualisierung unserer endgültigen Ergebnisse konnte nicht nur in PDA sondern auch am PC realisiert werden.

Zusammenfassung

Trotz mancher Probleme, die in der Praxis auftreten, haben wir unser Ziel erreicht. Die gesammelten Daten wurden in attributierter Form in einem geografischen Informationssystem (GIS) zusammengestellt und visualisiert und die Fundamente der Seilbahn erfolgreich abgesteckt. Wir hatten dabei die Möglichkeit die bisher erlernten Vermessungsmethoden und deren Auswertung anzuwenden. Während dieses Praktikums konnten wir unsere Kenntnisse wesentlich verbessern und unsere praktische Erfahrung vergrößern. Daher ist das Praktikum aus studentischer Sicht erfolgreich verlaufen. Last but not least geht im Namen aller Studenten ein herzlicher Dank an unsere engagierten Betreuer.

Die in diesem Teilprojekt zusammengefassten Aufgaben dienen der abschließenden Aufbereitung und Visualisierung der Messungen und Absteckungsergebnisse bis hin zum Einsatz in einem mobilen GIS.