

Fussballspieler Tracking



Reto Brühwiler

Betreuer: Prof. Dr. P. Heinzmann

Experte: Dr. Th. Siegenthaler

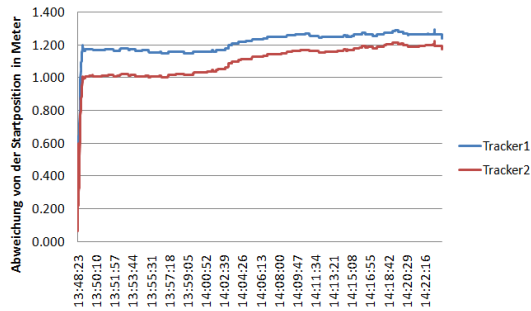
Projektpartner: cnlab AG Rapperswil

Bachelorarbeit Frühjahrssemester 2010

Themengebiet Internet-Anwendungen

Aufbau :
- Tracker nebeneinander
- ideale Bedingungen

Stationäre Messung



Ergebnis Messung:

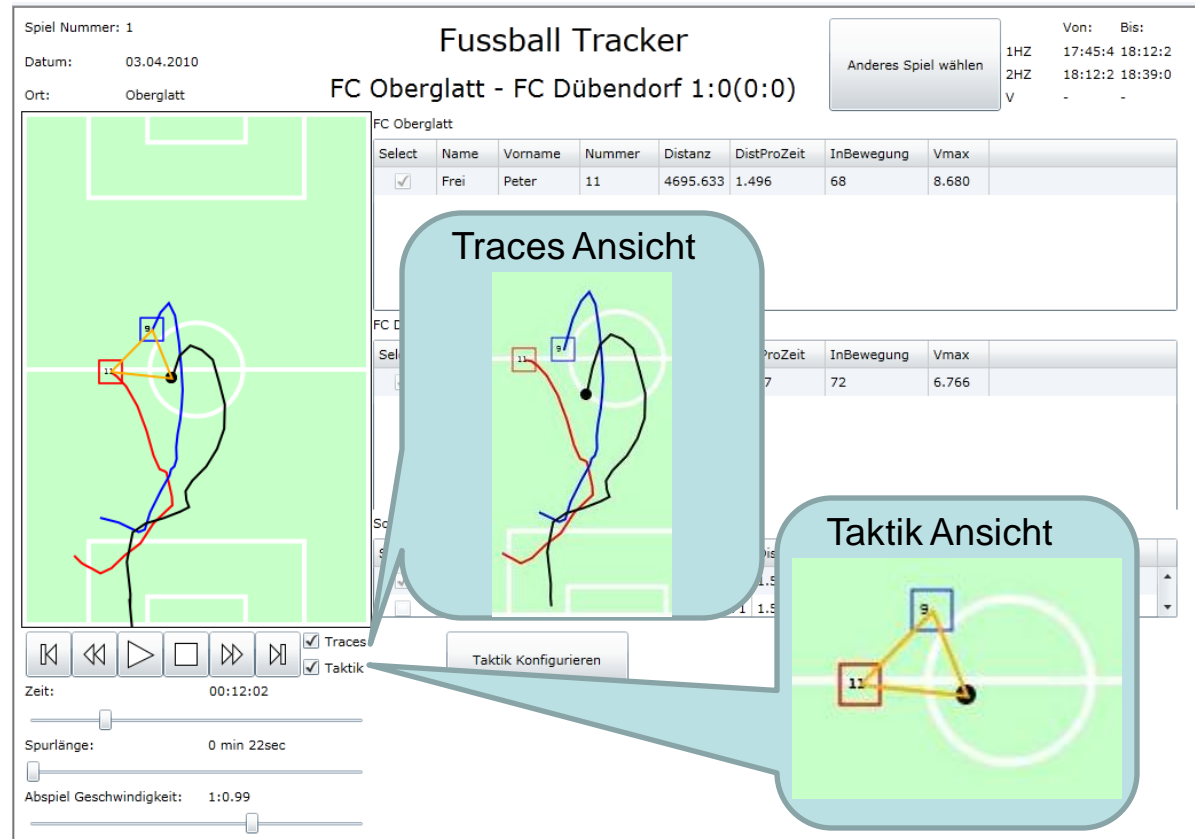
- Ungenau Startphase (bis 30 min)
- Gute Korrelation (einige cm)

Erkenntnisse:

- Tracker korrelieren gut wenn nahe beieinander
- Nutzen günstiger Referenz Stationen unklar
- Genauigkeit ausreichend bei guten Empfangsbedingungen

Fazit:

- Erfahrungen mit verschiedenen Darstellungsarten gesammelt
- Silverlight ist geeignet für solche Aufgaben:
- Anwendung wurde auch in Java Script (cnlab.ch/fussball) entwickelt. Stösst jedoch an Leistungsgrenze des Browsers.



Technologien:



C#

Fussballspieler Tracking

Bachelorarbeit

Abteilung Informatik
Hochschule für Technik Rapperswil

Frühjahrssemester 2010

Autor:	Reto Brühwiler
Betreuer:	Prof. Dr. Peter Heinzmann
Projektpartner:	cnlab AG Rapperswil, Th Bruhin
Experte:	Dr. Th. Siegenthaler
Gegenleser:	Prof. Dr. Markus Stolze

Aufgabenstellung des Betreuers

Fussballspieler Tracking

Studiengang:	Informatik (I)
Semester:	Frühjahrssemester 2010
Durchführung:	Bachelorarbeit
Fachrichtung:	Internet- Technologien und -Anwendungen
Studierender:	Reto Brühwiler
Betreuer:	Prof. Dr. P. Heinzmann
Korreferent:	Prof. Dr. M. Stolze
Experte:	Dr. Th. Siegenthaler
Ausschreibung:	<p>Es gibt verschiedene Ansätze, um die Laufstrecken von Mannschaftssportlern aufzuzeichnen. Anhand der Daten können Spielsituationen aufgezeichnet, taktische Analysen durchgeführt oder Leistungsdaten pro Spieler aufgezeigt werden. Professionelle Systeme basieren auf Bildverarbeitungs- oder Ultra Wide Band Systemen. Ihre Kosten liegen in der Grössenordnung 100kFr. Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wird ein GPS-basiertes, kostengünstiges (<10kFr) System für Fussball-Amateurvereine realisiert.</p> <p>Unter anderem sind folgende Teilaufgaben zu erledigen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Untersuchung verschiedener Ansätze zur Verarbeitung/Optimierung der GPS-Daten - Realisierung von Lösungen zum effizienten Auslesen der Daten aller Spieler einer Mannschaft - Visualisierung der Daten (Laufstrecken, Geschwindigkeit, Position, taktische Analysen) - Administrative Unterstützung zur Durchführung von Messungen mit verschiedenen Mannschaften - Praxistests mit Mannschaften <p>Referenzen: http://www.castrolfootball.com/ http://www.ubisense.de/ http://www.abatec-ag.com/index_html?sc=791881500 </p>

Rapperswil, den
 Betreuer: Prof. Dr. P. Heinzmann

Erklärung des Studenten

Die vorliegende Arbeit basiert auf Ideen, Arbeitsleistungen, Hilfestellungen und Beiträgen gemäss folgender Aufstellung:

Gegenstand, Leistung	Person	Funktion
Bericht	Reto Brühwiler	Autor der Arbeit
Webapplikation	Reto Brühwiler	Webentwickler
UI Reviews (an Sitzungen)	Peter Heinzmann	Betreuer / Kunde
	Markus Stolze	Korreferent
Aufsetzen der Serverumgebung	Omid Afshari	Assistent HSR
Hilfeleistung bei einem Datenbankproblem	Daniel Häfliger	Kommilitone

Ich erkläre hiermit,

dass ich die vorliegende Arbeit gemäss obiger Zusammenstellung selber und ohne weitere fremde Hilfe durchgeführt habe,

dass ich sämtliche verwendeten Quellen erwähnt und gemäss gängigen wissenschaftlichen Zitierregeln korrekt angegeben habe.

Rapperswil, den

Student: Brühwiler Reto

Inhaltsverzeichnis

1. Abstract.....	7
2. Management Summery.....	8
2.1. Ausgangslage	8
2.2. Vorgehen/Technologien.....	8
2.3. Ergebnis.....	9
2.4. Ausblick	9
3. Einleitung	10
3.1. Optimierung der GPS Daten.....	10
3.2. Implementierung	10
3.2.1. Einlesen der Daten.....	10
3.2.2. Webanwendung	11
3.3. Durchführung von Messungen an Spielen	12
4. GPS Genauigkeit verbessern	13
4.1. Was ist GPS? (1).....	13
4.2. Empfänger	14
4.2.1. Technische Angaben.....	14
4.3. Satelliten (2) (3).....	14
4.4. Satelliten bahnen (3) (4).....	15
4.5. Signal (6) (5)	18
4.5.1. Trägerfrequenz.....	18
4.5.2. Code	18
4.5.3. PRN (Pseudo Random Noise) (7).....	19
4.5.4. Phasenmodulation.....	19
4.5.5. Nav-/Systemdaten	20
4.6. Arten von GPS (1).....	20
4.6.1. AGPS (8)	21
4.6.2. DGPS (9)	22
4.7. Positionsabweichungen (10)	23
4.7.1. Korrelierende Ursachen	23
4.7.2. Nicht korrelierende Ursachen.....	25
5. Versuche	26
5.1. Versuch cnlab	26
5.1.1. Aufbau	26

5.1.2.	Ziel	26
5.1.3.	Ergebnis	26
5.1.4.	Fazit.....	27
5.2.	Versuch Uster1	28
5.2.1.	Aufbau	28
5.2.2.	Ziel	28
5.2.3.	Ergebnis	29
5.2.4.	Fazit.....	29
5.3.	Versuch HSR.....	30
5.3.1.	Aufbau	30
5.3.2.	Ziel	30
5.3.3.	Ergebnis	31
5.3.4.	Fazit.....	31
5.4.	Versuch Uster2	32
5.4.1.	Aufbau	32
5.4.2.	Ziel	33
5.4.3.	Ergebnis	33
5.4.4.	Fazit.....	35
6.	Die Komponenten	36
6.1.	SQL DB.....	36
6.2.	WCF Service	38
6.3.	Silverlight Website	41
7.	Installationsanleitung	43
7.1.	Client.....	43
7.2.	Server	43
7.2.1.	IIS.....	43
7.2.2.	.Net Framework 3.5	43
7.2.3.	MSSQL Server	43
7.3.	Webapplikation Publizieren	44
7.3.1.	Service.....	44
7.3.2.	Website	46
7.3.3.	Web.config anpassen.....	47
7.3.4.	Weiterleitung einrichten.....	48
8.	Aufgetretene Probleme und Lösungen	49
9.	Schlussfolgerung	50

9.1. Zusammenfassung	50
9.2. Beurteilung der Resultate	50
9.3. Ausblick	50
10. Glossar.....	51
11. Quellenverzeichnis	53
12. Abbildungsverzeichnis	54
13. Tabellenverzeichnis.....	55
14. Anhang.....	56
14.1. Persönlicher Bericht.....	56
14.2. Zeitplan	57
14.2.1. Meilensteine.....	57
14.2.2. Stunden pro Kategorie.....	57
14.3. Anforderungen an das einlese Tool	58
14.3.1. Lückenlosigkeit.....	58
14.3.2. Muss Werte.....	58
14.3.3. Weiter zu beachten	58
14.3.4. Spieler Fotos	58
14.4. Anleitung	59
14.4.1. Tracker ON/OFF.....	59
14.4.2. Log ON/OFF	59
14.4.3. Point of Interest (POI) setzen	59
14.4.4. Verbinden via Bluetooth.....	60
14.4.5. Verbinden via USB	60
14.4.6. Konfigurieren des Trackers.....	61
14.4.7. AGPS und DGPS konfigurieren	61

1. Abstract

Im Rahmen der Bachelorarbeit wurde eine Webanwendung entwickelt, welche die Bewegungen der Spieler auf dem Spielfeld darstellt. Ziel war es die Bewegungen einzelner oder mehrerer Spieler auf dem Fussballfeld darstellen zu können. Desweiteren werden auch statistische Werte der ausgewählten Spieler angezeigt. Die Positionsdaten werden mittels GPS gesammelt.

Im ersten Teil der Arbeit wurden die GPS Positionsdaten in verschiedenen Versuchen auf ihre Verwendbarkeit geprüft. Es wurde eruiert, welche Faktoren die Genauigkeit der GPS Positionsbestimmung beeinflusst und wie diese korrigiert werden können. Es stellte sich heraus, dass die heutigen Empfänger noch zu ungenau sind. Für den weiteren Verlauf der Arbeit wurde angenommen, dass sich die Genauigkeit stetig verbessert und in naher Zukunft kleine, günstige und genauere Geräte auf dem Markt sind.

Im zweiten Teil der Arbeit wurde eine Webapplikation entwickelt. Die Webapplikation wurde in Silverlight realisiert. Der Zugriff auf die Datenbank basiert auf einem WCF Service. Die Anwendung wurde in C# realisiert und basiert auf dem .NET Framework 3.5. Mit Hilfe der Webapplikation kann der Benutzer die Bewegungsmuster der einzelnen Spieler auf dem Spielfeld verfolgen. Neben den Laufwegen werden auch statistische Werte wie z.B: zurückgelegte Distanz und maximale Geschwindigkeit dargestellt. Die Daten werden aus den Positionsdaten der einzelnen Spieler errechnet. Die Darstellung wurde in diversen Reviews optimiert.

Das Auslesen der Positionsdaten, die Aufbereitung und das Importieren der Daten in die Datenbank erfolgt über ein externes Tool.

2. Management Summery

2.1. Ausgangslage

Bei Champions League und Weltmeisterschaftsspielen sind manchmal Spielauswertungen zu sehen, welche die Laufwege der Spieler anzeigen. Die Daten für die Auswertung werden meist aus den Kamerabildern gewonnen. Diese Systeme sind viel zu teuer für kleine Vereine. Ziel dieser Arbeit war es, die Möglichkeiten von günstigen Erfassungssystemen mit kleinen GPS-Aufzeichnungsgeräten zu analysieren und eine Webanwendung zu entwickeln, welche auch kleinen Vereinen ermöglicht, ihre Spiele zu analysieren. Auch sollten allfällige Probleme bei der Umsetzung eines solchen Fussballspieler-Tracing-Dienstes identifiziert und gelöst werden.

2.2. Vorgehen/Technologien

Unter anderem, weil die Studienarbeitspartnerin aus gesundheitlichen Gründen nicht an der Bachelorarbeit mitarbeiten konnte, wurde der Umfang der Arbeit reduziert. Im ersten Teil der Arbeit wurde die Qualität der GPS Daten analysiert. Um die Qualität bestimmen zu können wurden mehrere Messungen an verschiedensten Orten durchgeführt. Für die Messungen wurden GPS Tracker des Typs BT-Q1300S der Firma Qstarz verwendet. Es wurde eruiert, welche Störfaktoren die GPS Genauigkeit beeinflussen und wie diese Einflüsse korrigiert werden können.



Abbildung 1 GPS Tracker BT-Q1300S

Im zweiten Teil der Arbeit wurde die Webanwendung entwickelt. Als erstes wurde in verschiedenen Sitzungen der Funktionsumfang definiert. Der erste Design Prototyp wurde in Form eines Paper Prototyp ausgearbeitet. An den folgenden Sitzungen wurde der Paper Prototyp weiter verbessert. Das verbesserte Design wurde mit Microsoft Expression Blend umgesetzt. Diese erste Implementierung wurde an weiteren Sitzungen ständig verbessert. Zum einen wurde das Design den Wünschen angepasst. Zum anderen wurden zusätzliche Funktionen eingefügt und bestehende angepasst. Die Anwendung wurde in Silverlight und C# entwickelt. Dabei wurde das .Net Framework 3.5 verwendet. Die Daten werden in einer SQL Datenbank gespeichert.

Auf die Analyse und Lösung der Probleme bei der praktischen Umsetzung des Fussballspieler-Tracing Systems wurde verzichtet.

2.3. Ergebnis

Die Messungen haben ergeben, dass GPS noch zu ungenau ist, wenn die Empfangsbedingungen nicht optimal sind. Für die Entwicklung der Webanwendung wird angenommen, dass auf den meisten Fussballfeldern der kleinen Vereine gute bis sehr gute Empfangsbedingungen herrschen. Daher kann mit Positionsabweichungen zwischen zwei Aufnahmegeräten von weniger als +/-1m gerechnet werden. Die Genauigkeit der GPS Ortung dürfte in naher Zukunft weiter verbessert werden (z.B. mit günstigen DGPS-Empfängern). Zudem könnten, später auch Positionsdaten von Galileo anstelle der GPS Daten verwendet werden.

In der Webanwendung können die Bewegungen eines oder mehrerer Spieler auf dem Spielfeld angezeigt werden. Neben der Spur bzw. dem Laufweg einzelner Spieler („Traces“ genannt) können auch die Bewegungen mehrerer Spieler in Relation zueinander dargestellt werden („Taktik“ genannt). Zudem werden statistische Werte der einzelnen Spieler wie zum Beispiel die zurückgelegte Distanz oder die maximale Geschwindigkeit dargestellt.



Abbildung 2 Webanwendung

2.4. Ausblick

Die Webanwendung könnte noch mit diversen weiteren statistischen Auswertungen ergänzt werden. Zudem könnte die Anwendung anpassbarer gemacht werden, mit individuellen Konfigurationen, wie z.B. die Farbe der Spieler. Es könnten auch erweiterte Statistiken realisiert werden, z.B. Statistiken für Gruppen von Spielern oder über mehrere Spiele hinweg. Ein anderer möglicher Ansatz bietet die Genauigkeit der Positionen. Diese könnte in einer weiterführenden Arbeit noch verbessert werden.

3. Einleitung

In dieser Bachelorarbeit soll eine Webanwendung realisiert werden, welche Fans, Trainer und Spieler die Möglichkeit gibt vergangene Spiele zu analysieren und Situationen nachvollziehen zu können. Da sich diese Anwendung hauptsächlich an Amateurvereine wendet, müssen die Kosten möglichst tief gehalten werden. Deshalb kommen GPS Empfänger zum Einsatz, um die Positionen der einzelnen Spieler zu lokalisieren. Die zum Empfänger mitgelieferte Software bietet bereits eine grafische Darstellung des zurückgelegten Weges. Die Darstellung lässt sich jedoch nur schwer in der gewünschten Form darzustellen. Zudem muss die Software zuerst installiert werden. Deshalb sollen die Bewegungen auf dem Spielfeld in einer Webanwendung schematisch dargestellt werden.

3.1. Optimierung der GPS Daten

Im Rahmen dieser Arbeit soll in einer ersten Phase die GPS Daten analysiert werden. In verschiedenen Versuchen soll deren Qualität geprüft, Störfaktoren eruiert und mögliche Lösungen zur Störbehebung gesucht werden. Dies wird im Kapitel 4.7 „Positionsabweichungen“ vertieft.

3.2. Implementierung

3.2.1. Einlesen der Daten



Abbildung 3 Weg der Daten

Die GPS Tracker speichern jede Sekunde die Position der Spieler im internen Speicher ab. Leider fehlen zwischendurch einige Werte. Dadurch entstehen Lücken in den Tracks. Nach dem Spiel werden die Tracker mittels Bluetooth oder USB mit einem Computer verbunden. Auf dem Computer ist die mitgelieferte Software der Firma Qstarz installiert. Diese liest die Tracks aus und speichert sie auf dem Computer. Mit Hilfe der mitgelieferten Software können die Tracks als CSV Datei exportiert werden. Zurzeit werden die Daten anschliessend ins Excel importiert und die Lücken mit der letzten bekannten Position gefüllt. Anschliessend werden die Daten vom Excel manuell in die Datenbank kopiert.

Damit nicht alle Tracks einzeln in die Datenbank kopiert werden müssen hat Herr Bruhin von der Firma cnlab AG ein Tool geschrieben, welches die Tracks aus der Qstarz Software direkt in die Datenbank schreibt. Dabei werden die Lücken jedoch nicht gefüllt. Deshalb muss die Silverlight Appli-

kation diese Lücken füllen. Aus diesem Grund wurden zwei verschiedenen Ladearten implementiert. Das gesicherte Laden, welches länger dauert, dafür die Lücken füllt und das ungesicherte Laden, welches die Daten so, wie diese vorliegen, importiert. Werden die Daten lückenhaft Importiert, kann dies zu Fehlern führen. Das importieren dieser Daten erfolgt durch den WCF Service.

Die verwendeten Komponenten werden im Kapitel 6 thematisiert.

3.2.2. Webanwendung

Die Silverlight Applikation greift mittels WCF Service auf die Daten zu. In der Applikation werden aus den Koordinaten die entsprechenden Punkte auf dem Spielfeld errechnet und gezeichnet. Die Koordinaten werden zuerst in Meter umgewandelt. Hierzu wird die Funktion von Swisstopo verwendet. Der zu zeichnende Punkt wird mittels Dreisatz berechnet. Dabei wird der Abstand des Punktes zum Referenzeckpunkt in Länge und Breite aufgeteilt. Aus diesem Abstand und den Abmassen des Spielfeldes werden die Verhältnisse (eines für die Länge und eines für die Breite) berechnet. Diese Verhältnisse werden anschliessen im gezeichneten Feld angewendet. Als Längen- resp. Breitenangaben hierzu dienen die Anzahl Pixel des gezeichneten Feldes. Es entsteht ein Punkt, bei welchem die X und Y Angaben den Abstand zum Eckpunkt des gezeichneten Feldes darstellen. Jeder Track resp. Trace wird in Form einer Polyline dargestellt. Die Bewegung der Spieler wird realisiert indem der Polyline (eine pro Spieler) die aktuelle Position hinzugefügt und hinten, wenn die eingestellte Trace Länge erreicht wurde, der letzte Punkt entfernt wird.

Für das Spielfeld konnte nicht einfach ein Bild genommen werden, denn das Spielfeld kann in Länge und Breite variieren. Das Spielfeld musste errechnet und gezeichnet werden.

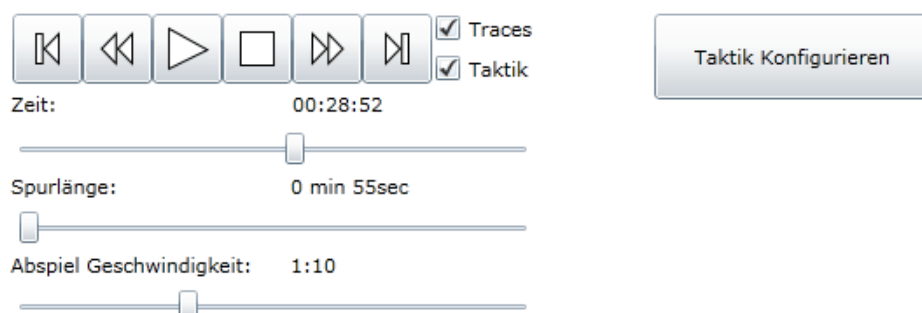


Abbildung 4 Bedienfelder der Webanwendung

Der Benutzer kann auswählen, ob er die Traces, die Tracks oder beides sehen will. Für welche Spieler die Traces angezeigt werden kann direkt in der Spielerliste bestimmt werden. Um die Taktik zu definieren wird die Ansicht gewechselt. Dies geschieht mittels „Taktik konfigurieren“ Knopf. Weiter kann der Anwender die Spurlänge und die Abspielgeschwindigkeit wäh-

len. Das Spiel kann jederzeit Pausiert werden. Neben dem Vor- resp. Zurückspulen kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt im Spiel gewechselt werden.

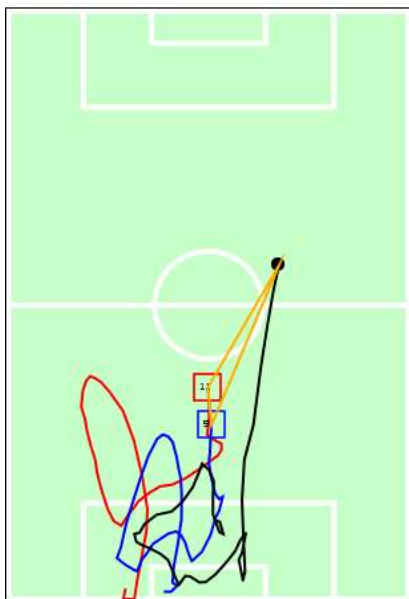


Abbildung 5 Fussballfeld in der Webanwendung

Im Spielfeld werden Sowohl die Traces wie auch die Taktik angezeigt. Die Farben der Traces (hier rot, blau und schwarz) werden vom System bestimmt. Wenn nur Spieler von einer Mannschaft ausgewählt sind werden möglichst unterschiedliche Farben verwendet. Werden Spieler aus mehreren Mannschaften angewählt, erhalten die Spieler eine Farbe im Farbton ihrer Mannschaft. Jeder Trace ist am Linienende, welches der aktuellen Position entspricht, mit der Spielernummer angeschrieben. Um diese Nummer herum wird ein Symbol gezeichnet. Welches Symbol angezeigt wird ist abhängig von der Funktion des Spielers welche sich aus der Spielernummer ableitet. Die einzige Ausnahme bildet der Schiedsrichter und die Assistenten. Deren Trace ist immer Schwarz und hat ein Punkt auf der Seite der Aktuellen Position.

Die Farbe der Taktik (hier orange) kann beim konfigurieren der Taktik ausgewählt werden.

3.3. Durchführung von Messungen an Spielen

Durch den Ausfall der Projektpartnerin wurde der Umfang der Aufgabenstellung reduziert. Deshalb wurde dieser Teil der Aufgabe weg gelassen. Die nötigen Aufzeichnungen an den Spielen wurden durch Herrn Heinzmann durchgeführt und die Logs an mich weiter gegeben.

4. GPS Genauigkeit verbessern

Um die Genauigkeit des GPS Signals verbessern ist es wichtig zu verstehen, was GPS ist und wie es funktioniert. Dieses Kapitel beschäftigt sich mit den Grundlagen des GPS. Neben den Fragen „was ist GPS?“ und „wie funktioniert es?“ werden in diesem Kapitel auch noch die verschiedenen Arten von GPS aufgezeigt. Ausserdem beschäftigt sich dieses Kapitel mit den Einflüssen, welche die Genauigkeit verfälschen können.

4.1. Was ist GPS? (1)

GPS steht für „Global Positioning System“. Mit Hilfe von GPS ist es möglich den aktuellen Standort weltweit in Echtzeit zu orten. Neben den Positionsdaten werden dem Benutzer auch Zeit-, Bewegungsgeschwindigkeit- und Bewegungsrichtungsinformationen geliefert.

Wie viele grosse Entwicklungen hat auch GPS einen militärischen Ursprung. Die GPS Empfänger sind passive Geräte. Das heisst sie sind reine Empfänger und senden nicht. Somit können die Empfänger von anderen nicht lokalisiert werden. Des Weiteren hat dank rein passiven Empfängern die Anzahl gleichzeitiger Benutzer keinen Einfluss auf die Genauigkeit.

GPS ist seit 1990 vollumfänglich funktionstüchtig. Bis zum Mai 2000 wurde jedoch das Signal mit künstlichem Rauschen ungenauer gemacht um zu verhindern, dass das freie GPS eingesetzt werden kann um Lenkwaffen zu steuern.

Die mittlerweile über 30 GPS-Satelliten umkreisen die Erde in 20'183km Höhe. Damit beträgt ihre Umlaufzeit etwa 12 Stunden. Die Satelliten senden Radiosignale im 1.5GHz-Bereich aus, welche ständig die aktuelle Position des Satelliten und die genaue Uhrzeit ausstrahlen. Aus den Signallaufzeiten können spezielle GPS-Empfänger dann ihre eigene Position und Geschwindigkeit berechnen. Theoretisch kann aus den Abständen zu drei Satelliten die genaue Position und Höhe bestimmt werden. In der Praxis haben aber GPS-Empfänger keine Uhr, die genau genug ist, um die Laufzeiten korrekt messen zu können. Deshalb wird das Signal eines vierten Satelliten benötigt. Damit kann der GPS-Satellitenempfänger neben seiner Position, seiner Geschwindigkeit und seiner Bewegungsrichtung auch die genaue Zeit bestimmen.

Um eine weltweite Ortung zu gewährleisten braucht es mindestens 24 GPS Satelliten die ihre Bahnen um die Erde ziehen.

4.2. Empfänger

Die Wahl des Empfängers fiel zugunsten des Qstarz BT-Q1300S. Ausschlaggebend waren unter anderem der Preis und die Grösse. Des Weiteren ist der interne Speicher, welcher die Logs speichert genügend gross und kabellos auslesbar. Der Empfänger ist auch robust gebaut. Er ist speziell für sportliche Anwendungen konzipiert und kann leicht am Oberarm befestigt werden. Die hierfür benötigte Armbinde ist ein mitgelieferter Bestandteil des BT-Q1300S. Der Empfänger lässt sich sehr leicht, mit nur einem Knopf bedienen. Eine detaillierte Bedienungsanleitung ist im Anhang im Abschnitt 14.4 zu finden.

4.2.1. Technische Angaben

Model:	BT-Q1300S
Genauigkeit: (Herstellerangabe)	<3m 2.5m (DGPS)
Preis: (Stand Juni 2006)	ca. 110€
Masse:	62mm Länge 38 mm Breite 7mm Höhe
Gewicht:	22g
Aufzeichnungszeit:	Bis 12h
Anz Positionen:	Bis 200'000
Anschlüsse:	USB Bluetooth
Empfindlichkeit:	-165dBm
Support:	DGPS

Tabelle 1 Technische Daten BT-Q1300S

4.3. Satelliten (2) (3)

Mittlerweile befinden sich 31 Block II Satelliten in der Erdumlaufbahn. Der älteste Satellit davon ist nicht mehr aktiv. Dieser wurde bereits 1990 in seine Umlaufbahn geschossen. Jeder Satellit verfügt über zwei Cäsium und zwei Rubidium Atomuhren. Die Satelliten verfügen auch über einen internen Datenspeicher, in welchem sie die gesendeten Daten 180 Tage lang aufbewahren. Die Satelliten können auch untereinander Daten austauschen um die Bahndaten zu verbessern.

Es gibt zwei verschiedene Block II Typen, den IIA und den IIR. Die IIR Satelliten verfügen sogar über eine dritte Rubidium Atomuhr. Somit wird eine maximale Abweichung von 1 Sekunde in einer Million Jahren. Die Satelliten wiegen etwa 1,5 Tonnen und sind für 7.5 Jahre Betrieb ausgelegt.

Mehr als die Hälfte der genutzten Satelliten haben diese Zeit bereits überschritten.

2005 sollte die neuste Generation ins All gebracht werden. Die Generation IIR-M würde zusätzliche Frequenzen bieten. Die Frequenz L2C für zivile Anwendungen und die Frequenzen L1M und L2M für militärische. Wegen eines Zwischenfalls mit der Trägerrakete musste diese gesprengt werden und die ersten beiden Satelliten, welche sich an Bord befanden, wurden mit zerstört. Dies führte zu Verzögerungen. Für dieses Jahr ist der Start des ersten Satelliten des Typs IIF. Die Satelliten dieses Typs verfügen über eine weitere Frequenz für zivile Anwendungen die L5. Des Weiteren sollen die Satelliten eine deutlich höhere Lebensdauer von ca. 15 Jahren besitzen.

4.4. Satelliten bahnen (3) (4)

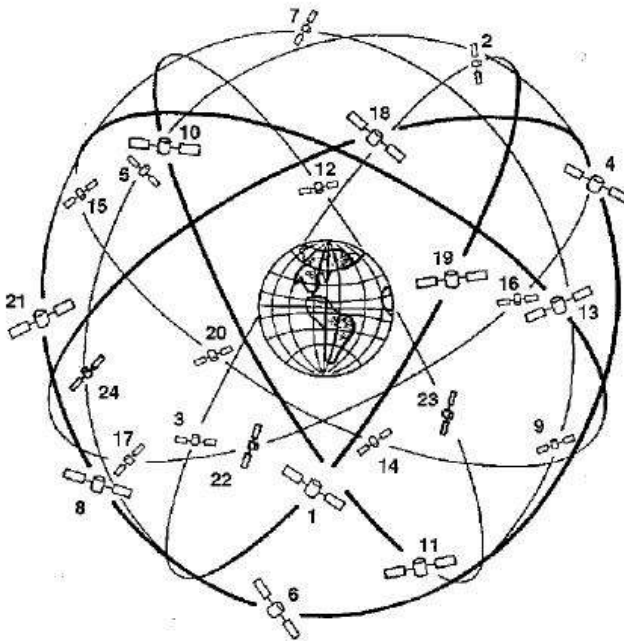


Abbildung 6 GPS Umlaufbahnen (5)

Die Satelliten umkreisen die Erde auf einer Höhe von ca. 20200 km über Meer. Durch die grosse Höhe kann ein Satellit theoretisch 37,8% der Erdoberfläche abdecken. Dies bedingt jedoch, dass der Empfänger bis zum Horizont den Satellit nutzen kann. In der Realität sieht dies etwas anders aus. Häufig wird der Empfang von hohen Gebäude sowie Bäume gestört. Der Satellit benötigt 11h 56min, um die Erde ein Mal zu umrunden. Durch die zeitliche Differenz verschieben sich die Bahnen täglich um 1° nach Westen. Es gibt sechs parallel verlaufende Bahnen. Diese haben somit einen Abstand von 60° .

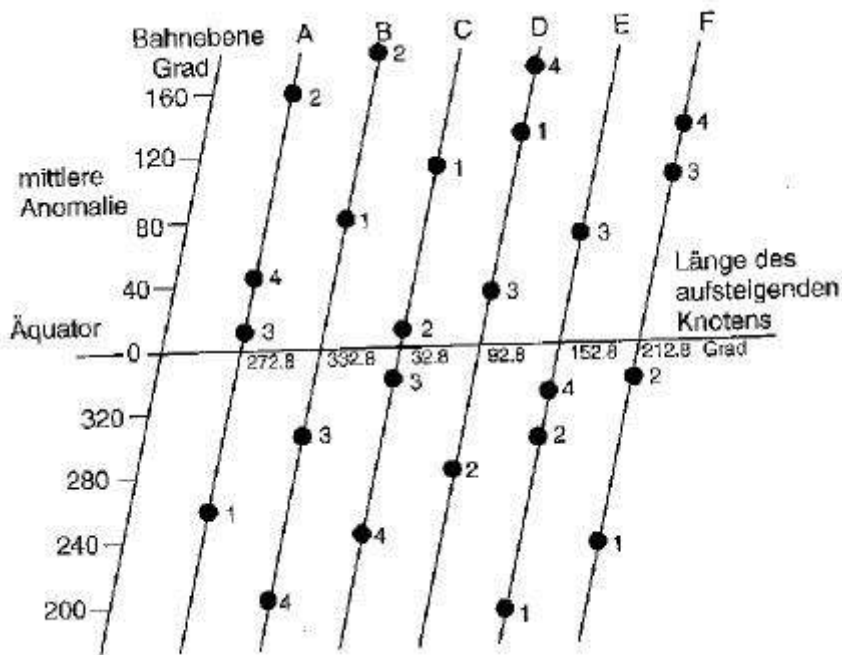


Abbildung 7 GPS Satelliten Verteilung (5)

Die Flugbahnen schneiden den Äquator in einem Winkel von 55° .

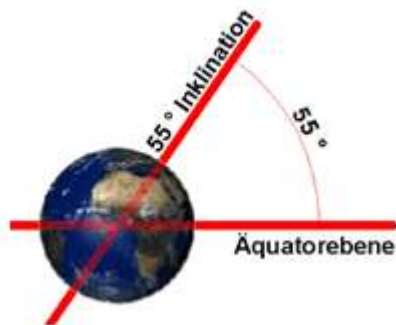


Abbildung 8 Umlaufbahn Winkel (4)

Durch die Form der Erde verschieben sich die Bahnen um bis zu $15,3^\circ$ pro Jahr. Deshalb werden die Bahnen regelmässig durch die Hauptkontrollstation in Colorado Springs korrigiert.

Beim Qstarz-Modul kann man über die Qstarz GPS View Anwendung die Lage der Satelliten am Himmel und die Signalpegel der empfangenen Satellitensignale anzeigen.



Abbildung 9 QstarzGPSView Software Aktuelle Satellitensituation

4.5. Signal (6) (5)

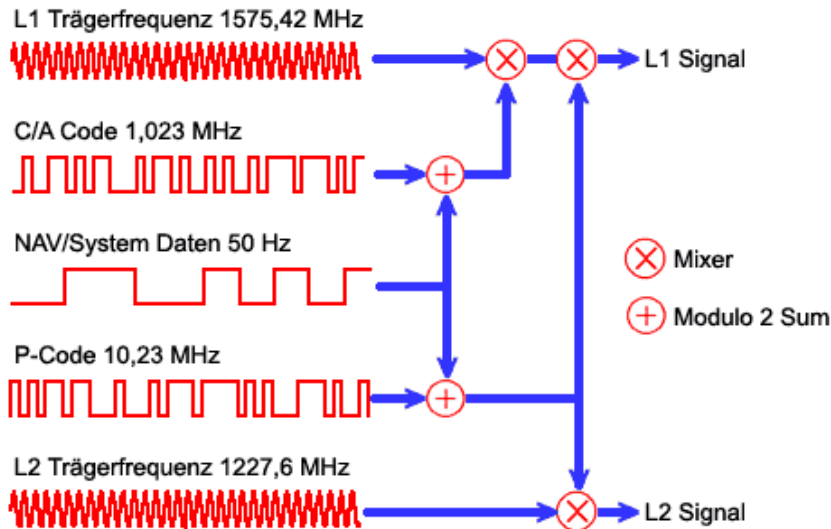


Abbildung 10 Aufbau GPS Signal (6)

Die Daten werden mittels Modulo 2 vereint. Modulo 2 entspricht dem XOR. ($0+0=0$; $0+1=1$; $1+0=1$; $1+1=0$) Die so entstandene Sequenz wird mittels Phasenmodulation auf das Trägersignal modelliert.

4.5.1. Trägerfrequenz

Um die Daten zu übertragen werden zwei Trägerfrequenzen verwendet. Die beiden Frequenzen werden L1 und L2 genannt. L steht dabei für das Frequenzband. Als L-Band wird der Frequenzbereich zwischen 1GHz und 2 GHz bezeichnet.

Die Frequenz L1 liegt bei 1575,42 MHz was eine Wellenlänge von 19,05 cm zufolge hat. L2 liegt bei 1227,6 MHz und hat somit eine Wellenlänge von 24,45 cm.

Dieser Frequenzbereich liegt genau zwischen GSM und UMTS.

4.5.2. Code

Der C/A Code ist ein 1023 Chip langer Code. Der Code dauert 1ms. Die entspricht einer Chip rate von $1,023 \cdot 10^6$ Chip/s. Ein Chip entspricht einem Bit jedoch speichert ein Chip keine Informationen. Der C/A Code besteht aus dem Produkt zweier PRN Folgen. Somit ist es einfach Signale zweier Satelliten zu unterscheiden.

Der P Code ist ein langer Code. Er dauert eine Woche. Er hat die gleiche Chip rate wie der C/A Code. Auch er besteht aus dem Produkt zweier PRN-Folgen. Es gibt ein P Code pro Satellit.

4.5.3. PRN (Pseudo Random Noise) (7)

Die PRN-Impulsfolge sieht bei oberflächlicher Betrachtung aus wie Rauschen. Die Folge wird mit Hilfe eines Rückkopplungsschieberegisters erzeugt. Es gäbe 21023 verschiedene Folgen. Von diesen eignen sich nur sehr wenige für die Autokorrelation, welche zur Laufzeitmessung benötigt wird. Diese 37 Folgen, auch GOLD-Codes genannt, werden für GPS verwendet, es werden jedoch nur 32 eingesetzt die restlichen sind Reserve. Diese Folgen besitzen die Eigenschaften, dass sie sehr schwach zueinander korrelieren und damit besonders gut identifiziert werden kann.

4.5.4. Phasenmodulation

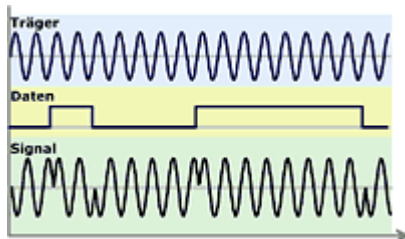


Abbildung 11 Phasenmodulation (6)

Bei der Phasenmodulation wird bei jedem Wechsel von 0 nach 1 und umgekehrt das Trägersignal um 180° verschoben.

4.5.5. Nav-/Systemdaten

Die Nav-/Systemdaten bestehen aus Informationen über Satellitenbahnen, Uhrenkorrekturen und andere Systemparameter wie z.B: Status des Satelliten. Der Empfänger kann daraus das Datum die ungefähre Uhrzeit und die Position des Satelliten errechnen.

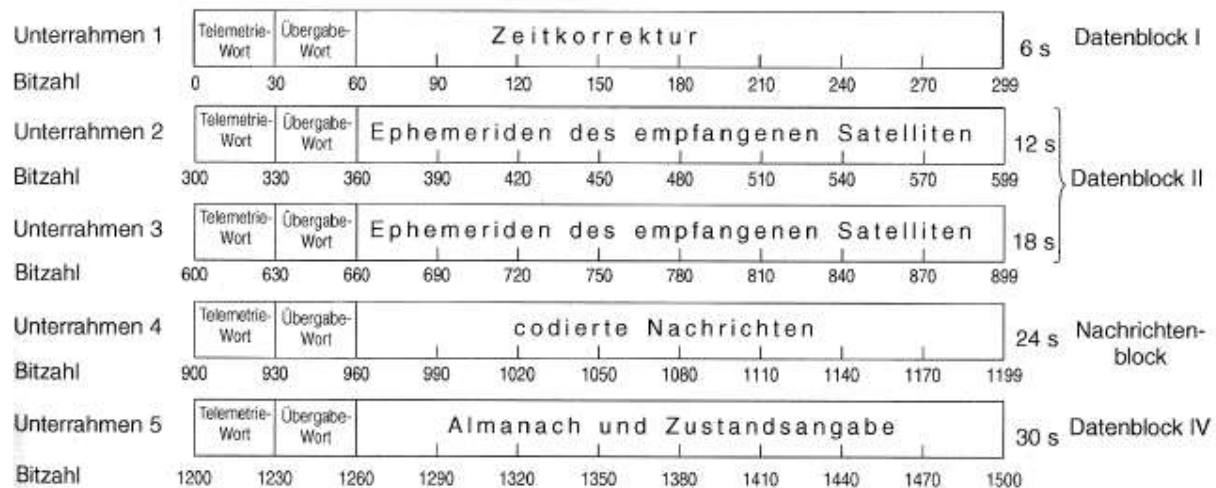


Abbildung 12 Zusammensetzung Systemdaten (5)

Das Datensignal wird mit 50 Bit/s übertragen. Bei einer Länge von 37500 Bits entspricht dies einer Übertragungszeit von 12,5 Minuten. Ein GPS Empfänger mit veralteten Daten braucht deshalb so lange bis er die das erste Mal seine Position berechnen kann. Das Datensignal ist in 25 Blöcke aufgeteilt. Damit nicht jedes Mal alle 25 Blöcke abgewartet werden müssen, beginnen alle Blöcke gleich. Dieser Teil enthält die wichtigsten Angaben zur Positionsbestimmung.

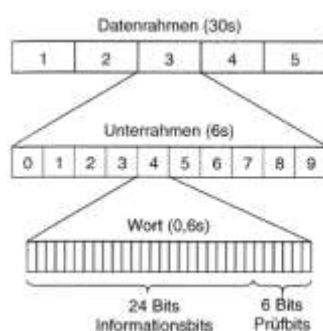


Abbildung 13 Struktur des Datenrahmens (5)

4.6. Arten von GPS (1)

Neben dem herkömmlichen GPS gibt es noch zwei spezielle Arten von GPS. Das Assisted GPS dessen Ziel eine schnelle Einsatzbereitschaft des GPS Empfängers ist. Sowie dem Differenzial GPS welches zum Ziel hat die Genauigkeit zu verbessern.

4.6.1. AGPS (8)

Wie bereits oben erwähnt kann es bei veralteten Daten des GPS Empfänger einige Minuten dauern, bis dieser das erste Mal seine Position ermitteln kann. Aus diesem Grund werden beim Assisted GPS die aktuellen Daten per Mobiltelefonnetz dem Empfänger mitgeteilt. Die Daten werden nicht nur beim Einschalten des Gerätes abgeglichen, sondern auch wenn der Empfänger keinen Empfang hat. So kann der Empfänger schnellst möglich wieder arbeiten.

Beim Qstarz-Modul kann AGPS über die Qstarz GPS View Anwendung aktiviert werden, wenn man über einen Internet Zugang verfügt. Bei der Aktivierung von AGPS werden die aktuellen Satelliten Bahndaten (Almanachs) auf das Modul geladen. Diese sind dann typische etwa 7 Tage gültig.



Abbildung 14 QstarzGPSView Software AGPS konfigurieren

4.6.2. DGPS (9)

DGPS steht für „Differential GPS“. Beim DGPS wird eine stationäre Referenzstation verwendet. Die Referenzstation misst die Abweichung zur richtigen Position und teilt diese per Funk den DGPS Empfängern mit. Mit zunehmendem Abstand zur Referenzstation wird auch die Korrektur schlechter.

Neben diesen nur regional wirkenden Sendern von Korrektursignalen gibt es auch noch geostationäre Satelliten, welche Korrektursignale für grössere Regionen senden (Satellite Based Augmentation System, SBAS). Das SBAS-System in Europa wird European Geostationary Navigation Overlay Service (EGNOS) genannt.

Beim Qstarz-Modul kann DGPS mittels SBAS über die Qstarz GPS View Anwendung aktiviert werden.



Abbildung 15 QstarzGPSView Software DGPS konfigurieren

4.7. Positionsabweichungen (10)

4.7.1. Korrelierende Ursachen

Atmosphärische Störungen können die Laufzeit leicht verändern. Dies kann zu falschen oder ungenauen Positionsangaben führen. Die korrelierenden Ursachen können teilweise herausgefiltert werden durch ein DGPS. So kann ein zweiter Empfänger an einem fixen Standort platziert werden. Die korrelierenden Effekte wirken auf beiden Empfängern. So können Positionsabweichungen beim stationären Empfänger dem mobilen abgezogen werden. Dies funktioniert jedoch nur wenn die beiden Empfänger nicht zu weit auseinander liegen und dieselben geografischen Bedingungen für beide herrschen.

4.7.1.1. Satellitengeometrie

Je kleiner der Winkel zwischen den Satelliten ist, desto ungenauer wird die Ortung. Idealerweise liegt ein Winkel von 90° zwischen den Satelliten. Kommen die Signale gar aus der gleichen Richtung kann die Position im schlimmsten Fall gar nicht mehr bestimmt werden.

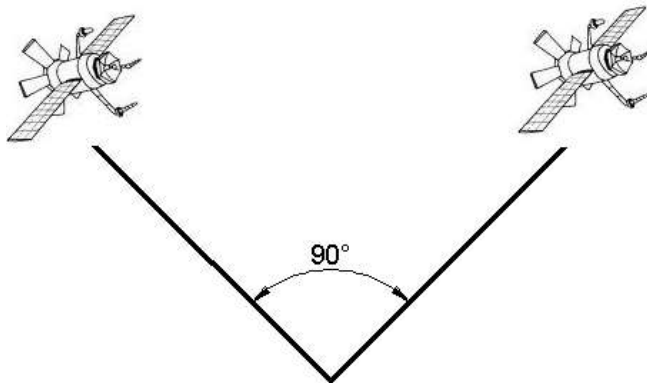


Abbildung 16 Idealer Winkel

Bei einem Fussballfeld sollt dieser Einfluss in den meisten Fällen kein Problem darstellen. Die Felder bieten eine grosse offene Fläche, bei welcher das Signal aus verschiedenen Richtungen empfangen werden kann.

4.7.1.2. Umlaufbahnen Schwankungen

Auf Grund von Gravitationskräften von Sonne und Mond kommt es zu leichten Schwankungen der Umlaufbahnen. Um dem entgegen zu wirken werden die Flugbahnen ständig kontrolliert und gegebenenfalls korrigiert. Dieser Effekt kann als Anwender nicht beeinflusst werden.

4.7.1.3. Mehrwegeeffekt

Beim Mehrwegeeffekt werden die Signale mehrfach auf verschiedenen Wegen empfangen. Dies kommt zustande durch Reflektionen z.B: an hohen Gebäuden.

Durch die offene Fläche des Fussballfeldes kann dieser Effekt im Normalfall auch vernachlässigt werden.

4.7.1.4. Atmosphärische Effekte

In der Ionosphäre werden die elektromagnetischen Wellen der Satelliten reflektiert beziehungsweise gebrochen. Daraus Resultiert eine Längere Laufzeit der Signale. Diese Effekte hängen von der Sonne ab. Diese ionisiert die Schicht. Dieses Problem versucht man zu korrigieren, in dem Standardgeschwindigkeitsabweichungen mit einberechnet werden.

Dieser Effekt kann als Anwender nicht beeinflusst werden.

4.7.1.5. Relativistische Effekte

Gemäss der allgemeinen Relativitätstheorie läuft die Zeit langsamer bei schneller Bewegung. Da sich die Satelliten mit ca. 3874m/s bewegen, scheint es, dass die Uhren von der Erde aus betrachtet langsamer gehen. Der Unterschied beträgt ca. 7,2 Mikrosekunden pro Tag. Die allgemeine Relativitätstheorie besagt ausserdem, dass die Zeit umso langsamer vergeht, je stärker das Gravitationsfeld ist. Da die Gravitation in 20200km höhe geringer ist, scheint die Uhr des Satelliten schneller zu laufen. Da der Gravitationseffekt grösser ist als derjenigen der grossen Geschwindigkeit scheint die Uhr des Satelliten insgesamt ca. 38 Mikrosekunden pro Tag schneller zu gehen. Dieser Zeitunterschied kann eine Positionsfehler von bis zu 10km entstehen. Diesem Problem wurde behoben, in dem die Uhren der Satelliten absichtlich falsch gehen.

Auch hier hat der Anwender keine Einflussmöglichkeiten.

4.7.2. Nicht korrelierende Ursachen

Die nicht korrelierenden Ursachen sind von Empfänger zu Empfänger verschieden. Der Anwender hat somit keine Möglichkeit dies zu beeinflussen. Er könnte lediglich einen anderen Empfänger verwenden.

4.7.2.1. Uhrenungenauigkeiten

Ein weiteres Problem ist die Ungenauigkeit der Uhr in den GPS Empfängern. Die Zeit darf maximal eine Abweichung von 20 – 30 Nanosekunden aufweisen.

4.7.2.2. Rundungsfehler

Auch Rundungsfehler tragen zur Ungenauigkeit bei.

5. Versuche

5.1. Versuch cnlab

5.1.1. Aufbau

Datum	Ort	Von	Bis
24.02.2010	Rapperswil cnlab	08:54	13:16

Tabelle 2 Aufbau Versuch cnlab

Zwei GPS Empfänger sind auf dem Fenstersims direkt Nebeneinander gelegt.

5.1.2. Ziel

Ziel war es zu zeigen ob und wie gut die beiden Empfänger korrelieren.

5.1.3. Ergebnis

Der Verlauf der Latitude und Longitude Werte.

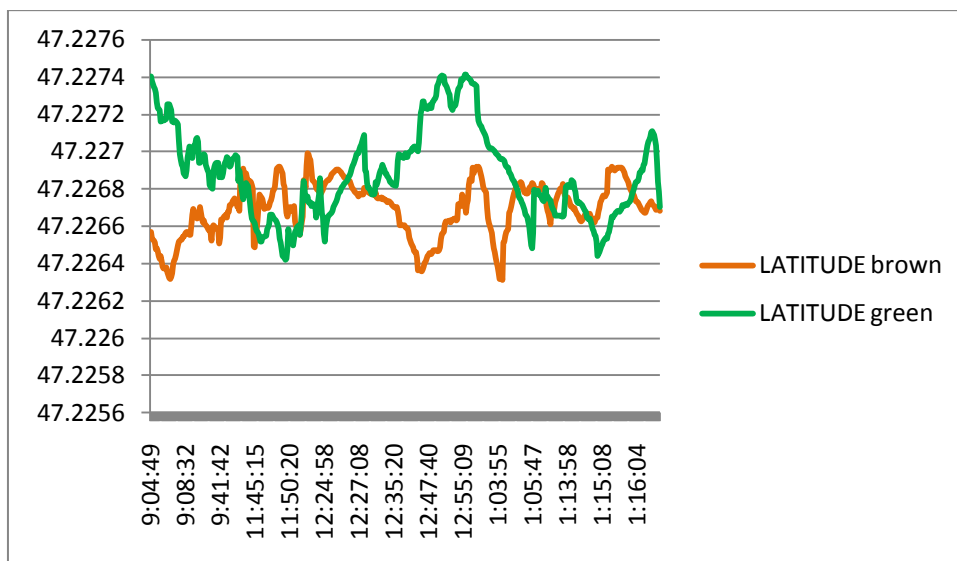


Abbildung 17 Verlauf Latitude Versuch cnlab

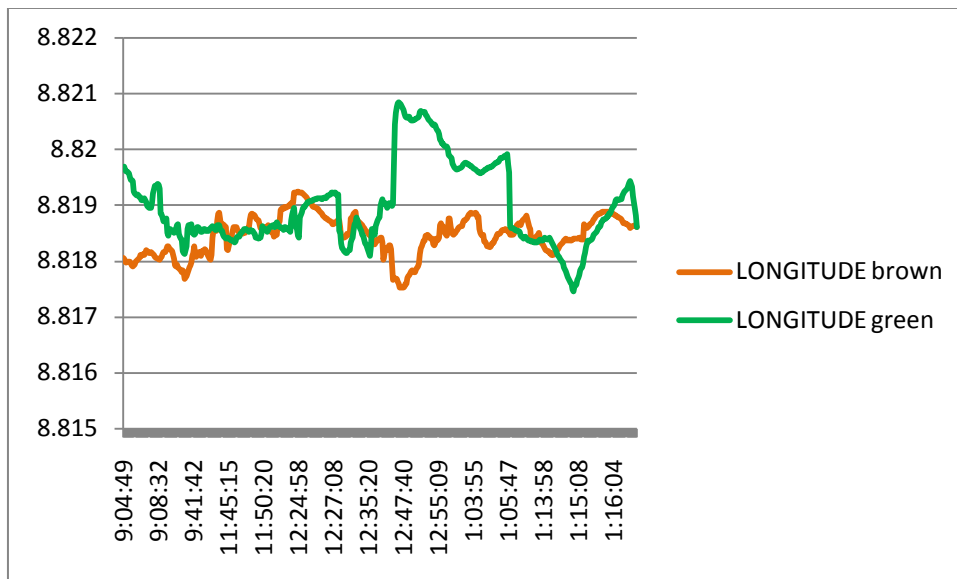


Abbildung 18 Verlauf Longitude Versuch cnlab

	Korrelation
Latitude	-0.46473645
Longitude	-0.231679497

Tabelle 3 Korrelation Versuch cnlab

Die Werte korrelieren schlecht.

5.1.4. Fazit

Die GPS Empfänger driften bis zu 30 Minuten. Daraus Folgt mindestens 30 Minuten Vorlaufzeit gewähren. Die Werte korrelieren sehr schlecht. In dieser Konstellation ist keine wesentliche Verbesserung der Position möglich. Dem Empfänger stehen jedoch nicht alle Himmelsrichtungen zu Verfügung. Die Signale kommen alle mehr oder weniger aus einer Richtung. Zweiter Versuch mit besseren Bedingungen durchführen.

5.2. Versuch Uster1

5.2.1. Aufbau

Datum	Ort	Von	Bis
04.03.2010	Uster	13:48	14:24

Tabelle 4 Aufbau Versuch Uster1

Alle 3 GPS Empfänger liegen Nebeneinander zwischen einer Strasse und dem offenen Feld.



Abbildung 19 Google Map Uster Zürichstr. (11)

5.2.2. Ziel

Ziel war es die Korrelation der Empfänger unter günstigeren Bedingungen zu Testen. Somit soll der Versuch auf einem möglichst offenen Feld durchgeführt werden.

5.2.3. Ergebnis

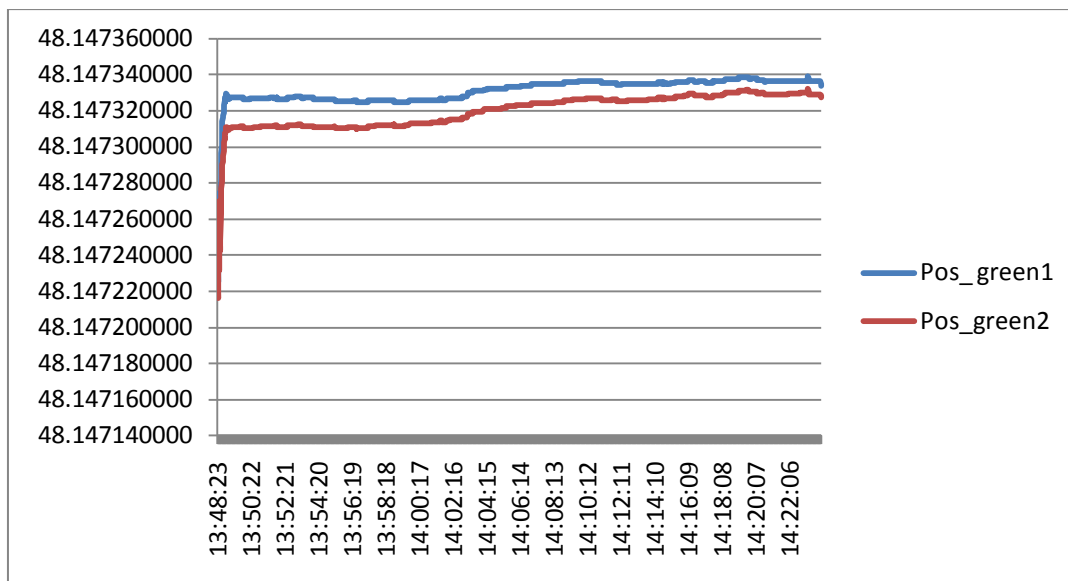


Abbildung 20 Positionsverlauf Versuch Uster1

Korrelationsfaktor

	Korrelation
Latitude	1
Longitude	0.9130111207
Höhe	-0.4182270553
Position	0.962313567

Tabelle 5 Korrelation Versuch Uster1

Maximale Abweichung in Meter

	Unkorrigiert	Korrigiert
Latitude	11.6097853	0
Longitude	20.47912442	15.1111111

Tabelle 6 Maximale Abweichung Versuch Uster1

5.2.4. Fazit

Gute Korrelation. Latitude liefert das gewünschte Resultat. Longitude weist jedoch eine Abweichung von bis zu 15 Metern auf. Nächster Versuch soll mit verschiedenen Abständen durchgeführt werden.

5.3. Versuch HSR

5.3.1. Aufbau

Datum	Ort	Von	Bis
12.03.2010	Rapperswil HSR	13:13	14:25

Tabelle 7 Aufbau Versuch HSR

Der Versuch wurde auf dem Dach der Bibliothek der HSR durchgeführt.

Bei den ersten vier Messungen wurden die Empfänger schrittweise voneinander entfernt. Dabei blieb ein Empfänger immer am selben Ort.

Bei der 5. Messung wurde der stationäre Empfänger neben den anderen gelegt und somit eine erneute Messung ohne Abstand auf der anderen Seite des Daches durchzuführen. In der Letzen Messung wurden die beiden erneut 1 Meter voneinander entfernt.

Abstand:	0	0.1	1	30	0	1
Zeit von:	13:13:00	13:26:00	13:44:00	13:56:00	14:10:00	14:22:00
Zeit bis:	13:23:59	13:36:59	13:54:59	14:06:59	14:20:59	14:05:21

Tabelle 8 Aufbau Abstände Versuch HSR

5.3.2. Ziel

In diesem Versuch soll gezeigt werden welchen Einfluss der Abstand zwischen den Empfängern hat.

5.3.3. Ergebnis

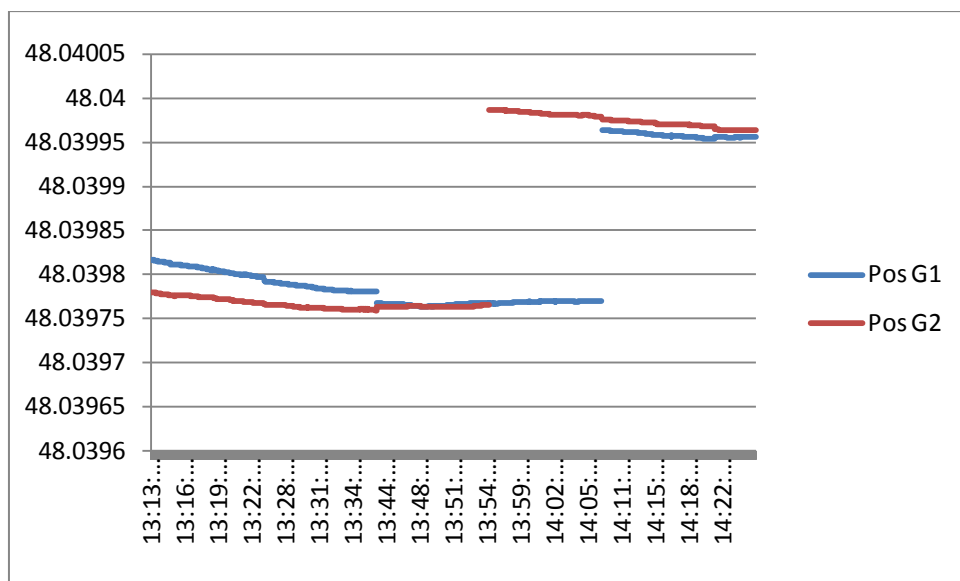


Abbildung 21 Positionsverlauf Versuch HSR

Korrelation in Relation zum Abstand der beiden GPS Empfänger

Abstand	0	0.1	1	30	0	1
Latitude	0.994742	0.980263	-0.090104	-0.870023	0.973082	0.000001
Longitude	0.477895	-0.783018	-0.868681	0.253727	0.130526	-0.068175
Position	0.989662	0.970416	-0.039200	-0.890940	0.980866	-0.273792

Tabelle 9 Korrelation Versuch HSR

Maximaler Abstand zu den genauen Koordinaten in Meter.

Abstand	0	0.1	1	30	0	1
Latitude:	3.09	2.17	0.12	-18.90	-1.43	-1.25
Longitude:	3.30	2.20	0.68	-27.99	-0.19	1.41

Tabelle 10 Abstände Versuch HSR

5.3.4. Fazit

Die Korrelation ist bei einem Meter sehr schlecht dafür stimmt der Abstand sehr gut überein.

5.4. Versuch Uster2

5.4.1. Aufbau

Datum	Ort	Von	Bis
19.03.2010	Uster	15:13	18:01

Tabelle 11 Aufbau Versuch Uster2

Datenauswertung beginnt erst ab 15:30 um die Ungenauigkeit am Anfang zu verhindern.

Die beiden grünen Empfänger werden in 5 Minuten Intervalle voneinander entfernt.

Abstände: 0m, 0.1m, 0.2m, 0.5m, 1m, 2m, 5m, 10m, 20m, 50m.

Anschliessend rückt der vorher stationäre Empfänger in den gleichen schritten näher.

Abstände: 20m, 10m, 5m, 2m, 1m, 0.5m, 0.2m, 0.1m, 0m.

Für die zweite Messung werden die Empfänger nebeneinander platziert. Die Messung dauert 15min. Anschliessend werden die Empfänger 2m voneinander entfernt und nochmals 15min belassen. Während der zweiten Messung zeichnet das Notebook zusätzlich zu den Empfängern die GPS Daten per Bluetooth auf.



Abbildung 22 Google Map Uster Berufsschule (11)

5.4.2. Ziel

Ziel dieses Versuches war an den Letzten anzuknüpfen und die Abstände noch zu verfeinern.

In einer weiteren Messung soll der Zusammenhang zwischen Anzahl Satelliten und der Genauigkeit aufgezeigt werden.

5.4.3. Ergebnis

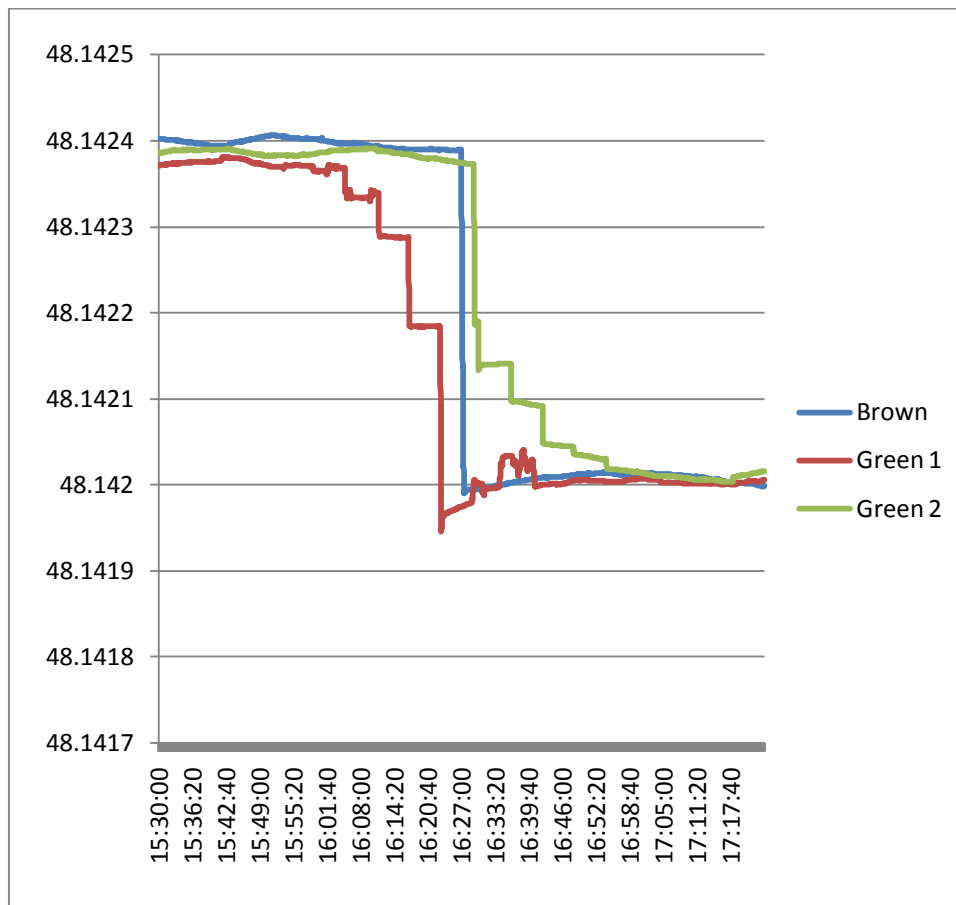


Abbildung 23 Positionsverlauf Versuch Uster2

In dieser Grafik sind die Schritte gut zu erkennen. Green 1 hat sich zuerst schrittweise entfernt. Der Empfänger „Brown“ wurde in der Mitte der Messung um platziert. Anschliessend nähert sich der Green 2 den anderen beiden Empfänger. Wie in der oberen Grafik ersichtlich wird ist der zweite Teil der Messung deutlich ungenauer. Alle drei Sensoren „bewegen“ sich obwohl Green 1 und Brown nicht mehr berührt wurden.

Abstand	Von	Bis	Korrelation Latitude	Korrelation Longitude
0	16:30:00	16:34:59	0.87281098	-0.194804816
0.1	16:36:00	16:40:59	0.725973537	0.466895554
0.2	16:42:00	16:46:59	0.938567225	-0.746672053
0.5	16:48:00	16:52:59	0.77081769	0.005628743
1	16:54:00	16:58:59	-0.676522129	-0.887502027
2	17:00:00	17:04:59	0.475254517	0.467720897
5	17:06:00	17:10:59	-0.161453238	0.356259188
10	17:12:00	17:16:59	0.822356972	0.912059215
20	17:18:00	17:22:59	0.177036872	0.393705828
50	17:24:00	17:28:59	-0.938427653	0.03561781
20	17:31:00	17:35:59	0.874909999	0.814289227
10	17:37:00	17:41:59	0.668671453	0.37039814
5	17:43:00	17:47:59	-0.833446083	0.203221804
2	18:19:00	18:23:59	0.729048452	-0.811105761
1	17:49:00	17:53:59	0.83656783	0.294485142
0.5	17:55:00	17:59:59	-0.88006894	-0.361736792
0.2	18:01:00	18:05:59	0.731242312	-0.971857439
0.1	18:07:00	18:11:59	0.614961022	-0.386667709
0	18:13:00	18:17:59	0.404738969	0.442588704

Tabelle 12 Abstände Versuch Uster2

Auswertung der Genauigkeit in Verbindung zu Anzahl Satelliten.

Anz. Satelliten	8	9	10	11	12
Minimum	47.209216	47.209216	47.209214	47.209214	47.209216
Maximum	47.20922	47.209221	47.209221	47.209223	47.209224
Differenz	0.000004	0.000005	0.000007	0.000009	0.000008
In Metern	0.4444	0.5556	0.7778	1	0.8889
Mittelwert	47.2092173	47.2092186	47.2092182	47.209219	47.2092224
Max Abweichung	0.0000027	0.0000026	0.0000042	0.000005	0.0000064
In Metern	0.2963	0.2852	0.4665	0.5545	0.7131

Tabelle 13 Anzahl Satelliten Versuch Uster2

5.4.4. Fazit

Gutes Resultat bei 0.2m. Der Abstand zwischen den Empfängern hat zwar einen Einfluss auf die Korrelation, jedoch sind die Werte bei gleichem Abstand nicht immer gleich gut. Dies ist gut zu sehen bei 10 Metern.

Es wurden immer mindestens 8 Satelliten verwendet. Deshalb waren alle stationären Messungen sehr genau. Die Werte waren im schlechtesten Fall weniger als einen Meter auseinander.

6. Die Komponenten

6.1. SQL DB

Die Daten sind in einem Microsoft SQL Server 2008 abgelegt. Damit der Service auf die Daten zugreifen kann wurde ein Datenbankbenutzer angelegt.

Benutzername:
Passwort:

fussballtracking
fussballtracking

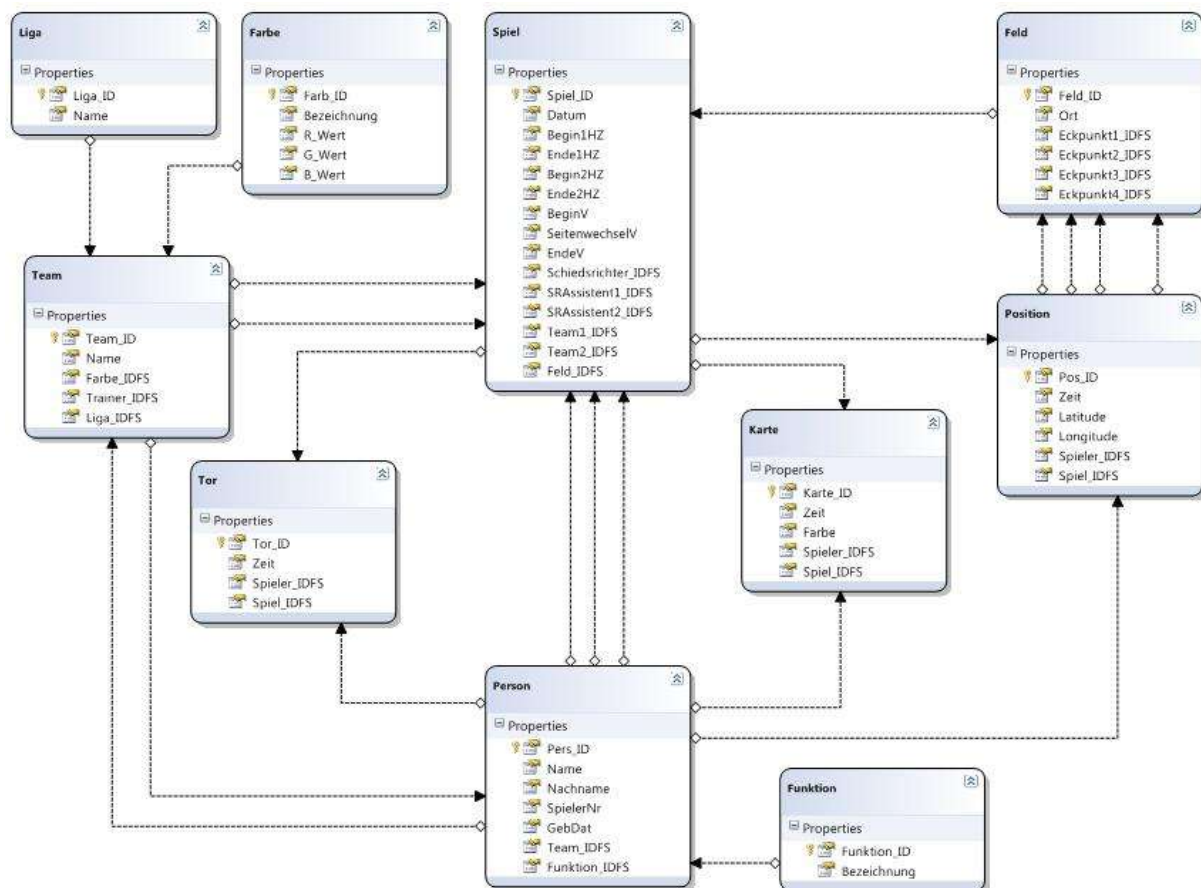


Abbildung 24 Datenbank Design Farben: In der Tabelle Farben werden den Mannschaftsfarben einen entsprechenden RGB Wert zugeteilt.

Feld: In dieser Tabelle werden die Spielfelder definiert. Zu jedem Spielfeld wird ein Ort und die Koordinaten der 4 Ecken gespeichert

- Funktion:** In dieser Tabelle sind die Funktionen hinterlegt welche einer Person zugeordnet werden können.
Momentan sind dies:
- Spieler
 - Schiedsrichter
 - Schiedsrichter Assistent
 - Trainer
- Karte:** Hier werden die, durch den Schiedsrichter ausgesprochenen, Karten gespeichert. Gespeichert wird dabei, wer die Karte erhält, in welchem Spiel dies war, um welche Zeit und um welche Karte es sich handelt.
- Liga:** Die Tabelle Liga beinhaltet die Ligen, in welchen die Mannschaften vertreten sein können.
- Person:** In dieser Tabelle werden die Personendaten der Spieler/Schiedsrichter/Trainer erfasst.
Jeder Datensatz enthält Name, Vorname der Person sowie das Geburtsdatum und bekommt eine Funktion aus der Tabelle Funktion zugewiesen. Handelt es sich um einen Spieler, werden zusätzlich noch Spielernummer und Teamzugehörigkeit erfasst.
- Position:** In dieser Tabelle werden die Koordinaten (Longitude und Latitude) gespeichert und einem Spieler, einem Spiel und einer bestimmten Uhrzeit zugeordnet.
- Spiel:** Diese Tabelle beinhaltet die Spiele. Jedes Spiel besitzt ein Datum sowie die Zeiten an welchen die Halbzeiten beginnen und enden. Falls es eine Verlängerung gegeben hat werden auch der Beginn und das Ende dieser hier gespeichert. Zudem werden dem Spiel hier noch die Schiedsrichter und Assistenten zugeordnet. Des Weiteren werden die Mannschaften welche gespielt hatten und das Feld auf welchem das Spiel ausgetragen wurden dem Spiel zugeordnet.
- Team:** Hier werden die Mannschaften gespeichert. Jede Mannschaft besitzt einen, Namen eine Farbe, einen Trainer sowie eine Liga.
- Tor:** Diese Tabelle speichert die geschossenen Tore. Es wird gespeichert, wer, in welchem Spiel, zu welcher Zeit ein Tor geschossen hat.

Die Anforderungen an ein mögliches einlese Tool ist im Anhang im Kapitel 14.3 zu finden.

6.2. WCF Service

Der WCF Service Trennt die Anwendung von der Datenbank. So muss die Anwendung nicht auf die Datenbank zugreifen. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt lokal auf dem Server. Dadurch können nur Manipulationen an der Datenbank vorgenommen werden welche im Service implementiert sind. Dadurch ist die Datenbank von aussen geschützt. Der Zugriff auf die Datenbank erfolgt mit LINQ. Die Syntax ist ähnlich wie SQL. Jedoch mit LINQ die Vorteile die das Visual Studio und Objekte bieten. Die Syntax wird bereits bei der Eingabe überprüft.

Der Service kann in der Applikation eingebunden werden. So kann aus der Applikation einfach auf die Daten zugegriffen werden. Beim Aufruf können Parameter mit gegeben werden. Als rückgabewerte können neben den Standard Datentypen auch ganze Tabellen aus der Datenbank als eigener Datentyp zurückgegeben werden.

Funktionen:

Name:	GetOrte
Parameter:	-
Rückgabe:	List<string>
Beschreibung:	Gibt eine Liste aller erfassten Orte zurück.

Tabelle 14 Service Funktion GetOrte

Name:	GetMannschaften
Parameter:	-
Rückgabe:	List<Team>
Beschreibung:	Gibt eine Liste aller erfassten Mannschaften zurück.

Tabelle 15 Service Funktion GetMannschaften

Name:	GetDaten
Parameter:	-
Rückgabe:	List<DateTime>
Beschreibung:	Gibt eine Liste mit Spieldaten aller erfassten Spiele zurück

Tabelle 16 Service Funktion GetDaten

Name:	GetSpielerByID
Parameter:	Int (ID der Person)
Rückgabe:	Person
Beschreibung:	Gibt die Person zurück welche die übergeben ID besitzt.

Tabelle 17 Service Funktion GetSpielerByID

Name:	GetSpielerByTeam
Parameter:	Int (ID der ersten Mannschaft) Int (ID der zweiten Mannschaft)
Rückgabe:	List<Person>
Beschreibung:	Gibt eine Liste aller Spieler der beiden Mannschaften zurück.

Tabelle 18 Service Funktion GetSpielerByTeam

Name:	GetSpiele
Parameter:	Int (Spielernummer) String (Spielort) String (Mannschaft) DateTime (Datum) Int (Schlüssel welche Kriterien benutzt werden)
Rückgabe:	List<Spiel>
Beschreibung:	Gibt eine Liste mit allen Spielen zurück welche zu den verwendeten, mitgegebenen Kriterien passen. Der letzte Parameter bestimmt welche der Kriterien verwendet werden. Der Wert entspricht dem Binären Wert. In der Reihenfolge: {Spielnummer; Ort; Mannschaft; Datum} Beispielsweise: Wenn der Ort und das Datum als Filterkriterium verwendet werden soll entspricht dies {0101}. Dies ergibt einen Dezimalwert von 5. In diesem Fall würde die Zahl 5 als letzter Parameter übergeben.

Tabelle 19 Service Funktion GetSpiele

Name:	GetSpiel
Parameter:	Int (Spielnummer)
Rückgabe:	Spiel
Beschreibung:	Gibt das Spiel zurück bei welchem die ID mit dem übergebenen Wert übereinstimmt.

Tabelle 20 Service Funktion GetSpiel

Name:	GetKoordinaten
Parameter:	Int (ID des Spiels) Int (ID des Spielers) DateTime (Beginn des Spiels) DateTime (Ende des Spiels) Bool (überwachtes Laden)
Rückgabe:	List<Position>
Beschreibung:	Gibt eine Liste mit Positionen zurück bei welchen das Spiel dem ersten Parameter und der Spieler dem zweiten Parameter entspricht. Der dritte und der vierte Parameter definieren die Spieldauer. Es werden nur Koordinaten innerhalb der Spieldauer zurückgegeben. Der letzte Parameter bestimmt ob die Koordinaten gesichert geladen werden oder nicht. Beim gesicherten laden ist die zurückgegebene Liste lückenlos. Jedoch dauert das laden länger.

Tabelle 21 Service Funktion GetKoordinaten

Name:	GetFeld
Parameter:	Int (ID des Feldes)
Rückgabe:	Feld
Beschreibung:	Gibt das Feld zurück bei welchem der ID Wert dem Parameter entspricht.

Tabelle 22 Service Funktion GetFeld

Name:	GetFieldKoordinaten
Parameter:	List<int> (Liste mit IDs der Koordinaten der Ecken des Feldes)
Rückgabe:	List<Position>
Beschreibung:	Gibt die Positionen der vier Ecken des Spielfeldes zurück. Die Positionen werden in Form einer Liste zurückgegeben. Diese Funktion benötigt die IDs der Positionen als Liste.

Tabelle 23 Service Funktion GetFieldKoordinaten

Name:	GetFeldKoordinaten
Parameter:	Int (ID des Feldes)
Rückgabe:	List<Position>
Beschreibung:	Andere Version der oberen Funktion. Gibt die Positionen der vier Ecken des Spielfeldes in Form einer Liste zurück. Als Parameter wird die ID des Feldes benötigt.

Tabelle 24 Service Funktion GetFeldKoordinaten

Name:	GetTeamsByTeam_ID
Parameter:	Int (ID der ersten Mannschaft) Int (ID der zweiten Mannschaft)
Rückgabe:	List<Team>
Beschreibung:	Diese Funktion liefert die beiden Mannschaften anhand ihrer IDs zurück.

Tabelle 25 Service Funktion GetTramsByTeam_ID

Name:	GetSRByID
Parameter:	Int (ID des Schiedsrichters) Int (ID des ersten Schiedsrichter Assistenten) Int (ID des zweiten Schiedsrichter Assistenten)
Rückgabe:	List<Person>
Beschreibung:	Gibt eine List zurück, welche den Schiedsrichter und die beiden Assistenten beinhaltet.

Tabelle 26 Service Funktion GetSRByID

Name:	GetSpielstandBySpiel
Parameter:	Int (ID des Spiels) Int (ID der ersten Mannschaft) Int (ID der zweiten Mannschaft) DateTime (Ende der ersten Halbzeit) DateTime (Ende der zweiten Halbzeit)
Rückgabe:	String[]
Beschreibung:	Diese Funktion gibt den Spielstand zurück. Der Spielstand wird in der folgenden Form zurückgegeben. Mannschaft1 – Mannschaft2 Tore1:Tore2 (ToreHz1:ToreHz2) Beispielsweise: „FC A – FC B 2:1 (1:0)“

Tabelle 27 Service Funktion GetSpielstandBySpiel

Name:	GetFarbeByTeamID
Parameter:	Int (ID der ersten Mannschaft) Int (ID der zweiten Mannschaft)
Rückgabe:	List<Farbe>
Beschreibung:	Gibt die Farben der beiden Mannschaften in Form einer Liste zurück.

Tabelle 28 Service Funktion GetFarbeByTeamID

Name:	GetToreBySpiel
Parameter:	Int (ID des Spiels)
Rückgabe:	List<Tor>
Beschreibung:	Gibt eine Liste der geschossenen Tore zurück.

Tabelle 29 Service Funktion GetToreBySpiel

Name:	GetResultate
Parameter:	-
Rückgabe:	List<string>
Beschreibung:	Gibt eine List mit den Resultaten der verschiedenen Spiele zurück

Tabelle 30 Service Funktion GetResultate

Name:	GetKartenBySpiel
Parameter:	Int (ID des Spiels)
Rückgabe:	List<Karte>
Beschreibung:	Gibt eine Liste der erhaltenen Karten zurück

Tabelle 31 Service Funktion GetKartenBySpiel

Der Service ist zu finden unter:

<http://fussballer.cnlab.ch/TestService/service.svc>

6.3. Silverlight Website

Eine Silverlight Anwendung besteht aus zwei Teilen. Einerseits die Darstellung zum ändern die Logik. Das Design wurde mit Microsoft Expression Blend gestaltet.

Die Logik wurde in C# implementiert. Hierzu wurde das Visual Studio 2008 verwendet. Um die Koordinaten umzurechnen wurde eine Class der Swisstopo verwendet.

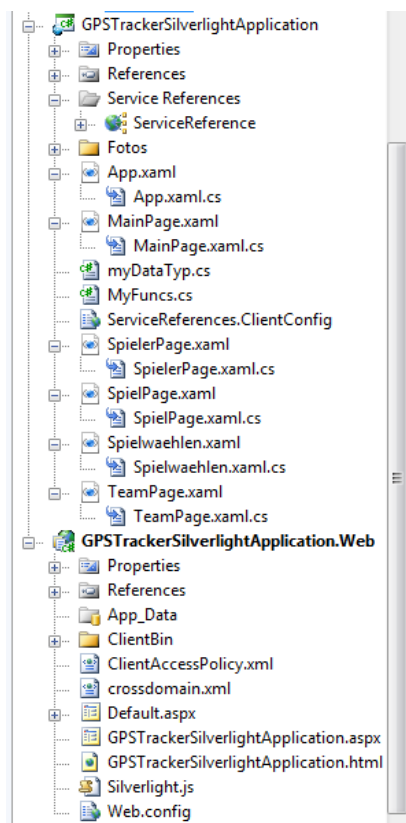


Abbildung 25 Solution Explorer

Die Silverlight Applikation besteht aus zwei Projekten.

Das Projekt „GPSTrackerSilverlightApplication“ beinhaltet sowohl die Logik wie auch das Design. Der Service wird als Service Reference in das Projekt eingebunden. Der Ordner Fotos soll künftig die Fotos der Spieler beinhalten. Die eigenen Datentypen wurden in der „myDataTyp.cs“ definiert. In der Datei „MyFuncs“ befinden sich Funktionen welche an verschiedenen Orten aufgerufen werden. Hier befinden sich auch die Funktionen der Swisstopo. In den „.xaml“ Dateien wird das Design festgelegt. Für jede Seite wurde eine eigene xaml angelegt. Die „.xaml.cs“ Dateien beinhalten die Logik.

Das Projekt „GPSTrackerSilverlightApplication.Web“ Definiert die zu veröffentliche Website. Dieses Projekt wurde durch die beiden Dateien „ClientAccessPolicy.xml“ und „crossdomain.xml“ ergänzt. Der restliche Inhalt wurde automatisch erzeugt. Die beiden angefügten Dateien konfigurieren die Zugriffsrechte. Sie bestimmen von wo aus auf die Domäne zugegriffen werden darf.

Die Seite ist zu finden unter: <http://fussballer.cnlab.ch>

7. Installationsanleitung

7.1. Client

Auf dem Client muss neben einem Webbrowser auch Silverlight installiert sein.

7.2. Server

7.2.1. IIS

Auf der Serverseite wird ein IIS Server benötigt

Klicken Sie im Startmenü auf Serververwaltung.

- Klicken Sie unter Serverfunktionen verwalten auf Funktion hinzufügen oder entfernen.
- Lesen Sie die vorbereitenden Schritte im Serverkonfigurations-Assistenten, und klicken Sie auf Weiter.
- Klicken Sie unter Serverfunktion auf Anwendungsserver (IIS, ASP.NET) und dann auf Weiter.
- Wenn eine der optionalen Technologien verwendet werden soll (Front-Page-Servererweiterungen oder ASP.NET), aktivieren Sie auf der Seite Anwendungsserveroptionen die entsprechenden Kontrollkästchen, und klicken Sie dann auf Weiter.
- Lesen Sie die Zusammenfassung, und klicken Sie auf Weiter.
- Führen Sie die übrigen Schritte des Assistenten aus, und klicken Sie auf Fertigstellen

7.2.2. .Net Framework 3.5

Neben dem IIS wird das .Net Framework 3.5 benötigt. Im Normalfall ist dies bereits Bestandteil des IIS. Sollte dies nicht der Fall sein muss dies noch installiert werden. Das .Net Framework kann auf der Microsoft Website heruntergeladen werden.

7.2.3. MSSQL Server

Desweiteren wird noch der MSSQL Server benötigt. Der MSSQL Server muss im Mixed Modus installiert werden. Damit der Server sowohl Windowslogin wie auch Datenbankbenutzer akzeptiert.

7.3. Webapplikation Publizieren

7.3.1. Service

Um den Service zu veröffentlichen klicken Sie mit der rechten Maustaste im Solution Explorer auf das Projekt in welchem der Service implementiert wurde.

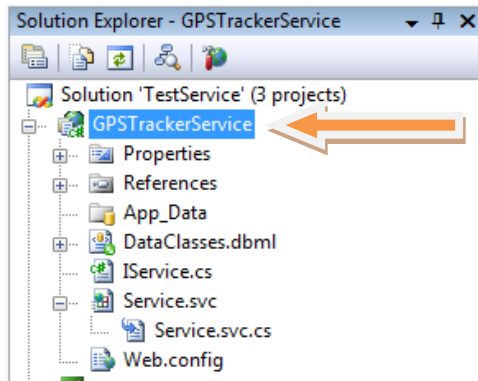


Abbildung 26 GPSTrackerService Projekt

Anschliessend im Kontextmenu auf „Publish...“

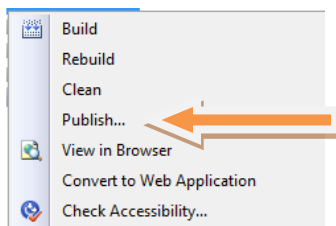


Abbildung 27 Kontextmenu des Services

Wählen Sie einen Speicherort und klicken Sie anschliessend auf „Publish“

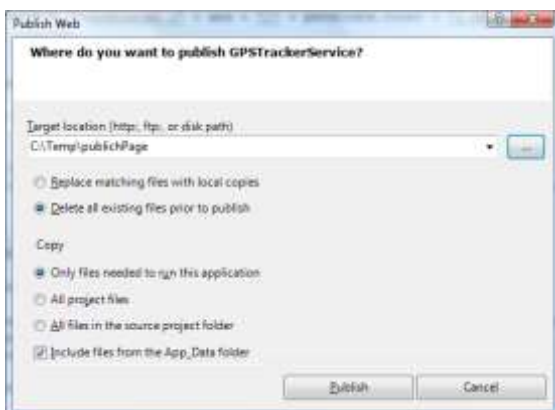


Abbildung 28 Publish Dialog des Services

Existiert der Service bereits und Sie möchten nur eine neue Version publizieren. Können Sie nun die Dateien im Service Ordner im wwwRoot ersetzen. **Achtung!!!** Die „Web.config“ Datei **nicht** ersetzen!

Publizieren Sie den Service zum ersten Mal.

- Erstellen Sie einen Ordner im wwwRoot in diesem Fall „TestService“.
- Kopieren Sie die erstellten Dateien in dieses Verzeichnis.
- Starten Sie den IIS Manager
- Navigieren Sie im linken Fenster „Connections“ zur „Default Web Site“
Dort finden Sie Ihren erstellten Orden
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Orden.
- Wählen Sie im Kontextmenu den Punkt „Convert to Application“ aus.
- Nun müssen Sie noch die „Web.config“ Datei anpassen.
Siehe Kapitel 7.3.3 „Web.config anpassen“

Damit die Änderungen auch im Visual Studio wirksam werden müssen Sie den Service im Visual Studio noch aktualisieren.

Hierzu klicken Sie mit der rechten Maustaste auf „ServiceReference“.

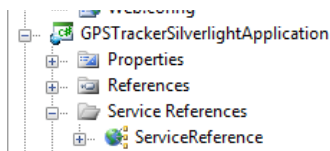


Abbildung 29 GPSTrackerSilverlightApplication Projekt

Anschliessend auf „Update Service Reference“.

7.3.2. Website

Um die Website zu Publizieren klicken Sie mit der rechten Maustaste im Solution Explorer auf Ihr Website Projekt

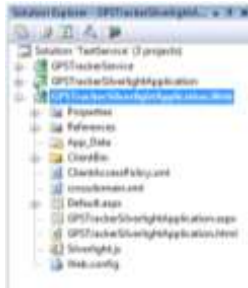


Abbildung 30 Website Projekt

Klicken Sie auf „Publish...“.

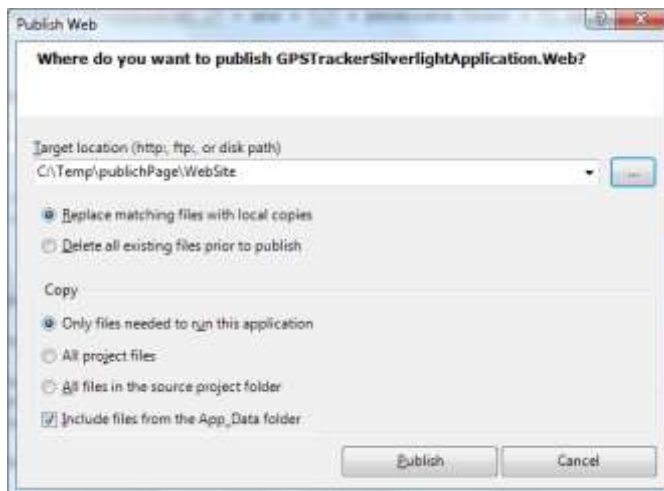


Abbildung 31 Publish Dialog Website

Wählen Sie einen Speicherort und klicken Sie auf Publish.

Existiert die Website bereits und Sie möchten nur eine neue Version publizieren. Können Sie nun die Dateien im Website Ordner im wwwRoot ersetzen.

Publizieren Sie den Service zum ersten Mal.

- Erstellen Sie einen Ordner im wwwRoot in diesem Fall „WebSite“.
- Kopieren Sie die erstellten Dateien in dieses Verzeichnis.
- Starten Sie den IIS Manager
- Navigieren Sie im linken Fenster „Connections“ zur „Default Web Site“
Dort finden Sie Ihren erstellten Orden
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Orden.
- Wählen Sie im Kontextmenu den Punkt „Convert to Application“ aus.

7.3.3. Web.config anpassen

Die Web.config Datei beinhaltet die Verbindungsdaten zur Datenbank. Damit der Service auf die Datenbank zugreifen kann muss in dieser Datei der Pfad zur Datenbank und Benutzername und Passwort hinterlegt sein.

Ersetzen Sie den connectionString durch diesen:

```
<connectionStrings>
<add name="fussballtrackingConnectionString"
connectionString="Data Source=localhost; ← Server
Initial Catalog=fussballertracking; ← Datenbank Name
User ID=fussballtracking; ← Benutzername
Password=fussballtracking" ← Passwort
providerName="System.Data.SqlClient"/>
</connectionStrings>
```


7.3.4. Weiterleitung einrichten

Damit die Silverlight Applikation aus dem Root geladen wird können Sie sich einer Weiterleitung bedienen.

Erstellen Sie im wwwRoot eine Datei mit dem Name „Default.htm“

Kopieren Sie diesen Inhalt in die Datei:

```
<html>
<head>
<meta http-equiv="refresh" content="0;
  URL=./website/GPSTrackerSilverlightApplication.html">
</head>
<body>
Sie werden sofort Weitergeleitet
</body>
</html>
```

Die URL muss gegebenenfalls angepasst werden.

8. Aufgetretene Probleme und Lösungen

Problem	Lösung
Compiler erkennt Binding nicht	Im Web.Config des Service Projektes ist standartmässig das falsche Binding implementiert. Silverlight benötigt „basicHttpBinding“.
Website liefert „Not found“ Exception	<p>LINQ Abfrage im Service liefert kein Resultat.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Grund falsche Abfrage. Abfrage kontrolliert und geändert. Abfrage anhand von SQL Befehl in Datenbank überprüft • Grund Kein Wert vorhanden. GetFirstOrDefault anstelle GetFirst verwenden. • Parameter welcher der Funktion übergeben wurde enthielt noch keine Daten. Abgeklärt wieso und teilweise Funktion erst zu einem späteren Zeitpunkt aufrufen. • Zugriffsberechtigung war falsch Gesetz in der Datenbank. Diese neu gesetzt und ClientAccessPolicy.xml Datei erstellt.
Kein Zugriff auf die Datenbank	ConnectionString geändert und Datenbanklogin anstelle Windowslogin verwendet
Kalenderelement wurde nicht erkannt	Reference gesucht und in Projekt importiert.
Seiten Navigation funktionierte nur in eine Richtung	Anderer Ansatz gewählt. Navigation mittels Navigationsframe realisiert.
Geschwindigkeit frei wählbar	Abfragen jeder Koordinate wenn diese gebraucht wird kann nicht mithalten mit schnellem Ablauf des Spieles. Deshalb Koordinaten vorgängig laden.
Service konnte von aussen nicht angesprochen werden.	Teilweise wurde der Service über die IP teilweise über die URL angesprochen und zwischendurch noch vom einen ins andere umgewandelt. Einheitliche ansprechen über die URL die nötigen Einstellungen am Router geändert (durch Omid Afshari cnlab AG)
Änderungen am Service waren beim Aufruf nicht vorhanden.	Service Reference war nicht aktualisiert Service Reference aktualisieren gegebenenfalls neu sogar kompilieren.

Tabelle 32 Aufgetretene Probleme und Lösungen

9. Schlussfolgerung

9.1. Zusammenfassung

Die GPS Grundlagenforschung nahm viel Zeit in Anspruch. Um die Genauigkeit der Tracker zu eruieren wurden verschiedene Versuche durchgeführt. Der erste Versuch fand auf einem Fenstersims statt. Schnell wurde klar, dass Messungen an einer Gebäudefront ungenau sind. Die weiteren Messungen wurden in freier Umgebung durchgeführt. In einem weiteren Versuch wurde die Korrelation der Tracker bei unterschiedlichen Abständen getestet. Es stellte sich heraus, dass die Tracker bei unterschiedlichem Abstand unterschiedlich stark korrelieren. Da sich die Spieler auf dem Feld bewegen ändert sich auch der Abstand zu einer allfälligen Vergleichsstation am Spielfeldrand. Dadurch bringt ein selber realisiertes DGPS mit diesen Empfängern keine Verbesserung. Es wurde beschlossen für den weiteren Verlauf der Arbeiten mit den Koordinaten zu arbeiten welche die Tracker liefern. Dieser Entscheid beruhte auf der Annahme, dass die GPS Tracker in naher Zukunft einiges präziser werden und das auf den Fussballfeldern gute Empfangsbedingungen herrschen.

Bevor die Implementierung starten konnte wurde das Design auf Papier geplant. Der Paper Prototyp wurde an den Sitzungen verbessert. Nach der zweiten Version wurde entschieden, diese zu realisieren und allenfalls kleine Veränderungen später direkt vorzunehmen.

9.2. Beurteilung der Resultate

Es konnten nicht alle Ziele erreicht werden. Durch verschiedene Versuche und Recherchen konnte aufgezeigt werden welche Einflüsse das GPS Signal beeinflussen. Jedoch konnte keine Lösung gefunden werden, welche diese Einflüsse korrigiert.

Das automatische Auslesen der GPS Tracker erwies sich als aufwendiger und komplexer als erwartet. Deshalb wurde das automatisch auslesen aus Zeitgründen weggelassen.

In der Webapplikation wurden Traces, Taktik und statistische Auswertung implementiert. Die Spieler können auf dem Spielfeld verfolgt werden. Das Design und die Funktionalitäten wurden an den Sitzungen jeweils besprochen und an die Kundenwünsche angepasst.

9.3. Ausblick

Die Firma cnlab hat parallel zum Abschluss dieser Arbeit eine Java Script Implementation realisiert. Bei der neuen Implementation wurde nicht auf Silverlight gesetzt. Somit wird dieses Projekt vorerst nicht mehr mit Silverlight weitergeführt. Die Erfahrungen aus dieser Arbeit konnten jedoch in die Entwicklung der neuen Implementation einfließen.

10. Glossar

Abkürzung / Begriff	Beschreibung
.ch	Internetkürzel für die Schweiz
.com	Internetkürzel für Commercial
.de	Internetkürzel für Deutschland
.exe	Dateiendung exe steht für executable; auf Deutsch ausführbar
.htm	Dateiendung einer in der Hypertext Markup Language erstellten Datei
.net	Software Plattform von Microsoft
.xml	Auszeichnungssprache zur Darstellung hierarchisch strukturierter Daten in Form von Textdaten xml steht für Extensible Markup Language
AG	Aktien Gesellschaft
AGPS	Assisted GPS wird in Kapitel 4.6.1 beschrieben
ASP.NET	serverseitige Technologie von Microsoft zum Erstellen von Webanwendungen auf Basis des Microsoft-.NET-Frameworks.
Bit	binary digit, kleinste Informationseinheit 0 oder 1
Bit/s	Bit pro Sekunde
Bits	Plural von Bit
Bluetooth	Funkübertragung zwischen 2 Geräten
bps	Bits pro Sekunde
BT-Q1300S	Typenbezeichnung eines GPS Trackers der Firma Qstarz
C#	Programmiersprache von Microsoft
Cäsium	Chemisches Element mit der Ordnungszahl 55
CD	Compact Disc; Speicher Medium
Client	Kunde; nutzt Dienstleistungen des Servers
cm	Centimeter = 1/100 Meter
Com Port	serielle Schnittstelle
CSV	Comma-Separated Values; Aufbau einer Textdatei zur Speicherung oder zum Austausch einfach strukturierter Daten
DB	Datenbank
dBm	Dezibel Milliwatt; das Verhältnis einer Leistung P im Vergleich zur Bezugsleistung von 1 Milliwatt
DGPS	Differential GPS wird in Kapitel 4.6.2 beschrieben
Dr	Doktor
Echtzeit	die Zeit, die Abläufe in der <i>realen Welt</i> verbrauchen
EGNOS	European Geostationary Navigation Overlay Service; Europäisches DGPS
g	Gram Gewichtseinheit
Galileo	Europäisches Satellitennavigationssystem (befindet sich im Aufbau)
GHz	Gigahertz; 1 Milliarde Hertz
GPS	Global Positioning System wird im Kapitel 4 beschrieben
GSM	Global System for Mobile Communications; Mobiltelefonnetz
HSR	Hochschule Rapperswil
I	Abteilung Informatik
IIS	Internet Information Services; Microsoft Web Server
kFr	kilo Franken 1000 Franken
km	Kilometer; 1000 Meter
Kontextmenu	Interaktionsobjekt; erscheint beim Rechtsklick

Latitude	Geographische Breite
LINQ	Language Integrated Query; Komponente von Microsoft für die Datenabfrage
local host	das momentan genutzte System
Longitude	Geographische Länge
m/s	Meter pro Sekunde
MHz	Megahertz 1 Million Hertz
Mikrosekunde	1 Millionstel Sekunde
Mixed Modus	Modus in welchem der Datenbank Server betrieben werden kann. Akzeptiert Windowsuser und Datenbankuser
Modulo	Mathematische Operation entspricht dem Rest einer Division (z.B: 11 Modulo 2 ergibt 1
MSSQL	Microsoft SQL
Nanosekunde	1 Milliardstel Sekunde
NULL	Kein Wert
OFF	Offline; Ausgeschaltet
ON	Online; Eingeschaltet
Pixel	Bildpunkt
POI	Point of Interest; interessanter Ort / spezifischer Ort
Polyline	Linie bestehend aus mehreren verbundenen Punkte
PRN	Pseudo Random Noise Kapitel 4.5.3
Prof	Professor
Qstarz	Firma; Hersteller des GPS Trackers
resp.	respektive
RGB	Farbwert nach dem Schlüssel Rot Grün Blau
Root	Ursprung
Rubidium	Chemisches Element mit der Ordnungszahl 37
SBAS	Satellite Based Augmentation System; satellitenbasierte Ergänzungssysteme
SE1	Software Engineering 1; Modul an der HSR
Server	Diener; stellt dem Client Dienste zu Verfügung.
Silverlight	Erweiterung für Webbrowser, ermöglicht Ausführung von Rich Internet Applications
SQL	Structured Query Language; Datenbanksprache zur Definition, Abfrage und Manipulation von Daten in relationalen Datenbanken.
Swisstopo	Bundesamt für Landestopografie
Tracker	Verfolger; zeichnet Koordinaten auf so können die Bewegungen nachvollzogen werden
UI	User Interface; Benutzerschnittstelle
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System; Datenübertragungsnetz
URL	Uniform Resource Locator; identifiziert und lokalisiert Ressourcen
USB	Universal Serial Bus; serielle Schnittstelle
Visual Studio	Entwicklungsumgebung von Microsoft
WCF	Windows Communication Foundation; dienstorientierte Kommunikationsplattform für verteilte Anwendungen
wwwRoot	Root Verzeichnis des Webservers; Basisverzeichnis des Webservers
XOR	Exklusiv Oder. Logisches Tor
z.B:	zum Beispiel

Tabelle 33 Glossar

11. Quellenverzeichnis

1. Wikipedia Artikel GPS. [Online] http://de.wikipedia.org/wiki/Global_Positioning_System.
2. GPS Satelliten Typen. [Online] http://www.deagel.com/C3ISTAR-Satellites/GPS-Block-IIF_a000238004.aspx.
3. Kowoma GPS Satelliten Typ. [Online] <http://www.kowoma.de/gps/Satelliten.htm>.
4. Kowoma Umlaufbahnen. [Online] <http://www.kowoma.de/gps/Umlaufbahnen.htm>.
5. **Mansfeld, Werner.** *Satellitenortung und Navigation*. s.l. : Vieweg + Teubner, 2010. 978-3-8348-0611-6.
6. Kowoma GPS Signale. [Online] <http://www.kowoma.de/gps/Signale.htm>.
7. Wikipedia Artikel Schieberegister. [Online]
http://de.wikipedia.org/wiki/Linear_r%C3%BCckgekoppeltes_Schieberegister.
8. Wikipedia Artikel AGPS. [Online]
http://de.wikipedia.org/wiki/Assisted_Global_Positioning_System.
9. Wikipedia Artikel DGPS. [Online]
http://de.wikipedia.org/wiki/Differential_Global_Positioning_System.
10. Kowoma Fehlerquellen. [Online] <http://www.kowoma.de/gps/Fehlerquellen.htm>.
11. Google Maps. [Online] <http://maps.google.com/>.

12. Abbildungsverzeichnis

ABBILDUNG 1 GPS TRACKER BT-Q1300S.....	8
ABBILDUNG 2 WEBANWENDUNG.....	9
ABBILDUNG 3 WEG DER DATEN.....	10
ABBILDUNG 4 BEDIENFELDER DER WEBANWENDUNG	11
ABBILDUNG 5 FUSSBALLFELD IN DER WEBANWENDUNG	12
ABBILDUNG 6 GPS UMLAUFBAHNEN (5)	15
ABBILDUNG 7 GPS SATELLITEN VERTEILUNG (5).....	16
ABBILDUNG 8 UMLAUFBAHN WINKEL (4).....	16
ABBILDUNG 9 QSTARZGPSVIEW SOFTWARE AKTUELLE SATELLITENSITUATION	17
ABBILDUNG 10 AUFBAU GPS SIGNAL (6)	18
ABBILDUNG 11 PHASENMODULATION (6).....	19
ABBILDUNG 12 ZUSAMMENSETZUNG SYSTEMDATEN (5)	20
ABBILDUNG 13 STRUKTUR DES DATENRAHMENS (5)	20
ABBILDUNG 14 QSTARZGPSVIEW SOFTWARE AGPS KONFIGURIEREN	21
ABBILDUNG 15 QSTARZGPSVIEW SOFTWARE DGPS KONFIGURIEREN	22
ABBILDUNG 16 IDEALER WINKEL	23
ABBILDUNG 17 VERLAUF LATITUDE VERSUCH CNLAB	26
ABBILDUNG 18 VERLAUF LONGITUDE VERSUCH CNLAB.....	27
ABBILDUNG 19 GOOGLE MAP USTER ZÜRICHSTR. (11)	28
ABBILDUNG 20 POSITIONSVERLAUF VERSUCH USTER1.....	29
ABBILDUNG 21 POSITIONSVERLAUF VERSUCH HSR.....	31
ABBILDUNG 22 GOOGLE MAP USTER BERUFSSCHULE (11)	32
ABBILDUNG 23 POSITIONSVERLAUF VERSUCH USTER2.....	33
ABBILDUNG 24 DATENBANK DESIGN.....	36
ABBILDUNG 25 SOLUTION EXPLORER.....	42
ABBILDUNG 26 GPSTRACKERSERVICE PROJEKT	44
ABBILDUNG 27 KONTEXTMENU DES SERVICES.....	44
ABBILDUNG 28 PUBLISH DIALOG DES SERVICES	44
ABBILDUNG 29 GPSTRACKERSILVERLIGHTAPPLICATION PROJEKT	45
ABBILDUNG 30 WEBSITE PROJEKT	46
ABBILDUNG 31 PUBLISH DIALOG WEBSITE.....	46
ABBILDUNG 32 SOLL IST STUNDEN VERGLEICH	57
ABBILDUNG 33 GPS TRACKER BT-Q1300S.....	59
ABBILDUNG 34 GPS KONFIGURIEREN BUTTON	61
ABBILDUNG 35 SCHNITTSTELLE WÄHLEN	61
ABBILDUNG 36 INTERVALL DEFINIEREN.....	61

13.Tabellenverzeichnis

TABELLE 1 TECHNISCHE DATEN BT-Q1300S.....	14
TABELLE 2 AUFBAU VERSUCH CNLAB	26
TABELLE 3 KORRELATION VERSUCH CNLAB	27
TABELLE 4 AUFBAU VERSUCH USTER1.....	28
TABELLE 5 KORRELATION VERSUCH USTER1.....	29
TABELLE 6 MAXIMALE ABWEICHUNG VERSUCH USTER1	29
TABELLE 7 AUFBAU VERSUCH HSR.....	30
TABELLE 8 AUFBAU ABSTÄNDE VERSUCH HSR	30
TABELLE 9 KORRELATION VERSUCH HSR	31
TABELLE 10 ABSTÄNDE VERSUCH HSR.....	31
TABELLE 11 AUFBAU VERSUCH USTER2.....	32
TABELLE 12 ABSTÄNDE VERSUCH USTER2	34
TABELLE 13 ANZAHL SATELLITEN VERSUCH USTER2.....	34
TABELLE 14 SERVICE FUNKTION GETORTE.....	38
TABELLE 15 SERVICE FUNKTION GETMANNSCHAFTEN.....	38
TABELLE 16 SERVICE FUNKTION GETDATEN	38
TABELLE 17 SERVICE FUNKTION GETSPIELERBYID.....	38
TABELLE 18 SERVICE FUNKTION GETSPIELERBYTEAM	38
TABELLE 19 SERVICE FUNKTION GETSPIELE	39
TABELLE 20 SERVICE FUNKTION GETSPIEL.....	39
TABELLE 21 SERVICE FUNKTION GETKOORDIANTEN	39
TABELLE 22 SERVICE FUNKTION GETFELD.....	39
TABELLE 23 SERVICE FUNKTION GETFELDKOORDIANTEN	40
TABELLE 24 SERVICE FUNKTION GETFELDKOORDINATEN	40
TABELLE 25 SERVICE FUNKTION GETTRAMSBYTEAM_ID.....	40
TABELLE 26 SERVICE FUNKTION GETSRBYID.....	40
TABELLE 27 SERVICE FUNKTION GETSPIELSTANDBYSPIEL	40
TABELLE 28 SERVICE FUNKTION GETFARBEBYTEAMID.....	40
TABELLE 29 SERVICE FUNKTION GETTOREBYSPIEL	41
TABELLE 30 SERVICE FUNKTION GETRESULTATE	41
TABELLE 31 SERVICE FUNKTION GETKARTENBYSPIEL.....	41
TABELLE 32 AUFGETRETENE PROBLEME UND LÖSUNGEN	49
TABELLE 33 GLOSSAR.....	52
TABELLE 34 MEILENSTEINE	57
TABELLE 35 VORDEFINIERT FUNKTIONEN IN DER DATENBANK.....	58

14. Anhang

14.1. Persönlicher Bericht

Es war ein interessantes aber sehr Arbeitsintensives Projekt. Die Arbeit hatten wir uns gemeinsam ausgesucht. Leider fiel meine Projektpartnerin gesundheitsbedingt aus. Es gab einige Situationen in welchen ein zweites Paar Augen hilfreich gewesen wären. Bei einigen Problemen habe ich sehr viel Zeit verloren. Diese hätten zu zweit sicherlich schneller behoben werden können. Als ich nicht weiter kam hatte ich etwas bedenken, dass es so aussieht, als ob ich nichts machen würde. Dies war teilweise frustrierend, da ich viel Stunden resp. Tage eingesetzt hatte, intensiv nach einer Lösung gesucht habe und nichts davon zu sehen war. Um den Rückstand wieder aufzuholen habe ich viele Stunden zusätzlich zu den geplanten investiert. Dennoch hatte ich nicht genügend Zeit und der Umfang musste gekürzt werden.

GPS kannte ich vor dieser Arbeit ausschliesslich als Anwender im Mobiltelefon oder Auto. Das ganze Wissen eignete ich mir während der Arbeit an. Dabei habe ich einiges sehr interessantes gelernt. Z.B: dass die GPS Satelliten auch benutzt wurden um atomare Explosionen zu detektieren.

Auch im Bereich Silverlight musste ich mir vieles von Grund auf selber beibringen. Dies brauchte zusätzlich Zeit. Teilweise stand die Vorgehensweise welche ich bisher gelernt habe im Widerspruch zu dem welche ich in dieser Arbeit anwenden sollte. So z.B: haben ich in Fächern wie SE1 vieles gelernt was einerseits Zeit in Anspruch nimmt zum anderen an den Sitzungen als unwichtig deklariert wurde. Dies führte dazu, dass ich teilweise unsicher war was jetzt gilt. Als Beispiel hierzu kann ich das Storyboard nennen. Ich denke jedoch, dass die angewendete Vorgehensweise die praxisnahe ist.

Die Arbeit bietet noch einiges an Erweiterungspotential. Es gibt einiges was noch umgesetzt werden könnte. Dies würde jedoch noch viel Zeit in Anspruch nehmen.

Vor dieser Arbeit hat mich Fussball nicht wirklich interessiert. Jedoch habe ich während der Arbeit dafür zu interessieren. Ich unterhielt mich mit Freunden über Fussball, was früher eigentlich praktisch nie vorgekommen ist.

14.2. Zeitplan

14.2.1. Meilensteine

In der nachfolgenden Tabelle sind die Meilensteine definiert.

Meilenstein	Datum
Projektstart:	22. Feb. 2010
MS1: Präsentation GPS Signal Theory	15. Mrz. 2010
MS2: Beginn Implementation	8. Apr. 2010
MS3: Halbzeit Implementation	26. Apr. 2010
MS4: Zwischenstand Implementation	10. Mai. 2010
MS5: Beginn Schlussphase	4. Jun. 2010
MS6: Abgabe	25. Jun. 2010
Projektende:	25. Jun. 2010

Tabelle 34 Meilensteine

14.2.2. Stunden pro Kategorie

Die nachfolgende Grafik zeigt denn Soll Ist Stundenvergleich.

Um den Rückstand durch die Probleme zu Beginn der Implementierungsphase aufzuholen wurde zusätzlich Zeit investiert. Deshalb überwiegen die Ist Stunden deutlich die Soll Stunden. Neben etwas mehr Reservezeit würde ich bei meinem nächsten Projekt schneller Unterstützung durch eine Person aus dem Fachgebiet einholen.

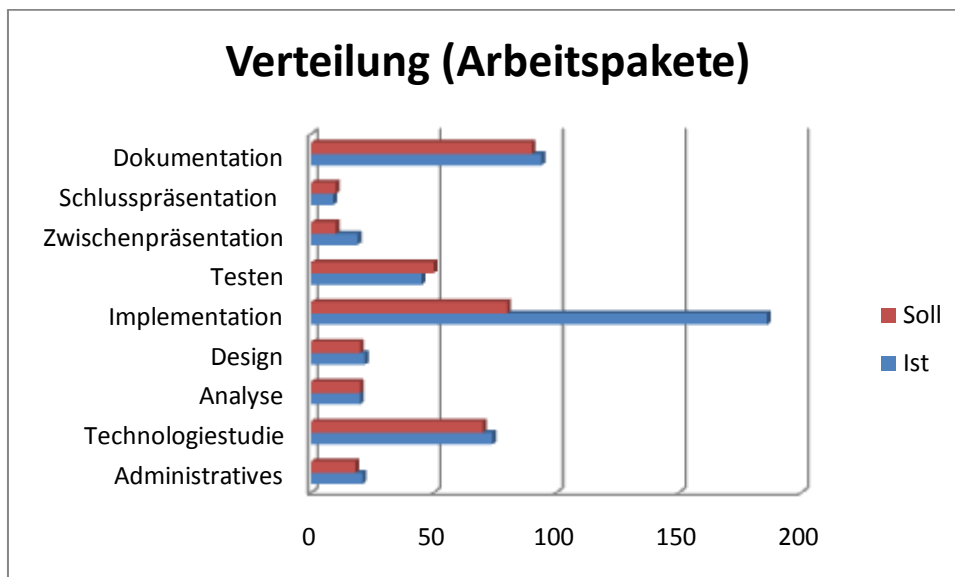


Abbildung 32 SOLL IST Stunden Vergleich

14.3. Anforderungen an das einlese Tool

14.3.1. Lückenlosigkeit

Die GPS Log weisen Lücken auf. Diese Lücken können zu Fehlern in der Webapplikation führen. Um die Lücken zu füllen kann das überwachte laden der Koordinaten aktiviert werden. Dadurch wird das Laden des Spieles sehr langsam. Ist das überwachte laden deaktiviert so müssen die Lücken bereits in der Datenbank gefüllt sein. Jeder Spieler der beiden Mannschaften muss über lückenlose Koordinaten von Spielbeginn bis zum Ende der zweiten Halbzeit respektive der Verlängerung besitzen.

14.3.2. Muss Werte

- Jedes Fussballfeld muss die Koordinaten der vier Eckpunkte besitzen.
- Jedes Spiel muss einen Schiedsrichter und zwei Schiedsrichter Assistenten besitzen. Zudem müssen die Zeiten der ersten und der zweiten Halbzeit eingetragen werden.
- Jeder Person muss eine Funktion zugewiesen werden.
- Jedes Team muss eine Farbe, einen Namen und eine Liga besitzen.
- Jede Position muss einem Spiel und einem Spieler zugeordnet sein.

14.3.3. Weiter zu beachten

Schiedsrichter und Schiedsrichterassistenten haben als Spielernummer und als Team einen „NULL“ Wert.

Die Funktionen sind in der Datenbank bereits vordefiniert.

ID	Wert
1	Schiedsrichter
2	Schiedsrichter Assistent
3	Spieler
4	Trainer

Tabelle 35 Vordefinierte Funktionen in der Datenbank

Es muss ein Spiel mit der ID 0 existieren. Alle anderen Werte dieses Eintrags sind „NULL“

14.3.4. Spieler Fotos

Im Ordner Fotos werden die Bilder der Spieler abgelegt. Als Dateiname soll die Personalnummer der Person verwendet werden. Die Personalnummer ist der ID Wert in der Tabelle Person. Das Foto muss im JPG Format gespeichert sein.

14.4. Anleitung

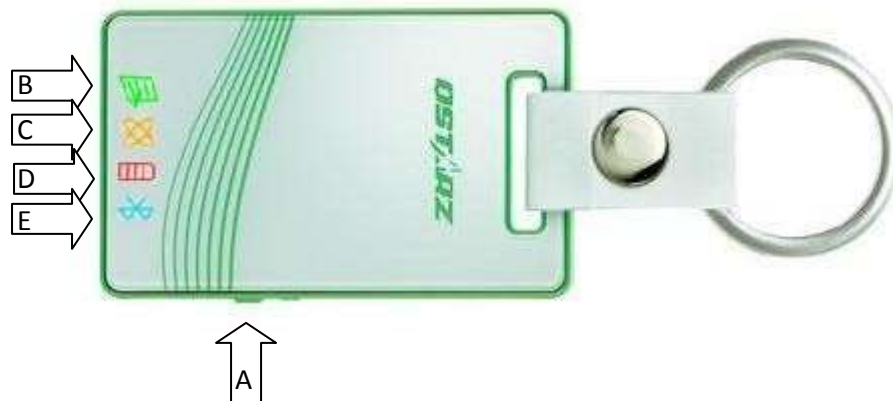


Abbildung 33 GPS Tracker BT-Q1300S

14.4.1. Tracker ON/OFF

Um das Gerät einzuschalten muss die Taste (A) auf der Seite vier Sekunden lang gedrückt werden. Das Gerät befindet sich automatisch im Aufzeichnungsmodus (Achtung!!! Beim BT-Q1300 muss die Aufzeichnung manuell gestartet werden). Wenn das Gerät angeschaltet ist leuchtet die orange GPS Kontrollleuchte (C). Dies zeigt an, dass GPS Satelliten gesucht werden. Wenn die Anzeigen (B + C) blinken zeichnet das Gerät die Positionen auf und ist bereit für den Einsatz im Spiel.

Um das Gerät auszuschalten erneut vier Sekunden die Taste (A) Drücken

14.4.2. Log ON/OFF

Zwei Sekunden langes drücken der Taste (A) schaltet das Loggen der Position aus respektive ein.

Befindet dich der Tracker im Log Modus blinkt die grüne Log Kontrollleuchte (B).

14.4.3. Point of Interest (POI) setzen

Durch drücken der Taste (A) wird die aktuelle Position zusammen mit einem Zeitstempel gespeichert. Der Erfolg wird quittiert durch 3 maliges aufblinken der grünen Log Kontrollleuchte(B).

Die POI Funktion wird zurzeit nicht benötigt für diese Arbeit. In einer möglichen Erweiterung der Arbeit wäre es möglich diese Funktion einzusetzen um Beginn und Ende der Halbzeiten und spezielle Ereignisse (z.B: Tore, gelbe oder rote Karten) festhalten zu können.

14.4.4. Verbinden via Bluetooth

Um den Tracker via Bluetooth auslesen zu können muss Bluetooth am Computer und am Tracker eingeschaltet sein. Wenn Bluetooth eingeschaltet ist leuchtet die blaue Bluetooth Kontrollleuchte (E). Gegebenenfalls blickt diese auch im Abstand von 5 Sekunden. Sollte dies der Fall sein befindet sich der Tracker im Energiesparmodus. Der Tracker verlässt bei Bluetooth Aktivität selbständig den Energiesparmodus.

Der Tracker kann nun vom PC aus als Bluetooth Gerät gesucht werden. Der Schlüssel um die Verbindung zu authentifizieren ist „0000“.

Konfiguration für die serielle Verbindung:

- Baudrate 115200 bps
- Data bit: 8
- Stop bit:1

14.4.5. Verbinden via USB

Der mini USB Anschluss befindet sich neben der Taste (A) und wird von einer Gummiabdeckung geschützt. Den Tracker mit dem Computer per USB Kabel verbinden und anschliessend den Tracker einschalten.

Konfiguration für die serielle Verbindung:

- Baudrate 115200 bps
- Data bit: 8
- Stop bit:1

14.4.6. Konfigurieren des Trackers

Um den Tracker konfigurieren zu können muss die Qstarz Software installiert sein. Diese befindet sich auf der, dem Tracker, mitgelieferten CD oder kann von der Qstarz Seite heruntergeladen werden.

Verbinden Sie den Tracker mit dem Computer und schalten Sie den Tracker ein.



Abbildung 34 GPS konfigurieren Button

Starten Sie die Qstarz Software. Über den „GPS Konfigurieren“ Button kann der Tracker konfiguriert werden.

Es öffnet sich ein Konfigurationsfenster. Der bereits angeschlossene Tracker kann entweder gesucht werden oder der Com Port kann manuell ausgewählt werden. Danach kann mit Hilfe des „Erneut Verbinden“ Button der Tracker gesucht resp. Über den eingestellten Com Port verbunden werden.



Abbildung 35 Schnittstelle wählen

Sobald die Verbindung besteht kann das Aufzeichnungsintervall definiert werden.

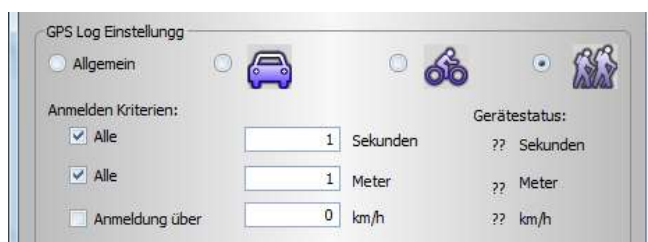


Abbildung 36 Intervall definieren

Für diese Bachelor Arbeit werden die Tracker gemäss dem oberen Bild (jede Sekunde und jeden Meter) konfiguriert.

14.4.7. AGPS und DGPS konfigurieren

Um das AGPS updaten zu können oder DGPS aktivieren oder deaktivieren zu können muss das Programm „QstarzGpsView.exe“ ausgeführt werden. Dieses befindet sich ebenfalls auf der mitgelieferten CD oder kann heruntergeladen werden.