



MOBILE MOTION ADVISOR

ABSCHLUSSBERICHT



Centre for Sports Sciences
and University Sports



Waidhofen a.d. Ybbs
Höhere Abteilung für Elektrotechnik



Die Schule der Technik



Universität Wien, ZSU,
Institut für Sportwissenschaft,
Abteilung Biomechanik,
Bewegungswissenschaft
und Sportinformatik

Inhaltsverzeichnis

1.	Ergebnisdokumentation	2
1.1	Abschlussbericht Forschung	2
1.1.1	Einführung.....	2
1.1.2	Systemanforderungen und Konzept.....	4
1.1.3	Umsetzung.....	6
1.1.4	Praktischer Einsatz	15
1.2	Abschlussbericht Schulbeteiligung	21
1.2.1	Zahlenmäßiger Überblick eingebundener Schüler	21
1.2.2	Überblick Entwicklungen der beteiligten Projektpartner	23
1.2.3	Einbindung HTL Waidhofen an der Ybbs	25
1.2.4	Einbindung TGM Wien XX	34
1.3	Resumé	42
2.	Prozessdokumentation	44
2.1	Prozessbericht.....	44
2.2	Projektdarstellung mit Fotos	46
3.	Informationen zur Programmdokumentation	46
3.1	Teilnahmebestätigungen/Partnerschaftsurkunden	46
3.2	Dissemination	46
3.3	Zahlenmäßiger Nachweis	50
4.	Anhang	50

1. Ergebnisdokumentation

Der Mobile Motion Advisor (MMA) ist ein Feedbacksystem, welches Schülerinnen beim Sport im Schulunterricht durch bewegungsbezogene Empfehlungen unterstützen soll. Durch die Integration miniaturisierter Sensorik in ausgewählten Sportgeräten, sowie dem Einsatz moderner Informations-/Kommunikationstechnologien wird eine optimierte und personenbezogene Bewegungsbetreuung auch in Gruppen ermöglicht. Individuell angepasste Übungsanweisungen verhindern sowohl Überbelastungen als auch Unterforderung und führen gleichzeitig zu einer Sensibilisierung der Schülerinnen in Bezug auf körperliche Aktivität. Im folgenden Bericht werden die Systemarchitektur des MMA inklusive der realisierten Teilkomponenten erläutert, sowie erste Erkenntnisse über durchgeführte Feldtests präsentiert.

1.1 Abschlussbericht Forschung

1.1.1 Einführung

Körperliche Bewegung im Jugendalter ist eine hervorragende Maßnahme zur Prävention zivilisatorischer Krankheiten (Fettsucht, Diabetes). Die alltäglichen sozialen Gegebenheiten erzeugen wenig intrinsische Motivation Sport zu betreiben, was zu einer Reduktion des Bewegungsausmaßes sowohl von Erwachsenen als auch von Kindern führt [9, 10]. Weiss [15] etwa verweist auf eine generell geringe Motivation zu sportlicher Aktivität unter Kindern. Bei Jugendlichen ist ein Anstieg von Zivilisationskrankheiten zu erkennen, welche mit Bewegungsmangel in Verbindung gebracht werden können. In Hinblick auf die Tatsache, dass gerade im Jugendalter jene körperlichen Voraussetzungen geschaffen werden, von denen man später als Erwachsener profitiert, sind solche Erkenntnisse sehr beunruhigend. Nicht zuletzt senkt die körperliche Aktivität in Kindes- und Jugendalter das Risiko degenerativer Erkrankungen [6]. So ergibt sich die Frage, wie man Schülerinnen motiviert, sich sportlich zu betätigen. High Tech Gadgets sind unter Jugendlichen sehr beliebt und so liegt es nahe, diese Begeisterung für technische Spielereien als Motivator für Sport und Bewegung zu nutzen. Mit dem Konzept des MMA soll auf Basis moderner Sensor-, Informations- und Kommunikationstechnologien exakt dieser Ansatz verfolgt werden [1, 8].

Seit kurzem ermöglichen auch einige kommerzielle Spielekonsolen die Einbindung körperlicher Aktivität als Steuerelement im Spiel [7]. Die sehr erfolgreiche Nintendo Wii Steuerung kann hier als Beispiel genannt werden. Um Punkte zu sammeln müssen etwa Benutzer vor dem Bildschirm die gleichen athletischen Bewegungen durchführen, wie die Avatare im virtuellen Spiel. Unter Verwendung des „Wii Balance Boards“ werden die reaktiven Kräfte infolge der ausgeführten Bewegung erfasst und im Vergleich zur Vorgabe auf Synchronität und Amplitude bewertet. Hohe Popularität

erfahren zurzeit auch webbasierte Trainingsbetreuungsapplikationen (z.B. traineo.com). Die User können auf diesen Plattformen ihre Lieblingssportarten wählen und virtuellen Gemeinschaften beitreten, die ihre sportlichen Interessen teilen. Trainingsfortschritte werden in einem Blog für alle sichtbar dokumentiert. Auch im Bereich des präventiven und rehabilitativen Sports werden bereits speziell angepasste kabellose Sensor- und Kommunikationsnetzwerke genutzt. Ein solches Therapie- und Feedbackkonzept verfolgt beispielsweise das System „Therapy Top“ [12]. Die Bewegungen der Patientinnen beim Training auf mit Sensoren ausgestatteten Balanceboards werden visualisiert, um die Kontrolle und Evaluierung der gebrachten Leistung zu ermöglichen. Im Wettkampf- und Breitensport etablieren sich Systeme, welche den Athletinnen helfen sollen, Bewegungsabläufe zu optimieren oder einfach nur Überbelastungssituationen zu vermeiden [2, 5]. Das rückwirkungsfreie Erfassen von biomechanischen und physiologischen Kenngrößen sowie die unmittelbare Rückmeldung von ausgewählten Parameterwerten an die Athleten sind hierbei von größter Bedeutung. Das Projekt MarathonNET ist beispielsweise auf das Überwachen der Positions-, Geschwindigkeits- und Herzfrequenzdaten spezialisiert. Die erfassten Daten können in weiterer Folge für jede Person gespeichert und mit der Hilfe eines Onlinedienstes analysiert werden [13]. Im Radsport werden speziell angepasste Computersysteme dazu verwendet, die Leistungen von Athletinnen besser beurteilen und kontrollieren zu können. So wurde an der TU Kaiserslautern ein kabelloses Sensornetzwerk entwickelt, welches es ermöglicht, die Positionswechsel einer inhomogenen Gruppe von Fahrradfahrern auf Basis ihrer physiologischen Daten optimal zu regeln [11]. Lösungen des ubiquitären Computings werden auch im Fitnessbereich umgesetzt. Mit Hilfe mobiler Applikationen sollen die User motiviert werden, indem sie mit Trainingsratschlägen unterstützt werden [14]. In Abbildung 1 - Feedbacksystem im Rudersport wird ein Feedbacksystem (vgl. [3]) illustriert, das auf miniaturisierten Sensoren sowie Informations- und Kommunikationstechnologien basiert und für die Verwendung im Wettkampfrudern konzipiert ist [4]. Verlaufsdaten ausgewählter Parameter (Kräfte, Beschleunigungen, Winkel, etc.) werden gemessen und an einen Server übertragen. Die Daten können im Zeitverlauf graphisch dargestellt und online von Experten ausgewertet werden, um auffällige Merkmale zu diagnostizieren und die Rudertechnik betreffende Empfehlungen an Trainer zu geben. Diese können daraus in weiterer Folge Anweisungen an die Athletinnen ableiten.

Ein System, welches die erwähnten Konzepte des Bewegungsfeedbacks und interaktiver Kommunikation integriert, könnte positive Effekte auf die Motivation der Schülerinnen im Schulsportunterricht haben. Die Kombination des Coolness-Faktors von Hi-Tech Gadgets mit der Intelligenz solcher ubiquitärer Lösungen erscheint uns vielversprechend. In dieser Arbeit sollen die wesentlichen Strukturmerkmale des MMA sowie der aktuelle Entwicklungsstand dargestellt werden.

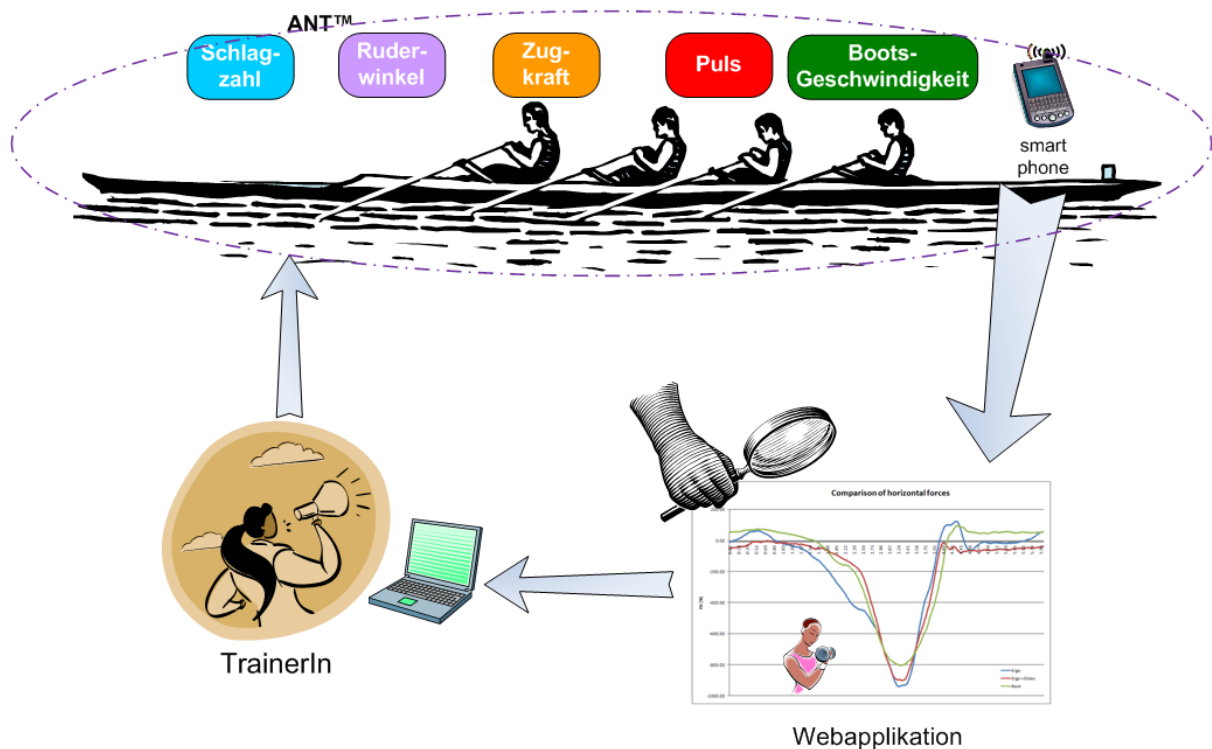


Abbildung 1 - Feedbacksystem im Rudersport

1.1.2 Systemanforderungen und Konzept

Das Konzept des MMA sieht vor, dass Lehrern und Schülern interaktive Kommunikationstechnologie zu Verfügung gestellt wird um ausgewählte Leistungsparameter zu erheben. Infolge dessen besteht die Möglichkeit die körperliche Aktivität auf das persönliche Leistungsniveau des/der Schülers/-in anzupassen. Relevante Parameter einer ganzen Klasse können dadurch gleichzeitig überwacht werden und Lehrerinnen ist es dennoch möglich einzelne Schüler individuell zu betreuen. Die Schülerinnen bekommen Rückmeldung über die Qualität ihrer Bewegungsausführung und lernen überdies die Reaktion des Körpers bei körperlicher Belastung besser einzuschätzen. Ausgewählte Parameterwerte werden längerfristig aufgezeichnet. Auf diese Weise können die körperlichen Veränderungen, welche durch Training hervorgerufen werden, über eine bestimmte Zeitdauer (z.B. gesamte Oberstufe) dokumentiert werden. Die positiven Effekte des Trainings werden hervorgehoben, was helfen könnte, ein gesundheitsorientiertes Verhalten zu entwickeln und die persönliche Bereitschaft, etwas Gutes für den Körper zu tun, zu verstärken. Insbesondere das Vermeiden von Überbelastungssituationen im Sport kann Schülerinnen davor schützen, entmutigende Erfahrungen durch Erschöpfung zu erfahren.

Um diese Anforderungen zu erfüllen, werden Sensoren entweder direkt am Körper getragen oder am Sportgerät fixiert, damit sie körperbezogene Parameter wie Herzfrequenz, Geschwindigkeit oder Reaktionskräfte der trainierenden Person aufzeichnen. Die aufgenommenen Daten werden in weiterer Folge über ein „wireless body area network“ (WBAN) an ein mobiles Endgerät („A-Client“; z.B. Smart Phone), welches die Schüler bei sich tragen, gesendet. Dieses Endgerät sendet die Daten über das Internet an einen Anwendungs-Server, über den sie visualisiert und analysiert werden können. In weiterer Folge werden Bewegungsempfehlungen erstellt und zurück an die Schüler übermittelt. Dies erfolgt entweder durch den Lehrkörper, einem Experten (z.B. Sportwissenschaftler) oder automatisch durch den Anwendungs-Server. Um dieses Konzept umzusetzen, müssen Sensoren für die jeweiligen Sportarten identifiziert und angepasst werden. Onlinedienste verwalten die Kommunikationsplattform für den Datentransfer und geben den Schülern Feedback. Die Systemarchitektur des MMA ist in Abbildung 2 dargestellt.

Die Umsetzung des MMA ermöglicht die Evaluation von Anwendungsszenarien ubiquitärer Technologien im Sport bezüglich deren technischer Umsetzbarkeit sowie der Akzeptanz solcher Technologien unter Jugendlichen. Des Weiteren können das richtige Timing und die Art der Feedbackgabe auf deren Wirksamkeit untersucht werden.

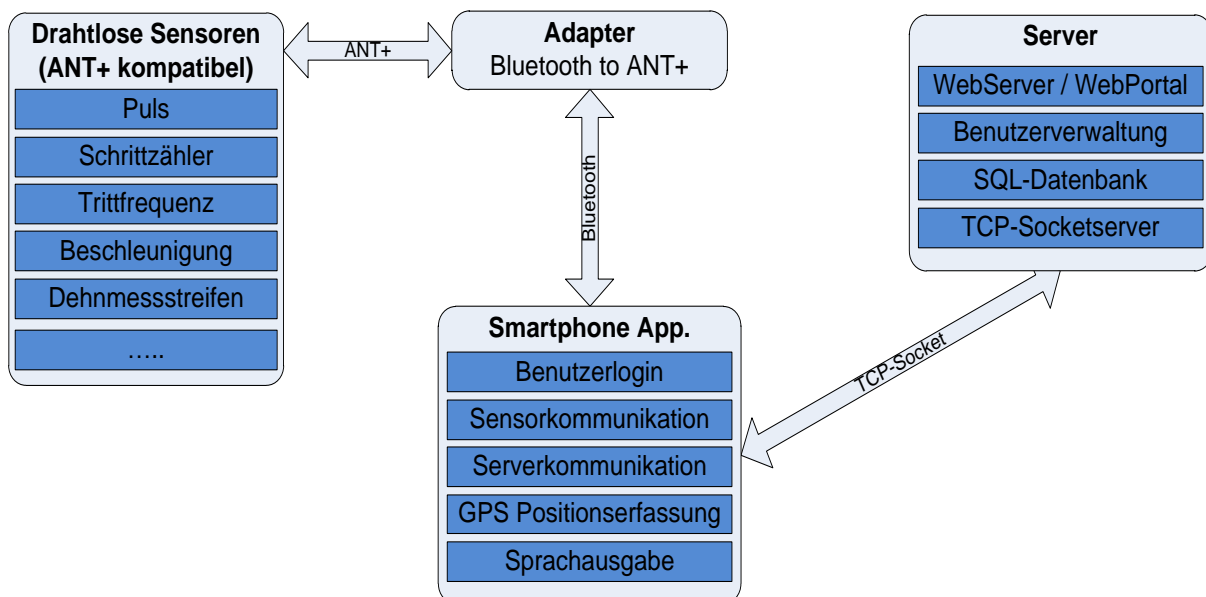


Abbildung 2 - Grafische Darstellung der MMA-Systemarchitektur

1.1.3 Umsetzung

Aufgrund der vorliegenden Systemarchitektur konnte die Umsetzung in 3 so weit voneinander unabhängigen Paketen erfolgen:

- Entwicklung einer mobilen Lösung (z.B. Smartphone) zur Übertragung von Sensordaten (A-Client)
- Entwicklung eines Web-Portals zur Verwaltung und Auswertung (E-Client)
- Entwicklung neuer drahtloser Sensoren und Sensorplattformen (zum Beispiel für Kraftkammer)

Entwicklung einer mobilen Lösung zur Übertragung von Sensordaten (A-Client)

Zur Übertragung der Messdaten von drahtlosen Sensoren zum Smartphone wurde bereits zu Beginn des Projekts das ANT+™ Protokoll ausgewählt, welches sich mittlerweile für Sportanwendungen etabliert hat und von vielen namhaften Herstellern (derzeit ca. 300 ANT+ Alliance Members) verwendet wird. Für die Einbindung drahtgebundener Sensoren (z.B. Kraftsensoren, DMS, Positionsgeber) wird eine kompakte Sensorplattform (Fa. Spantec, Wien) eingesetzt, welche im Zuge des Projekts passend adaptiert wurde (Firmware). Aufgrund der rasanten Entwicklung am Smartphone-Sektor war die Entscheidung für die Auswahl der Plattform (J2ME, Windows Mobile, Android) und damit auch eine ANT+™ Anbindung zu den Sensoren nicht ganz trivial. Die aktuelle Implementierung des A-Client liegt in 2 Versionen vor (siehe Tabelle 1), auf dessen Basis sich zukünftige Entwicklungen stützen lassen:

- **Version 1:**
Als Schnittstelle zwischen Smartphone und Sensoren dient ein eigens dafür entwickelter Bluetooth-to-ANT+™ Adapter
- **Version 2:**
Smartphones mit bereits integriertem ANT+™ Funkmodul



Abbildung 3 - Smartphone Generationen mit integriertem ANT+™ (Sony Ericsson)

Die Applikation kann für Einzel- als auch Gruppentraining eingesetzt werden und bietet eine für den gruppenorientierten Sport angepasste Funktionalität (siehe Abbildung 4).

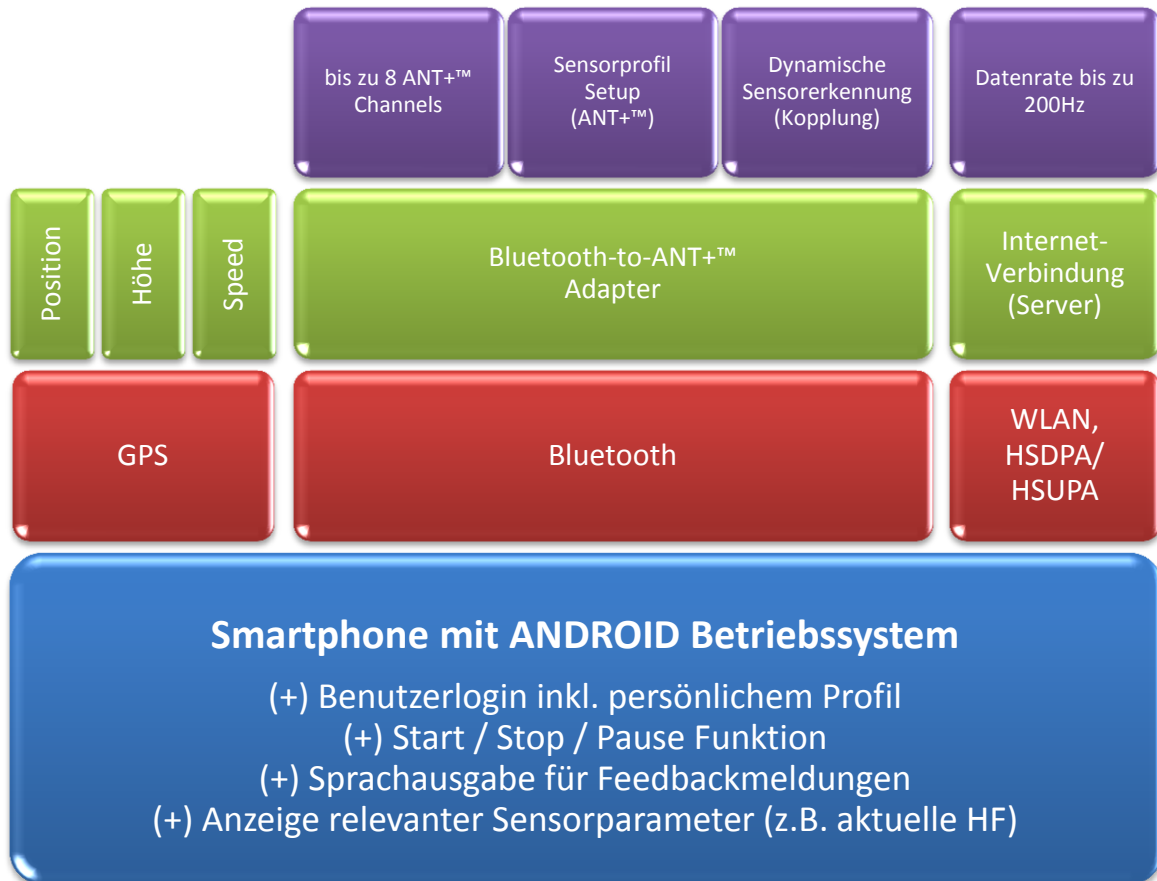
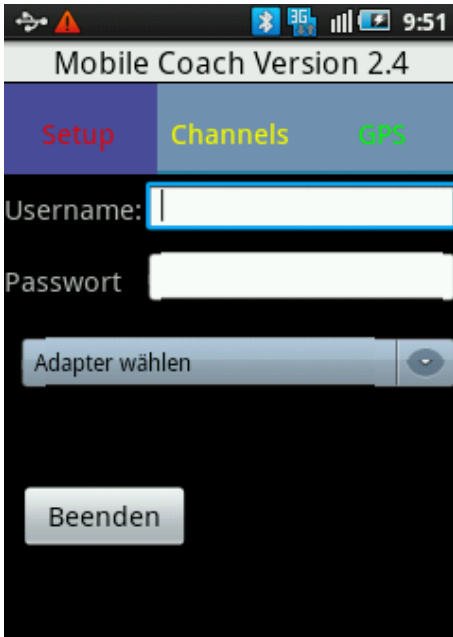
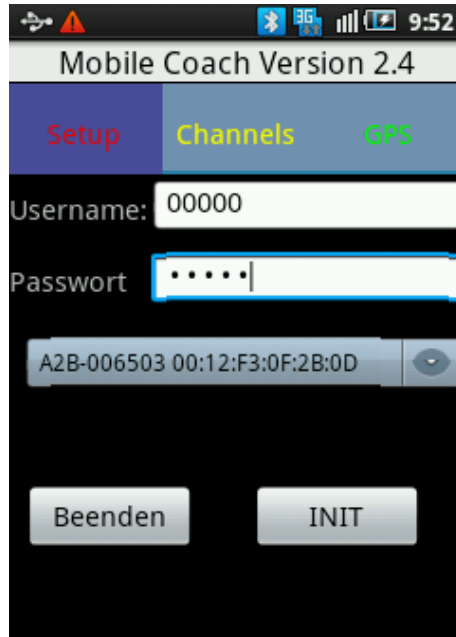


Abbildung 4 - Funktionalität der A-Client Applikation

Beide Versionen wurden für Smartphones mit Android Betriebssystem implementiert (siehe Abbildung 5) und sind bis auf die Schnittstelle zu ANT+™ Drahtlossensoren ident.



Bildschirm „Setup“



Bildschirm „Adapterwahl“



Bildschirm „Channels“



Bildschirm „GPS“

Abbildung 5 - Screenshots vom A-Cient

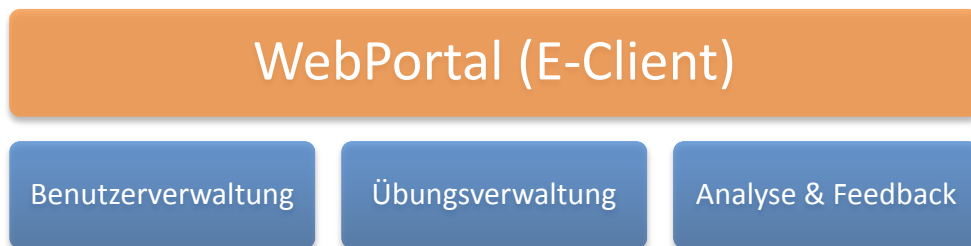
Aus Sicht der Praktikabilität als auch in Bezug auf wirtschaftliche Verwertbarkeit (z.B. großflächiger Einsatz im Schulbereich) lassen sich für beide Versionen gewisse Vor- und Nachteile ableiten:

Tabelle 1 - Versionsunterschiede beim A-Client

	Version 1	Version 2
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> + Applikation für sehr viele Smartphones am Markt adaptierbar 	<ul style="list-style-type: none"> + kein Adapter notwendig + Rasche Initialisierung + Stromsparender + Zuverlässiger
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> - Adapter notwendig - Initialisierung aufwändiger - Störanfälliger aufgrund höheren Funkverkehrs (Bluetooth, ANT+™ → 2,4GHz) 	<ul style="list-style-type: none"> - derzeit geringe Modellpalette von Smartphones mit ANT+™ Unterstützung (z.B. Sony Ericsson XPERIA) → Tendenz steigend!

Entwicklung eines Web-Portals zur Verwaltung und Auswertung (E-Client)

Optimiert für den Einsatz in Schulen (oder generell größeren Institutionen) bietet der E-Client drei wesentliche Hauptfunktionsgruppen, die als solche sowohl in der Navigation der Weboberfläche, als auch in der zugrundeliegenden Datenbankstruktur zu finden sind:



In Abbildung 6 sind die logischen Verknüpfungen zwischen den Gruppen und dessen Unterkategorien schematisch dargestellt. Wie anhand dieser Abbildung erkennbar ist, besteht neben der Organisation von Benutzern in Institutionen und Gruppen die Möglichkeit, Vorlagen für Trainingspläne zu definieren. Ein modularer Aufbau erlaubt gut erprobte Trainingspläne als Vorlage immer wieder neu verwenden zu können. Um dennoch eine gewisse Flexibilität bei der Gestaltung eines kompletten Trainingsprogramms zu erhalten, ist es bei der Erstellung des Zeitplanes möglich, Teile des Programms zu verschieben oder aber auch ganz zu entfernen.

Ein gewisser Nachteil dieser Struktur besteht in der Nutzung für Einzelanwender aufgrund des entstehenden Overheads. Für den Einsatz im Freizeitbereich (Schüler) müsste daher ein alternativer Ansatz gewählt werden – so könnten zum Beispiel die Organisationsebenen „Institution“ und „Gruppe“ ohne weiteres ausgespart werden.

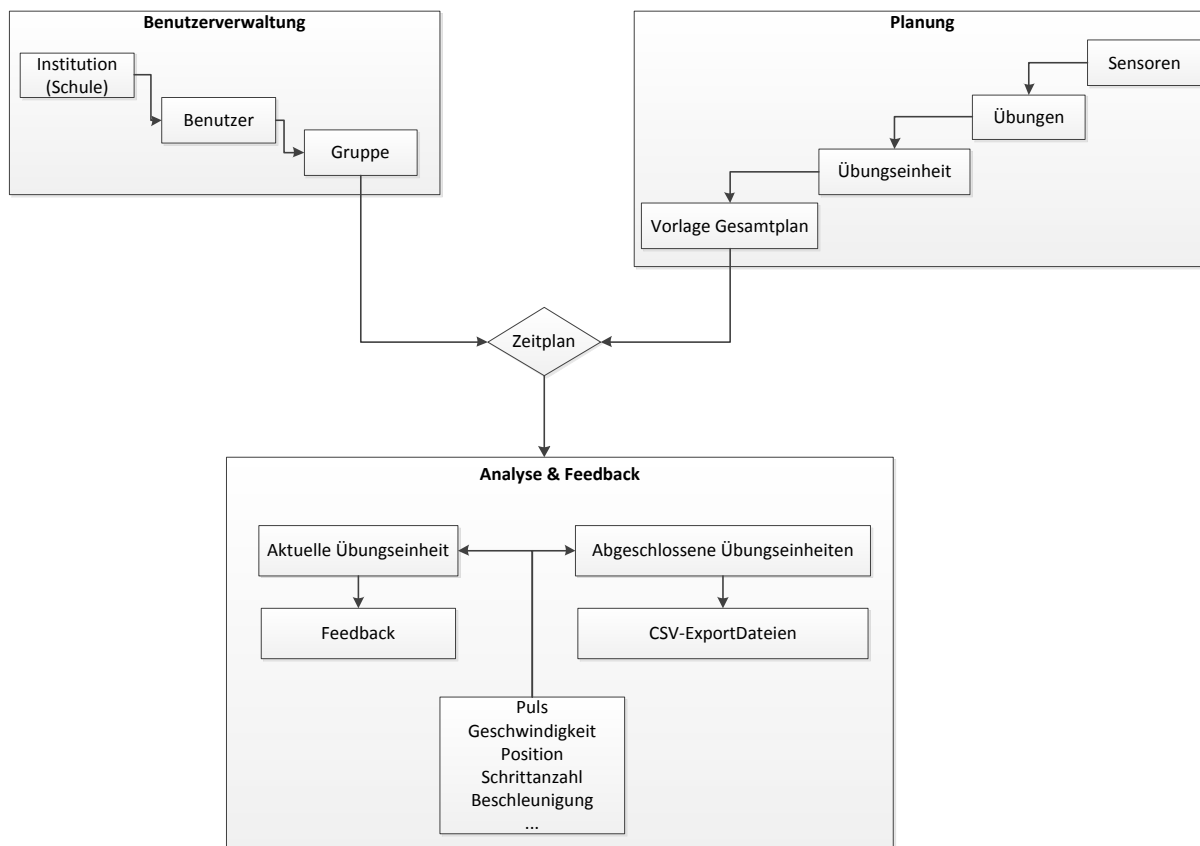


Abbildung 6 - Schematischer Aufbau Webportal

Die Webentwicklung erfolgte auf Basis von LAMP (Linux, Apache, MySQL, PHP), wobei für die PHP-Programmierung das Framework JOOMLA unterstützend eingesetzt wurde.

Abbildung 7 und. Abbildung 8 zeigen ein Beispiel einer Implementierung der E-Client Applikation. In der Weboberfläche sind serverseitig prozessierte Sensordaten wie Schrittzahl (Strides), zurückgelegte Distanz (Distance), aktuelle Geschwindigkeit (Speed) aber auch Herzfrequenz ablesbar, welche beispielsweise über Foot Pod (Schrittzähler) und Pulsgurt erfasst werden.

Die derzeitige Version ermöglicht die Visualisierung des zeitlichen Verlaufs der erfassten Parameterwerte während der Ausführung (nahezu in Echtzeit). So können Lehrerinnen bzw. Expertinnen die Bewegungsintensität jeder Schülerin über das gesamte Training hinweg beobachten, analysieren und steuern. Ein weiteres Feature

erlaubt das Senden persönlicher Nachrichten – auch aus weiter Entfernung. Diese Feedbackmeldungen werden über den Server zurück an die Schüler gesendet und dort als Alarmnachricht angezeigt. Akustik- und Vibrationsalarm wecken dabei die Aufmerksamkeit. [5]

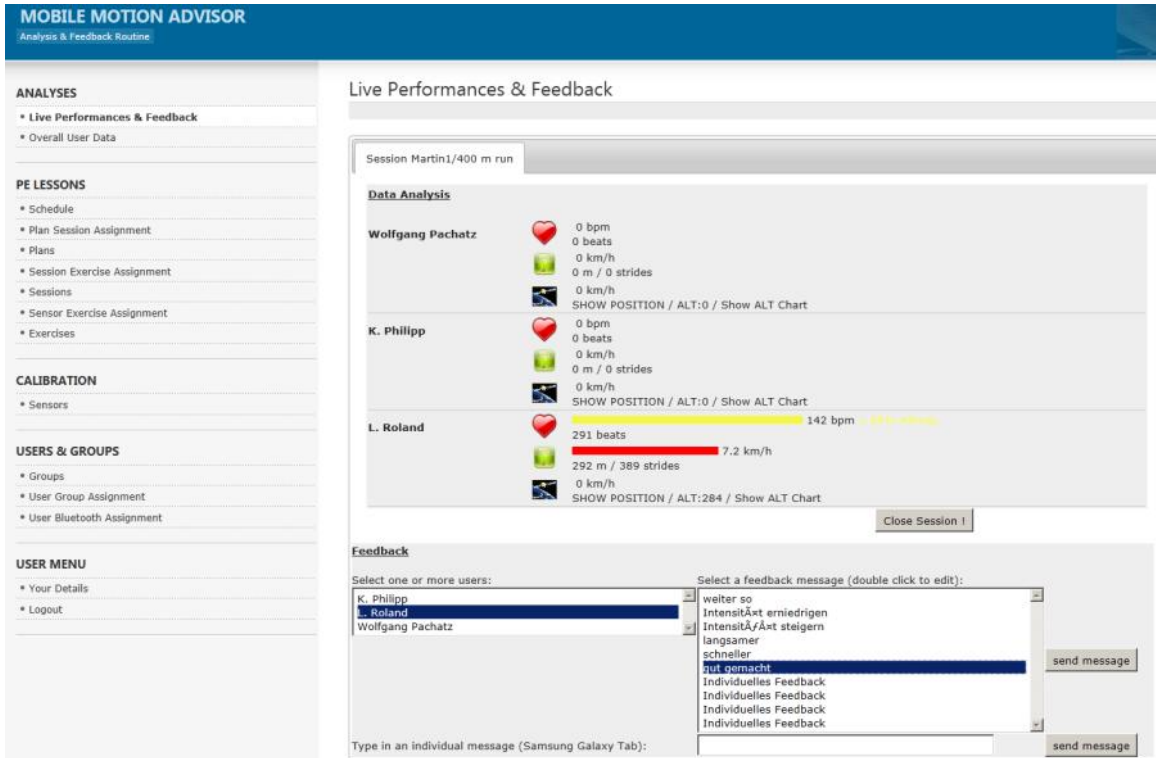


Abbildung 7 - Screenshots vom E-Client

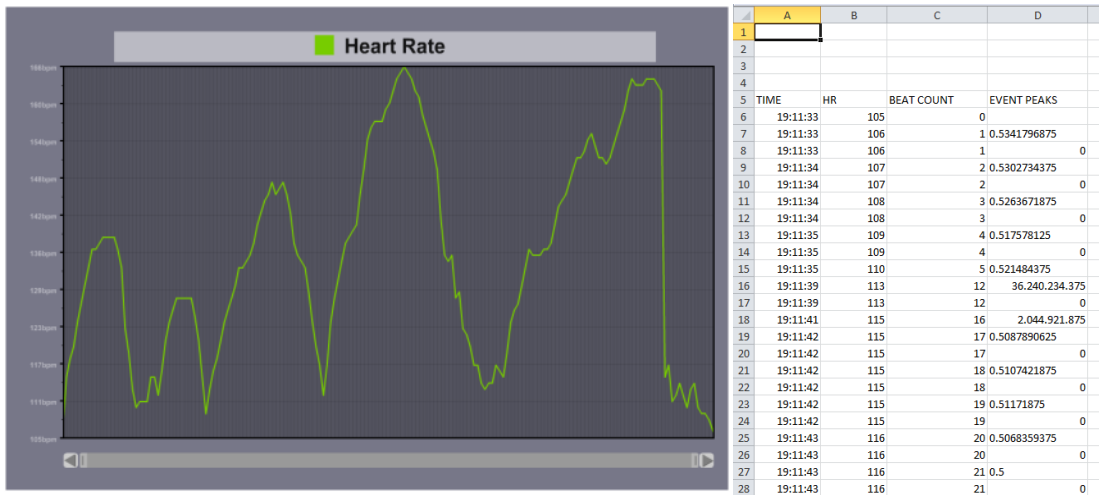


Abbildung 8 - Visualisierung von Messdaten im LIVE-Modus

Entwicklung neuer drahtloser Sensoren und Sensorplattformen

Obwohl bereits eine Vielzahl kommerzieller ANT+™ Sensoren angeboten werden, fehlen bislang geeignete Sensortypen zur Erfassung biomechanischer Parameter. Für eine adäquate Analyse der Bewegungsausführung sowie die daraus resultierende Rückmeldung an Schüler-/innen sind solche Sensoren dringend erforderlich.

So existieren etwa keine spezifischen ANT+™ kompatiblen Sensoren zur Erfassung von Zugkraft (z.B. Kraftkammer), Beschleunigung, oder Neigung (z.B. Mountainbike). Im Rahmen des Projektes wurde daher nach einer Möglichkeit gesucht, auch drahtgebundene Sensoren über das ANT+™ Funkprotokoll verfügbar zu machen. Eine kompakte und adaptierbare Lösung dazu wurde mit einer µController-Plattform namens „NEON“ gefunden (Fa. Spantec, Wien).

Wie in Abbildung 9 zu sehen, verfügt diese Plattform über alle notwendigen Schnittstellen und Komponenten um nahezu beliebige Sensorik anzusprechen und die erhaltenen Messdaten mittels des ANT+™ Protokolls weiterzusenden. Darüber hinaus erlaubt NEON auch das mitprotokollieren der gemessenen Sensordaten auf einer integrierten microSD-Karte (Datalogger), sowie das Auslesen von Messdaten und Konfigurieren der Plattform über eine USB-Schnittstelle.

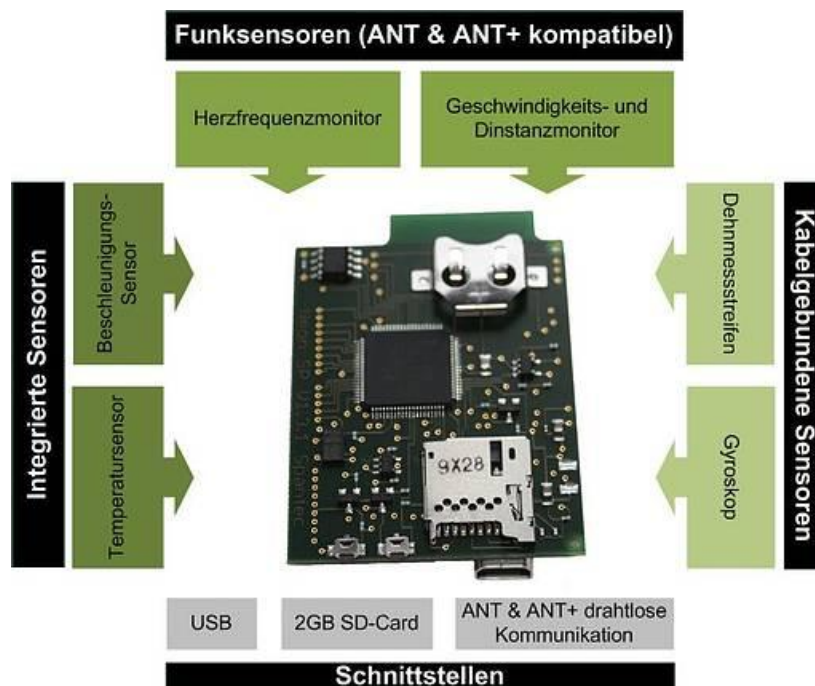


Abbildung 9 - NEON Plattform (Fa. Spantec)

Mit Hilfe des in C programmierbaren on-board 16-bit PIC- μ Controllers konnte die Plattform sowohl für die Verwendung beim Radfahren (Tabelle 2, Abbildung 10), als auch für die Verwendung im Kraftsport (Tabelle 3, Abbildung 11) adaptiert bzw. erweitert werden.

Tabelle 2 - NEON Setup MTB

<i>Funktionalitäten NEON für Mountainbike</i>	
AD-Wandler (für Feststellung des eingelegten Ganges)	10 Hz
4 Beschleunigungssensoren	400 Hz
Protokollierung auf SD-Karte	400 HZ
ANT+™	180 HZ
Auslesen der Sensorwerte über USB-Schnittstelle (UART-Emulation)	480kBaud

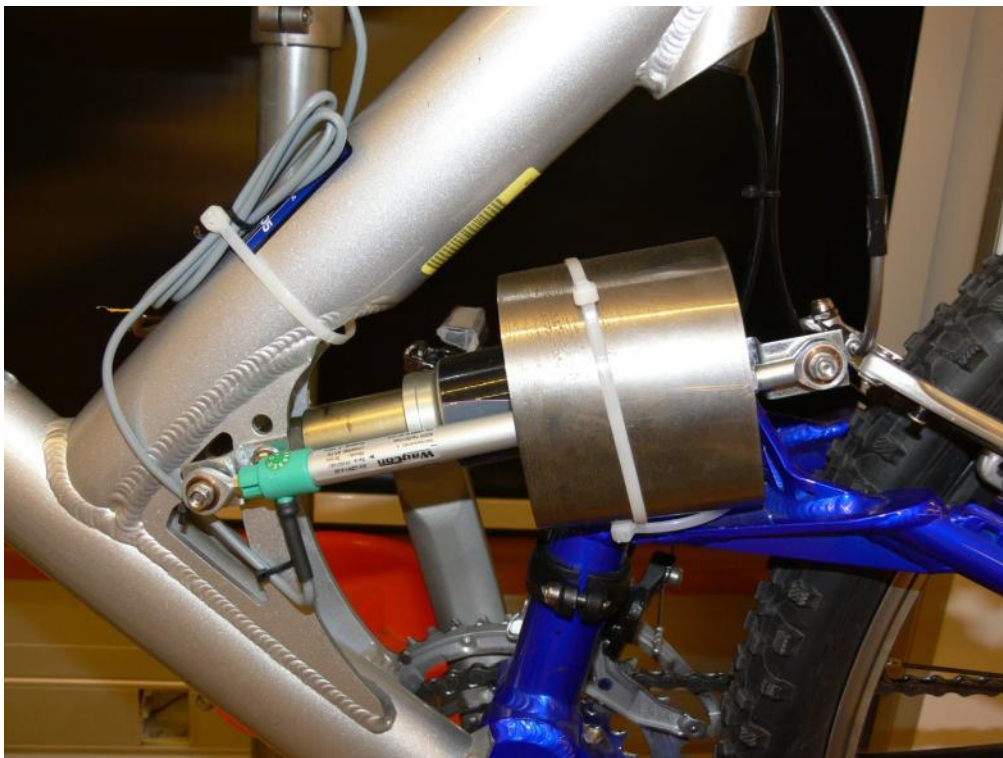


Abbildung 10 - MTB: Hauptdämpfer mit appliziertem Wegaufnehmer

Tabelle 3 - NEON Setup Fitness (Krafttraining)

Funktionalitäten NEON für Kraftkammer	
Zugkraftsensor (DMS basierend)	100 Hz
Drehgeber (inkl. Getriebe) für Position	100 Hz
Protokollierung auf SD-Karte	100 HZ
ANT+™	100 HZ
Auslesen der Sensorwerte über USB-Schnittstelle (UART-Emulation)	480kBaud

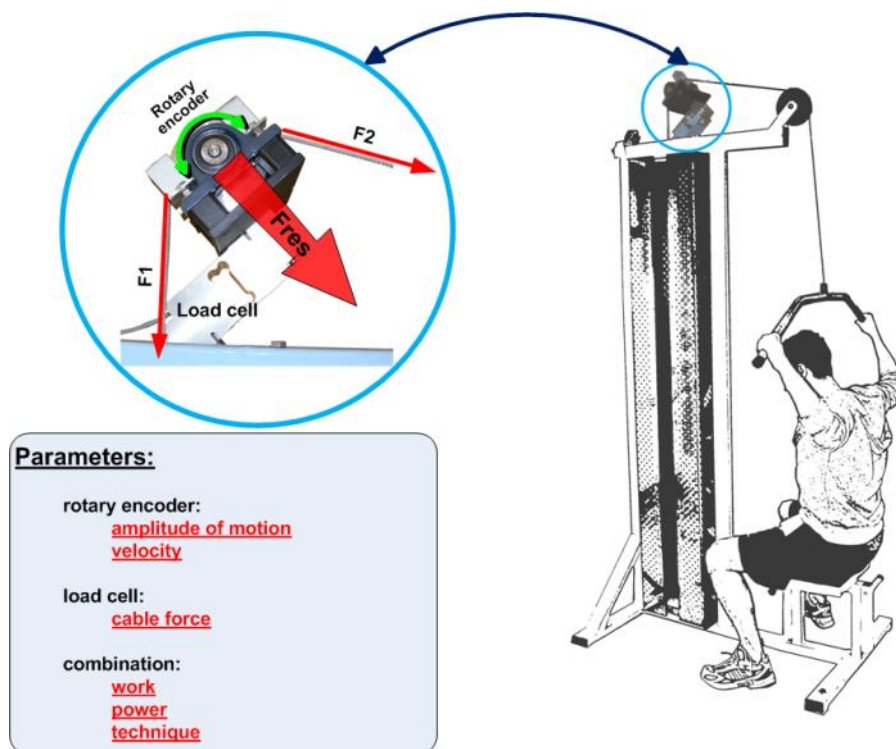


Abbildung 11 - Schematische Darstellung der Lattissimus Zugmaschine mit Sensor

Zu erwähnen sei an dieser Stelle die hohe zeitliche Auflösung, mit der die Sensorwerte erfasst werden (bis 400Hz). Da das ANT+™ Funkmodul jedoch maximale Übertragungsraten von 180Hz unterstützt (mit jeweils 8 Byte Datenpaketen), stellte die Datenübertragung eine große Herausforderung dar (sowohl von NEON zu Smartphone, als auch von Smartphone zum Server).

Letztendlich bestand die Lösung darin, die 8 Byte (64 Bit) einer ANT+™ Message gleich für die Übertragung mehrerer Sensorwerte zu nutzen (z.B. beträgt die Auflösung der Beschleunigungssensoren 10 Bit).

Erste Datenübertragungstests verliefen soweit positiv. Bei hohen Sendefrequenzen sind jedoch „Data Collisions¹“ bei der Übertragung möglich, wodurch im „worst case“ ein Verlust von einzelnen Sensorwerten resultiert. Im Zuge zahlreicher praktischer Tests konnten jedoch keinerlei nennenswerte Auswirkungen aufgrund eines Datenverlusts beobachtet werden. Ein Problem ist vielmehr der Verbindungsabbruch zwischen Adapter und Sensoren bzw. Smartphone.

1.1.4 Praktischer Einsatz

Der praktische Einsatz des MMA wurde hauptsächlich von der Schulklasse des TGM Wien XX als auch von der HTL Waidhofen a.d. Ybbs erprobt. Speziell während der Prototypenphase fanden auch zahlreiche Feldtests am Gelände des Instituts für Sportwissenschaft Wien (Auf der Schmelz) statt, bei denen uns die Schulpartner (TGM Wien XX) tatkräftig unterstützten. Nachdem die Entwicklungszeit einzelner Systemkomponenten (Bluetooth-to-ANT+™ Adapter, NEON Sensorplattform) aufgrund technischer Hürden länger als geplant andauerte, war letztendlich das Interesse und die Motivation an der Teilnahme dafür umso größer. Dies bestätigte auch die Annahme, dass alleine das Interesse an moderner Technik im Sportunterricht als Motivator eingesetzt werden kann. Anstatt eines gezielt vorgegebenen Trainingsplanes (Verbesserung im Laufen), der aufgrund der Zeitplanung nicht mehr möglich gewesen wäre, wurde der MMA in einzelnen Schulsportstunden – wie z.B. Basketball, Fußball, Radfahren und Laufen erprobt. Aber auch die Entwickler vom Zentrum für Sportwissenschaften ließen sich die Gelegenheit nicht entgehen um auch selbst Ihren Fitnesszustand zu überprüfen. Anschließend fand anhand von Interviews sowie Fragebögen (Lehrer und Schüler) eine Evaluierung des MMA statt, um folgende Aspekte näher beleuchten zu können:

- **Usability** – wie praxistauglich ist die derzeitige Implementierung des MMA
- **Motivation** – Inwiefern steigert die Nutzung des MMA die Motivation sich sportlich zu betätigen

¹ Wenn auf einer Sendefrequenz (z.B. 2,4GHz) mehrere Quellen Daten aussenden kann es zu Kollisionen und in weiterer Folge zu korrupten Datenpaketen kommen. Integrierte Ausweichmechanismen sorgen dafür, dass durch definierte Variationen im Zeit- od. Frequenzbereich diese gering gehalten werden.

Usability

In Bezug auf Usability kristallisierten sich folgende Kernaussagen (A-Client / E-Client / konkrete Anwendung) aus den Kommentaren von Schülern und Lehrern heraus:

Smartphone-Applikation (A-Client)

- Die Drahtlosverbindung zu den Sensoren geht des Öfteren verloren

Anmerkung:

Anhand der Tests wurde festgestellt, dass vor allem im Parallelbetrieb durch das hohe Aufkommen von Drahtlosdatenfunk (Bluetooth, ANT+™, GPRS) die Qualität und damit auch die Reichweite der einzelnen Kommunikationskanäle mitunter stark beeinträchtigt wurde. So führte schon eine etwas schwächere Batterie im Bluetooth-to-ANT+™ Adapter oder in einem der Sensoren zu Kontaktverlusten. Auch das Anbringen des Adapters am Arm konnte zu Störungen in der Datenübertragung führen (Abschirmung durch den Körper).

- Das Smartphone (das am Oberarm in einer Tasche montiert war) wurde beim Basketballspielen und Laufen von einigen Schülern zumindest anfangs als störend oder ungewohnt empfunden. Für die Mitnahme beim Fahrradfahren stellte sich die Montage des Smartphones auf der Lenkstange als praktikabel heraus.
- Display zu dunkel
Insbesondere bei Outdoor-Aktivitäten stellte sich das Display des Smartphones manchmal als zu dunkel heraus als um rasch zum Beispiel den eigenen aktuellen Puls zu prüfen.
- „Kompakte Informationsdarstellung“
Abgesehen von der teils schweren Lesbarkeit bei starkem Sonnenlicht, wurde die Darstellung einzelner Informationen der verwendeten Sensoren (z.B. Pulsgurt, Bike Pod) jedoch generell als sehr positiv bewertet. („kompakte Informationsdarstellung“)
- Die notwendige mitzuführende Hardware, bestehend aus Smartphone, Bluetooth-to-ANT+™ Adapter, Pulsgurt und Foot Pod (im Fall von Lauftraining) galt ebenfalls vereinzelt als Kritikpunkt. Hier wurde der Wunsch nach Hardwarereduktion laut.
- Als positiv wurde generell die zusätzliche akustische Feedbackausgabe bewertet – allerdings mit der Einschränkung, dass diese bei Sportarten wie Basketball nur kaum verständlich sei.

- Zeitaufwand
Der Zeitaufwand vom Beginn der Startprozedur (anlegen Sensoren, starten der Applikation, koppeln der Sensoren, anlegen der Oberarmtasche, Login) bis zum Start (Aufzeichnen der Sensordaten) wurde unter Berücksichtigung der Motivation und der zu erwartenden Ergebnisse als „zufriedenstellend“ eingestuft.
- Handhabung A-Client Applikation
Die Handhabung der A-Client Applikation selbst - von Benutzeridentifizierung bis zum tatsächlichen Start der Datenaufzeichnung - wurde als komfortabel und intuitiv bedienbar bezeichnet.



Abbildung 12 - Interview mit Schülerinnen des TGM Wien XX

WebApplikation (E-Client)

- Generelle Bedienbarkeit
Die Bedienbarkeit wurde soweit als „gut“ beurteilt. Manche Funktionalitäten lassen sich mitunter noch besser anordnen, oder noch besser untereinander verknüpfen.
- Planungsvorlagen
Auch wenn die Planungsvorlagen in ihrer eigentlichen Form aufgrund der zur Verfügung stehenden Zeit nicht vollständig verwendet werden konnte, wurde die generelle Idee dazu, und auch die bereits vorliegende Umsetzung dazu sehr begrüßt.
- Strukturierung Benutzerverwaltung
Die Benutzerverwaltung und Einteilung der Schüler in Gruppen wurde im Zuge der Verwendung im Sportunterricht begrüßt. „So kann sehr rasch gleich für eine ganze Schulklasse eine Einheit mit dem MMA angelegt werden“.

- **Live-Darstellung**
Die Darstellung, Informationsgehalt und Aktualisierungsrate der Sensorwerte aller Teilnehmer einer aktuellen Trainingseinheit wurde als gut empfunden. Besonderes Interesse weckte auch die Chartfunktion (für Puls, Geschwindigkeit...) mit beinahe live-update.
- **Ansicht abgeschlossener Trainingseinheiten**
Während der Informationsgehalt abgeschlossener Trainingseinheiten als „gut“ beurteilt wurde, fand die Art der Organisation und das gezielte Auffinden bestimmter Trainingseinheiten nur wenig Anklang (sei noch „ausbaubar“). Besonders positiv dagegen wurde die Möglichkeit für den Export der Sensordaten in CSV-Dateien begrüßt.
- **Feedbackfunktion**
Die Nutzung der Feedbackfunktion wurde als einfach bewertet. Insbesondere wurden die Möglichkeit der Verwendung vorgefertigter Nachrichten, und der gleichzeitige Versand an wählbare Mitglieder der Gruppe begrüßt.
- **Multifunktionaler Einsatz**
Als sehr positiv wurde generell das Konzept gesehen, nicht an bestimmte Sensorik für bestimmte Übungen gebunden zu sein. Je nach Bedarf können einer Übung frei wählbare (zur Verfügung stehende) Sensoren zugeordnet werden.

Konkrete Anwendung

In diesem Punkt wurden Erfahrungen gesammelt, die den konkreten Anwendungsfall betrachten sollen. Wie lange dauert es tatsächlich, bis eine Gruppe von Schülern begleitend mit dem MMA eine Übungseinheit beginnen kann. Wo traten Probleme auf.

- **Vorfeld Vorbereitung einer Übungseinheit**
Die Vorbereitung einer Übungseinheit für eine Gruppe ist durchaus mit etwas Aufwand und Vorbereitungszeit verbunden. Im Vorfeld müssen etwa alle Smartphones und Adapter gut aufgeladen, und die notwendige Anzahl an einsatzfähigen Sensoren (wie Pulsgurte, Bike Pod, Foot Pod) bereitstehen.
- **Anlegen der Sensoren**
Tatsächlich ist das richtige Anlegen der Sensoren nicht trivial und bedarf zumindest bei der ersten Verwendung einer kurzen Einweisung. Bei größeren Schülergruppen kann es dadurch immer wieder zu Verzögerungen kommen.
- **Koppeln der Sensoren an das (eigene!) Smartphone**
Besonders bei der Verwendung des MMA in Gruppen muss darauf geachtet werden, dass jeder Teilnehmer auch tatsächlich seine eigene Sensorwerte über die A-Client Applikation an den Server sendet.

Trotzdem die A-Client Applikation dafür entsprechende Mechanismen vorsieht, stellte sich in der Praxis heraus, dass die Kopplung nur dann zuverlässig funktionierte, wenn alle beteiligten Schüler beim Initialisieren (und damit beim Koppeln der Sensoren) weit genug auseinander standen.

- Bedienung des A-Client durch die Klarsichtfolie der Smartphone-Tasche
Während sich die Buttons (wie Start, Stop, Pause) durch die Klarsichtfolie gut bedienen ließen, musste das Smartphone zur Eingabe der Login-Daten (Username, Passwort) aus der Tasche genommen werden.



Abbildung 13 - Einsatz des MMA im Sportunterricht

Motivation

- Erfolgserlebnis
Für viele Schüler kam der erste Einsatz des MMA einem guten Erfolgserlebnis gleich. Das Komplettpaket auszuprobieren - und damit auch die Arbeit aller beteiligten - regte großes Interesse.
- Fitnessstatus
Sehr viele Schüler zeigten großes Interesse daran, mehr über Ihren eigentlichen Fitnesszustand zu erfahren „Wie gut bin ich drauf?“
- Spannender Vergleich untereinander
Die derzeitige Implementierung des E-Clients sieht an sich keine konkreten Funktionen für den Vergleich untereinander vor. Umso mehr überraschte die Erkenntnis über die spielerische Art, mit der untereinander ein „Matching“ stattfand. Einige Schüler versuchten sich – mit dem MMA als „Schiedsrichter“ – gegenseitig zu toppen.

- **Leistungssteigerung**
Auch wenn im Rahmen der durchgeführten Tests in Bezug auf Leistungssteigerung keine konkreten Ergebnisse vorliegen, konnten sich viele Schüler eine Art „History“ für ihren Trainingsverlauf als Motivator vorstellen. - insbesondere wenn dabei eine Leistungssteigerung, oder Durchhaltevermögen erkennbar ist.
- **Fördern durch Erkennen von Schwächen**
Insbesondere die Lehrer wiesen auf die potentielle Möglichkeit der individuellen Leistungsförderung und Leistungsfeststellung hin.
- **Feedbacknachrichten**
Durch das gezielte absetzen von Feedbacknachrichten ließ sich – vor allem im Ausdauerbereich - eine Verbesserung in der Performance erkennen. Tatsächlich tendierten viele Schüler beim Lauftraining zu unregelmäßigen und meist zu hohen Schrittgeschwindigkeiten und einer damit unmittelbar verbundenen zu hohen und unregelmäßigen Herzfrequenz. Einfache Meldungen wie „etwas langsamer“, oder „Tempo halten“ führten bei den Schülern zu einer Überraschung über die gelaufene Distanz die unter Berücksichtigung dieser Nachrichten ohne größere Probleme zurückgelegt werden konnte



Abbildung 14 - Interview mit einem TGM Schüler

1.2 Abschlussbericht Schulbeteiligung

1.2.1 Zahlenmäßiger Überblick eingebundener Schüler

Tabelle 4 - Schulbeteiligung (Schüler, Schulpartner)

Name der Schule	Anzahl Klassen	Anzahl Buben	Anzahl Mädchen	Alter	Migrationshintergrund	Projektbezug
HTL Waidhofen*	2	31	1	17-19	0	direkt
		45		17-19	0	indirekt
TGM Wien XX**	2	37	5	17-19	0	direkt
		35		17-19	0	indirekt

* HTL Waidhofen a.d. Ybbs: Projekt in der 5. Klasse (09/10) bzw. 5.Klasse (10/11)

** TGM Wien XX: Projekt in der 5.Klasse (09/10) bzw. 3.Klasse (10/11)



Abbildung 15 - Schülergruppe HTL Waidhofen a.d. Ybbs



Abbildung 16 - Schülergruppe vom TGM Wien XX

1.2.2 Überblick Entwicklungen der beteiligten Projektpartner

Am 09.09.2009 fiel im Rahmen des Kick-Off Meeting am ZSU der Startschuss zum Projekt Mobile Motion Advisor. Gespannt auf die Zusammenarbeit, fanden bei diesem Meeting alle beteiligten Mitglieder des MMA-Teams erstmals die Möglichkeit sich persönlich kennenzulernen. Bereits kurze Zeit später war klar, dass sich hier wohl ein gutes Team bestehend aus Schülern, Lehrern und Mitarbeitern des ZSU (siehe Tabelle 5 bis Tabelle 7) gefunden hat. Wie man so schön sagt – „die Chemie stimmte“, was auch noch im weiteren Werdegang des Projekts bestätigt werden konnte.

Tabelle 5 - Projektteam (Universität und Schulpartner)

NAME	INSTITUTION	ARBEITSBEREICH
Arnold Baca	Universität Wien	Projektleitung
Philipp Kornfeind	Universität Wien	Projektleitung, Betreuung, Koordination
Emanuel Preuschl	Universität Wien	Koordination, Dokumentation Publikation
Sebastian Bichler	Universität Wien	SW Entwicklung
Hristo Novatchkov	Universität Wien	SW Entwicklung
Alfred Pesek	TGM Wien 20	Sportgerätetechnik, Betreuung
Andreas Schatz	HTL Waidhofen	SW-Entwicklung, Betreuung
Klaus Kettner	HTL Waidhofen	HW-Entwicklung, Betreuung

Zum oben angeführten Stammteam kamen während der Projektlaufzeit folgende weitere Personen hinzu (zum Teil als Ersatz):

Tabelle 6 - Projektteam (Hinzugekommene Mitarbeiter)

NAME	INSTITUTION	ARBEITSBEREICH	ZEITRAUM
Markus Hintsteiner	Universität Wien	HW-Techniker	01.2010 - 07.2010
Matthias Malits	Universität Wien	HW-Techniker	08.2010 - 06.2011
MartinTampier	Universität Wien	SW-Entwickler	04.2010 - 08.2011
Veronika Schöllauf	Universität Wien	Praktikantin	04.2010 - 04.2011
Martina Holnsteiner	Universität Wien	Praktikantin	07.2011 - 08.2011

Tabelle 7 - Projektteam (Mastergruppe Schüler)

NAME	INSTITUTION	ARBEITSBEREICH	ZEITRAUM
David Eppensteiner	HTL Waidhofen	SW-Entwickler	Schuljahr 2009/2010
<i>Stefan Heigl</i>	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>SW-Entwickler</i>	Schuljahr 2009/2010
<i>Matthias Witzlinger</i>	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>SW-Entwickler</i>	Schuljahr 2009/2010
<i>Jakob Maderthaler</i>	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>HW-Techniker</i>	Schuljahr 2009/2010
<i>Daniel Teufel</i>	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>HW-Techniker</i>	Schuljahr 2009/2010
<i>Jakob Rathbauer</i>	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>SW-Entwickler</i>	Schuljahr 2010/11
<i>David Buder</i>	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>SW-Entwickler</i>	Schuljahr 2010/11
Daniel Günther	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>SW-Entwickler</i>	Schuljahr 2010/11
Jürgen Kellnreiter	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>HW-Techniker</i>	Schuljahr 2010/11
Dominik Schneckenleitner	<i>HTL Waidhofen</i>	<i>HW-Techniker</i>	Schuljahr 2010/11
<i>Philipp Gartlehner</i>	<i>TGM Wien 20</i>	<i>Sporttechniker</i>	Schuljahr 2009/2010
Theresa Hofecker	TGM Wien 20	Sporttechnikerin	Schuljahr 2009/2010
Alexander Kraus	TGM Wien 20	Sporttechniker	Schuljahr 2009/2010
Michael Nagl	TGM Wien 20	Sporttechniker	Schuljahr 2009/2010
Magdalena Reiter	TGM Wien 20	Sporttechnikerin	Schuljahr 2009/2010
Andreas Nagl	TGM Wien 20	Sporttechniker	Schuljahr 2010/11
Stefan Rockenbauer	TGM Wien 20	Sporttechniker	Schuljahr 2010/11
Stefan Blüml	TGM Wien 20	Sporttechniker	Schuljahr 2010/11
Lisa Wiehart	TGM Wien 20	Sporttechnikerin	Schuljahr 2010/11
Alexander Empacher	TGM Wien 20	Sporttechniker	Schuljahr 2010/11

Sowohl das Entwicklungskonzept, der Zeitplan als auch die Aufgabenverteilung (siehe Tabelle 8) konnte in angenehmer Atmosphäre besprochen und dokumentarisch festgehalten werden. Auch wenn mit heutigem Zeitpunkt klar ist, dass das Abenteuer doch weiter gehen sollte als beim ersten Meeting angenommen, so steht dahinter ein starkes Team, dass sich von Fallstricken und Fußangeln nicht wirklich beeindrucken ließ – das Team des MMA!

Tabelle 8 - Übersicht Aufgabenverteilung Projektpartner

TGM Wien 20	HTL Waidhofen a.d. Ybbs
<ul style="list-style-type: none"> • Messtechnik • Sportgerätetechnik • Sportgeräte / Produktentwicklung • Feldtest 	<ul style="list-style-type: none"> • Elektronik Werkstätte • Java Programmierung • Datenübertragung auf mobiles Endgerät • Feldtest

Die Einbindung in den Unterricht erfolgte am TGM Wien XX in den Fächern „Sportgerätetechnik und physiologische Testverfahren“ und „Biomechanik und Biophysik“. An der HTL Waidhofen an der Ybbs wurde die Projektarbeit teilweise in die „Elektronik Werkstätten“ eingebunden. Dies betrifft vor allem das Testen der Platinen im Unterricht und ist als Zuarbeit für die Hauptgruppen möglich. Die eigentliche Entwicklung und Betreuung der Projektgruppen wurde aber eher gesondert durchgeführt.

Zur effizienten Organisation der Schüler wurde ein Modell mit Kleinteams zu je 2-3 Schülerinnen und Schülern bevorzugt. Fachvorträge (Seminar 1-5) wurden allerdings für die ganzen Klassen konzipiert und abgehalten. In den beiden folgenden Kapiteln soll nun die Arbeit und die Erfahrungen der beteiligten Partner detailliert dargestellt werden.

1.2.3 Einbindung HTL Waidhofen an der Ybbs

Die Schüler der HTL Waidhofen a.d. Ybbs hatten wohl eine der Kernaufgaben des gesamten Projekts zu bewältigen, und gleich zu Beginn hieß es hier „von der Theorie in die Praxis“.

Erste Aufgabe – Entwicklung eines Adapters

Da es für Smartphones zu Beginn des Projekts noch keine akzeptable Lösung für die Kommunikation mit ANT+™ Sportsensoren gab, bestand die erste Hauptaufgabe in der Entwicklung eines Adapters, mit dessen Hilfe eine Schnittstelle zwischen Smartphone und den ANT+™ kompatiblen Sensoren geschaffen werden sollte.

Eine Anforderung an den Adapter war aber auch die soweit universelle Einsetzbarkeit.

Im ersten Seminar wurden dazu von den Schülern erarbeitete unterschiedliche Herangehensweisen zur technischen Umsetzung des Adapters vorgestellt, aus denen sich die MiniUSB-Variante als technisch besonders sinnvoll, weil sehr energieressourcenschonend, herauskristallisierte.

Beim zweiten Seminar konnte bereits die erfolgreiche Kommunikation zweier von den Schülern selbst entwickelter ANT+™-Adapter (siehe Abbildung 17) demonstriert werden. Mittels RS232-USB-Adapter waren die Prototypen mit einem Notebook verbunden und mithilfe des COM-Schnittstellenprogramms Hyperterminal konnten Datenpakete übermittelt werden.

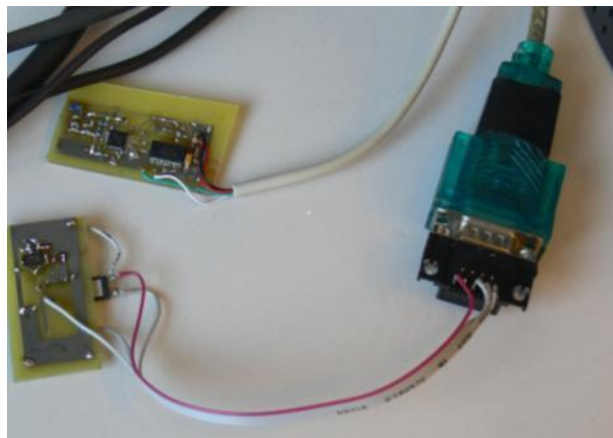


Abbildung 17 - Prototyp eines MiniUSB-to-ANT+™ Adapters

Abbildung 18 zeigt die Großansicht der ersten noch per Hand gelöteten Platine für den MiniUSB-to-ANT+™ Adapter.

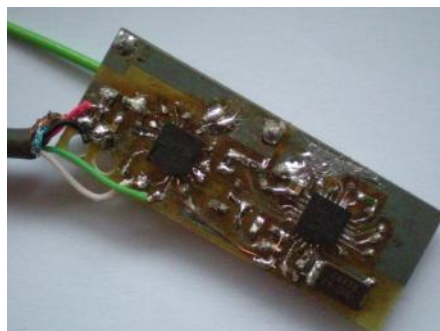


Abbildung 18 - Von Hand gelötete Platine

„Man benötigt schon einiges an Geduld und Erfahrung, um einen Chip per Hand mit 5mm Seitenlänge und 24-Pins auf den Print zu löten.“ (Jakob Maderthaler, Schüler, HTL Waidhofen an der Ybbs)

Der nächste Schritt zur Kommunikation mit dem Smartphone erwies sich allerdings als große Hürde. Vor allem die Tatsache, dass Smartphones in der Regel bei der Anbindung an den PC als USB Slave-Device agieren, erwies sich als problematisch. Windows Mobile lässt die Konfiguration auf USB-Host nicht zu. Daher wurde der bisherige μ Controller mit einem ATMEGA-Controller ausgetauscht, der die Funktion des Masters übernehmen kann. Dieses Konzept wurde von den Schülern der HTL Waidhofen an der Ybbs beim 3. Seminar vorgestellt (siehe Abbildung 19).

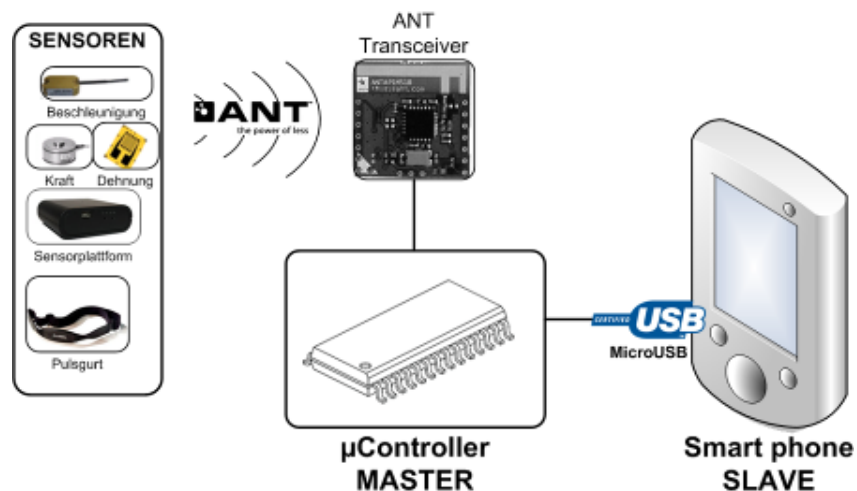


Abbildung 19 - μ Controller übernimmt Rolle des USB-Host

Nach erfolgreichen Tests der Hardware wurden allerdings weiterhin Schwierigkeiten mit der USB-Anbindung am Smartphone festgestellt. Diese bieten in der Regel keine Spannungsversorgung über USB, somit musste ein Akku mit entsprechender Ladeschutzregelung bzw. eine Knopfzelle als Spannungsquelle implementiert werden.

Nach mehrmaligem Wechsel des μ Controllers wegen Treiberproblemen unter Windows Mobile wurde beschlossen, künftig auf ANDROID-basierte Smartphones zurückzugreifen. Doch nachdem auch hier keine Lösung gefunden werden konnte, musste letztendlich die miniUSB-Variante des Adapters verworfen werden. Ein Umstand, mit dem niemand so wirklich gerechnet hat. Parallel zur Entwicklung des USB-Adapters wurde am ZSU an einer Lösung mit der ANT+™ microSDIO Karte von Spectec (Taiwan) als Empfangsgerät gearbeitet.

Bereits Anfang Februar 2010 konnte erstmals mit Hilfe einer modifizierten Funktionsbibliothek die Kommunikation mit einem Pulsgurt realisiert werden. Diese Lösung hat allerdings bestimmte Nachteile. Im Zuge der Vorbereitungen zu einer Live-Präsentation des ersten MMA-Prototyps bei einem vom ZSU veranstalteten Sommer-Festes im Juni 2010 wurde eine starke Ausfallsanfälligkeit der Funkverbindung mit microSDIO-Karte bei höheren Temperaturen festgestellt.

Die Vor- bzw. Nachteile der beiden Technologien konnten durch zahlreiche Tests identifiziert werden und werden einander in Tabelle 9 gegenübergestellt.

Tabelle 9 - Vorteile und Nachteile beider ANT+™ Schnittstellen

Spetec Micro SDIO		HTL USB	
+	-	+	-
fertig	Funktionsbibliothek nur in C# verfügbar	Durch eigene Antenne bessere Reichweite	Größere Bauform außerhalb des Smartphones
SD-Karte steckt direkt im Smartphone	Reichweite max. 1,5m	Normale serielle Kommunikation (programmierbar für viele Smartphones)	Viele Smartphones haben keine eigene Spannung an USB-Ausgang
	Temperaturempfindlichkeit		
	Ca. 54€ / Stück	Ca. 30€ / Stück	

Nachdem der entwickelte ANT+™ zu USB-Adapter leider nicht in Verbindung mit Smartphones genutzt werden konnte, und die Spectec microSDIO Karte nicht praktikabel einsetzbar war, musste eine neue Lösung gefunden werden. Also frisch ans Werk! Tatsächlich hatten die Schüler der HTL Waidhofen a.d. Ybbs noch ein Ass im Ärmel. Eine Lösung, die auch zum Zeitpunkt der Berichtserstellung noch im Einsatz ist.

Nach kurzen Recherchen erkannten die Schüler, dass sich auch ein Adapter, - basierend auf einem Bluetooth-Modul als Schnittstelle zum Smartphone - machen lassen müsste. Befürchtungen über zu hohen Stromverbrauch konnte rasch zerschlagen werden. Basierend auf ersten Berechnungen sollte der Adapter (mit vertretbar großem Akku) mindestens 3 Stunden lange einsatzfähig sein. Eine Tatsache, die sich im Rahmen des Feldversuchs mehr als richtig herausstellen sollte.

Abbildung 20 und Abbildung 21 zeigt den von den Schülern erstellten Schaltplan und Schematischen Aufbau des Adapters, der neben seiner Hauptfunktion noch zusätzlich über eine USB-Ladekontrolle und einer Status-LED verfügt.

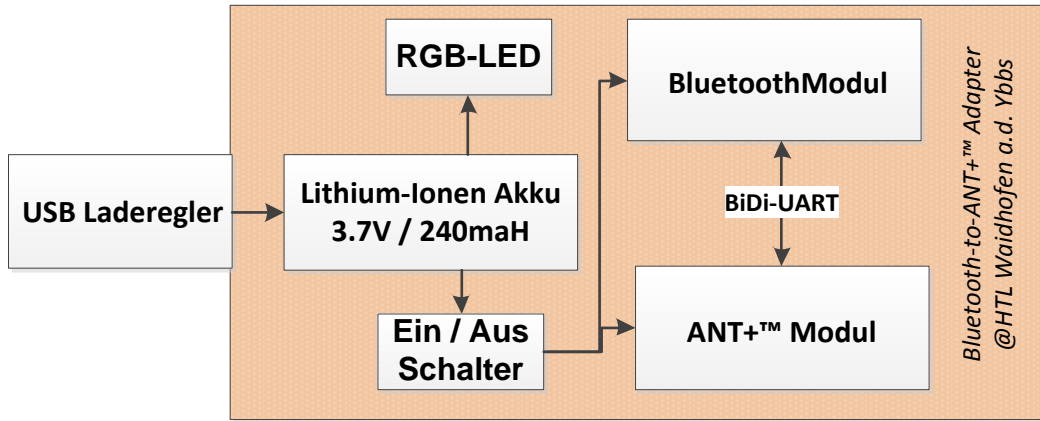


Abbildung 20 - Schematischer Aufbau des Bluetooth-to-ANT+™ Adapters

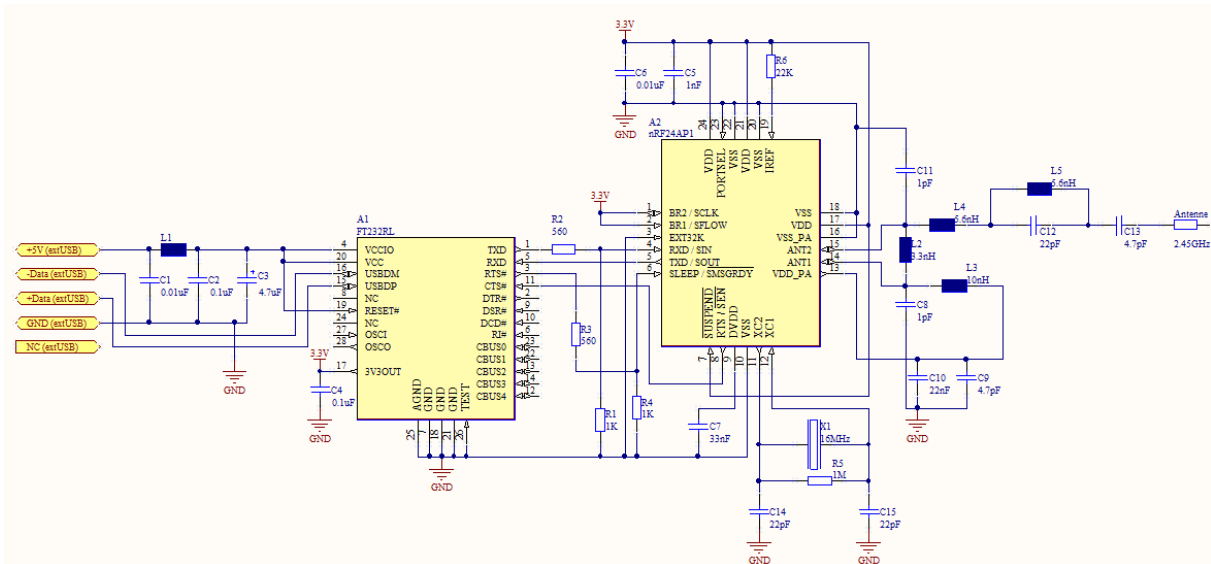


Abbildung 21 - Schaltplan des Bluetooth-to-ANT+™ Adapters

Schon kurze Zeit nach den ersten Versuchen und Überprüfung der Funktionalität des Bluetooth-to-ANT+™ Prototyp-Adapters war klar, die lange gesuchte Lösung gefunden zu haben. Nicht nur die Akkulaufzeit von bis zu 4 Stunden konnte dabei überzeugen, sondern auch die Datenübertragungsrate. Die Funktionalität von ANT+™ kann auch unter Verwendung des Adapters in ganzem Umfang genutzt werden.

Nach weiteren umfangreichen Tests ging man an der HTL Waidhofen a.d. Ybbs dazu über, den entwickelten Prototyp des Adapters in „Massenproduktion“ herzustellen. Vorerst war dazu geplant, die doch etwas aufwändigere Schaltplatine von einem ausgelagerten Produzenten ätzen zu lassen um dann die mit den fertigen Leiterbahnen versehene Platine per Hand zu bestücken.

Auf Wunsch der Schüler, den in der Theorie bereits bekannten Prozess aber auch gerne selbst auszuprobieren zu wollen, erfolgte die Herstellung der 20 vorgesehenen Bluetooth-to-ANT+™ Adapter, inklusive Leiterplatte ätzen, vollständig an der HTL Waidhofen a.d. Ybbs. Dieser Herstellungsprozess ist in den nachfolgenden Illustrationen (Abbildung 22 bis Abbildung 27) dokumentiert.

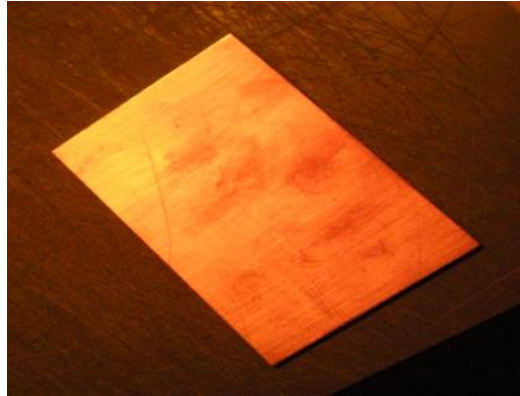


Abbildung 22 - Platinenrohling vor dem Ätzzvorgang

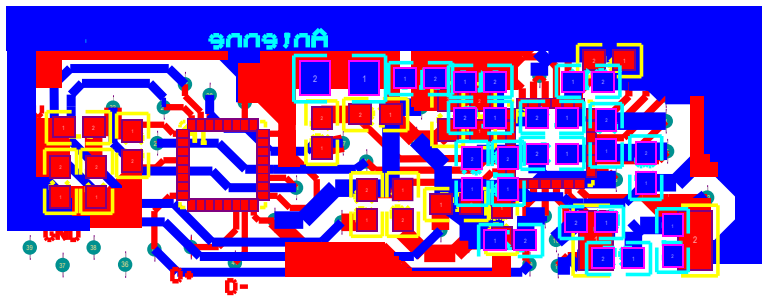


Abbildung 23 - Ätzzvorlage des Schaltungsplans

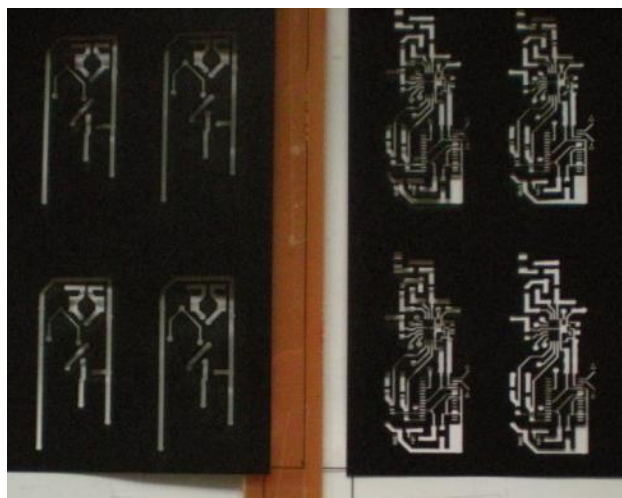


Abbildung 24 - Auf Folie aufgebrachtes Negativ der Ätzzvorlage

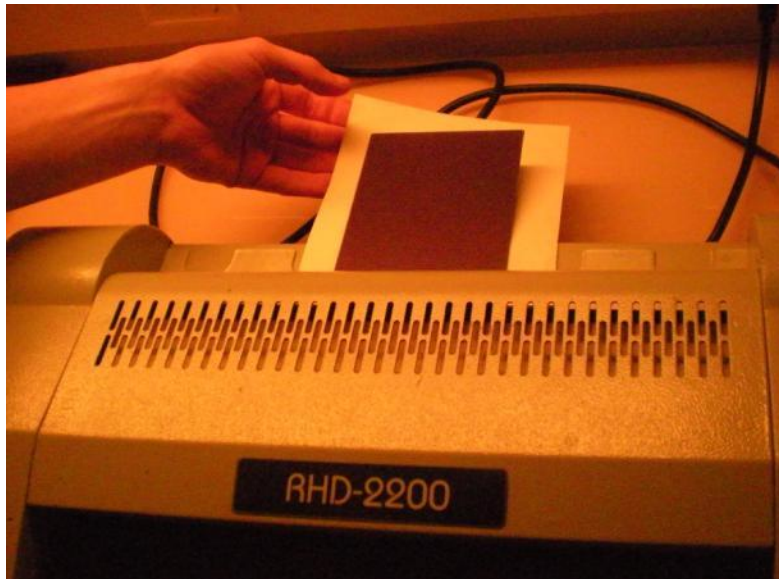


Abbildung 25 - Aufbringen der Ätzvorlage auf den Platinenrohling

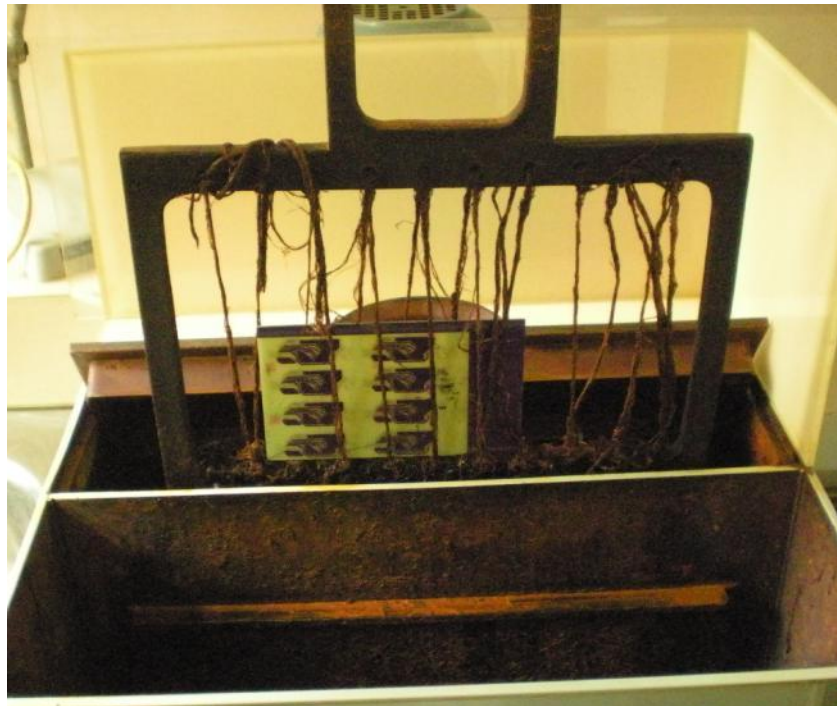


Abbildung 26 - Platinen nach dem Ätzvorgang



Abbildung 27 - Auflöten der einzelnen Komponenten auf die Leiterplatte

Zweite Aufgabe – Java Programmierung

Auch wenn nicht gleich zu Beginn im Aufgabenbereich festgelegt, bekam das ZSU mit Anfang 2011 auch bei der Entwicklung der Smartphone Applikation dankenswerte Unterstützung von einer ambitionierten Schülergruppe aus der HTL Waidhofen. Nach dem Umstieg von Windows Mobile auf Android wurde diese Unterstützung vom ZSU dankend angenommen. Die Aufgabe bestand dabei in der Spezifikation und Implementierung eines Datenübertragungsprotokolls (C2SP – Connected to be sure Protokoll), welches eine rasche und verlustfreie Datenübertragung zwischen Smartphone(Client) und Server sicherstellen sollte (siehe Abbildung 28: Datenfluss zwischen Smartphone und Server).

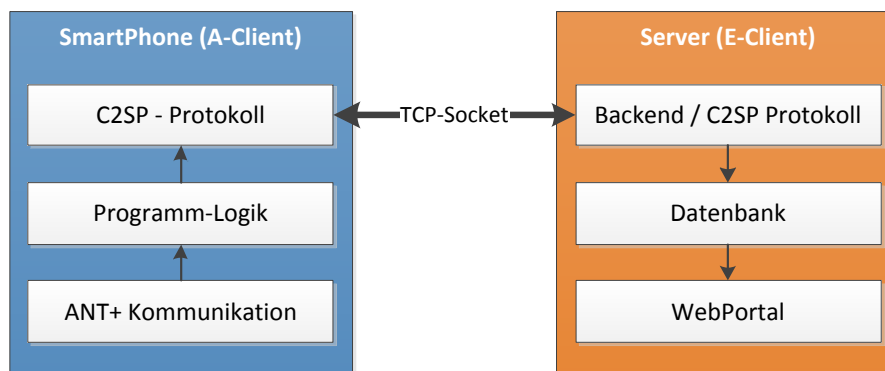


Abbildung 28 - Datenfluss zwischen Smartphone und Server

Das davor implementierte Protokoll – welches auch im Zuge des Sommerfestes 2010 zum Einsatz kam, funktionierte zwar prinzipiell, allerdings war die Datenübertragung sehr langsam (siehe Tabelle 10 – Vergleich Protokolle). Die Verwendung im Kraftsportbereich wäre damit selbst bei maximaler Datenreduktion nicht möglich gewesen.

Tabelle 10 - Vergleich Protokolle

	Protokoll 2010	Protokoll 2011
Datenübertragungsrate *	25 ANT+™ Pakete/sec	200 ANT+™ Pakete/sec
Zeit von Sensorwertmessung bis Eintragen in der Datenbank *	8 Sekunden	< 1 Sekunde
Verzögerung beim Versenden von Feedbacknachrichten *	8 Sekunden	< 1 Sekunde
Maßnahmen zur Sicherstellung der vollständigen Datenübertragung	Nein	Ja

*Bei diesen Werten handelt es sich immer um Mittelwerte

Wie aus der obigen Tabelle erkennbar ist, können mit der Implementierung des neuen Datenübertragungsprotokolls mehr Sensorwerte übertragen werden, als das ANT+™ Protokoll unterstützt. Das bedeutet, dass auch bei kurzzeitig fehlender oder schwächerer Internetverbindung eine gesicherte Datenübertragung (ohne Pufferüberlauf am Smartphone) gewährleistet werden kann.

1.2.4 Einbindung TGM Wien XX

Die ersten Tätigkeiten für die Schülerinnen des TGM Wien XX bestanden aus einer Menge Recherchetätigkeit gepaart mit kreativen Lösungsansätzen. Die Tatsache, dass eine adäquate Konzeption von Sensorik für den Sport selbst für erfahrene Anwender eine Herausforderung darstellt, lässt das Ausmaß der Aufgabenstellung für Außenstehende erahnen. Die primäre Aufgabenstellung zu Projektbeginn war die eigenständige Erarbeitung von sportartspezifischen Messkonfigurationen zur Erfassung physiologischer und/oder biomechanischer Parameter. Die Wahl der Sportarten sollte sich einerseits am Interesse der Schülergruppen orientieren, andererseits jedoch auch die Möglichkeiten für eine künftige Einbindung in den Sportunterricht berücksichtigen.

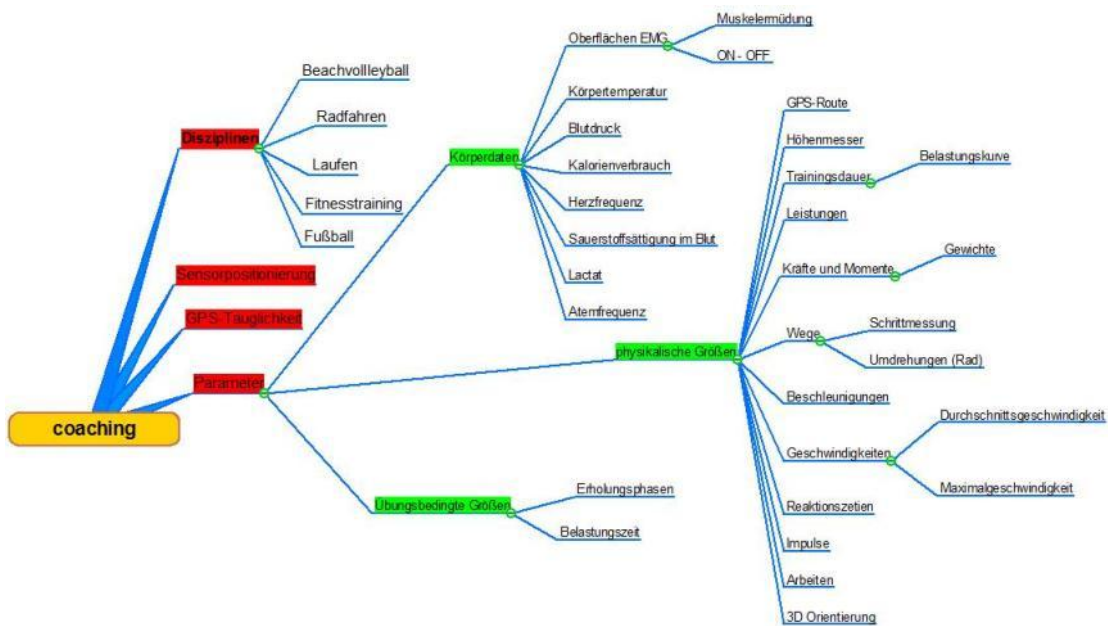


Abbildung 29 - Diagramm zu ausgewählten Sportaktivitäten und Sensoren

Nach Rücksprache mit dem verantwortlichen Turnlehrer (Prof. A. Pesek) sowie nach mehreren internen Audits mit dem technisch Verantwortlichen der Abteilung Biomechanik (DI P. Kornfeind) wurden folgende Sportarten (inkl. Vorschlag für Sensorkonfiguration) ausgewählt:



Laufen

- Schrittfrequenz, HF, Speed, HRV, Schrittlänge, ...



MTB

- Geschwindigkeit, Trittfrequenz, Neigung, Gang, ...



Fitness

- Zugkraft, Weglänge, Leistungskurve, ...

Bei der Auswahl von Sensoren wurde speziell auf deren Bauweise-/größe, Befestigungsmöglichkeiten sowie auf die Anschaffungskosten geachtet. Begleitend zu diesem Prozess wurden im Zuge von Unterrichtseinheiten am TGM („Sportgerätetechnik und physiologische Testverfahren“) die am Projekt beteiligten Schülergruppen mit fachlichem Know-how unterstützt. Der Einsatz von invasiven Messverfahren wie etwa bei der Bestimmung von Laktatkonzentrationen im Blut wurde kategorisch ausgeschlossen, da dies für einen Schuleinsatz nicht applikabel wäre. Alternativ hatten die Schülerinnen des TGM die Möglichkeit eines mobilen Pulsoxymeters (Befestigung mittels Clip am Zeigefinger) vorgeschlagen, mit denen ebenfalls ein belastungsabhängiger Parameter erhoben werden kann.

In Tabelle 11 befindet sich eine kompakte Auflistung der gewählten Sensoren inklusive der damit erfassbaren Messgrößen, welche zusammen im Zuge des zweiten Seminars in Wien (TGM) von der Mastergruppe präsentiert wurde.

Tabelle 11: Sportartspezifische Sensorauswahl (Stand Dezember 2010).

Sportart	Sensor	Parameter
Laufen	Foot Pod	Schrittzahl, Geschwindigkeit
	Pulsgurt	Puls, HVR, Atemfrequenz?
	Pulsoxymeter	Sauerstoffsättigung
Fahrrad	Altimeter	barometrische Höhenmessung
	Gangsensor	aktuell gefahrener Gang
	Inklinometer	Steigung
	Cadence-Sensor	Trittfrequenz
	Tachometer	Fahrgeschwindigkeit
Fitness	Wägezelle	Kraft
	Wegaufnehmer	Bewegungsamplitude

Laufen

Die Sensorkonfiguration für diese Sportart war rasch adaptiert, da hier auf kommerziell verfügbare Hardware (Garmin Foot Pod, Garmin HF-Gurt; beide ANT+™ kompatibel) zurückgegriffen werden konnte. Die Idee eines Pulsoxymeters am Finger musste wegen zu großer Störeffekte aufgrund mechanischer Stöße im Zuge der Laufbewegung verworfen werden. Der Laufsensord (Foot Pod, siehe Abbildung 30) ist mit einem Beschleunigungssensor ausgestattet und gibt bei Detektion eines Aufsetzens mit dem Fuß einen Event inkl. Zeitstempel per ANT+™ Protokoll weiter. Gemeinsam mit der aktuellen Herzfrequenz werden die Sensordaten am Smartphone empfangen und zusätzlich am Server bereitgestellt (LIVE-Monitoring).



Abbildung 30 - Befestigung des Laufsensors (Foot Pod) am bzw. im Schuh

Für eine optionale Bestimmung der Herzfrequenzvariabilität verfügt der gewählte Pulsgurt über eine sogenannte Beat-to-Beat Messung (R-R Zacke im EKG). Dieses Feature soll für künftige Leistungsmodelle zur individuellen Belastungskontrolle herangezogen werden.

MTB

An diesem Sportgerät haben die TGM Schülerinnen den Großteil ihrer Projektzeiten investiert, unter anderem weil hier eine eigene Konstruktion für die Erkennung des eingelegten Ganges erarbeitet und angefertigt wurde. Die Notwendigkeit der Gangdetektion ergibt sich durch den Wunsch in Kombination mit Fahrgeschwindigkeit, Trittfrequenz sowie aktueller Steigung künftig einen Gangvorschlag für die Benutzer anbieten zu können. Die ersten Gehversuche fanden mittels eines einfachen Schiebepotentiometers und einem Multimeter (zur Widerstandsmessung) an einem der angekauften Mountainbikes statt. Als Befestigung wurde der Einfachheit halber auf normale Kabelbinder zurückgegriffen, wobei allen Beteiligten klar war, dass dies nur eine temporäre Lösung darstellt. Abbildung 31 zeigt einen der ersten Versuchsaufbauten sowie die provisorische Montage des Sensors am Schaltseil.



Abbildung 31 - Urprototyp des Gangsensors (Testmessung, Montage)

Durch die Ausbildung in Konstruktionslehre und computergestütztem Konstruieren war es für die Schülerinnen möglich, ein passendes Gehäuse sowie die Aufnahme des Schaltseils am Schleifer mittels Inventor (AutoCAD 3D) selbstständig zu entwerfen (siehe Abbildung 32). Als Material wurde ein einfach zu bearbeitender Kunststoff (Polyethylen 66) gewählt, da mit diesem Werkstoff eine spanende Bearbeitung (z.B. Fräsmaschine, Bohrmaschine, Drehbank) möglich ist. Die Vorgaben zur Konstruktion waren wie folgt:

- Gehäuse soll Schleiferbereich vor Staub und Schmutz schützen
- Montage soll universell auf unterschiedlichen MTBs möglich sein (→ Oberrohrkonstruktion sowie Schaltseilführung unterschiedlich)
- Befestigung mittels „Schnellspanner“ erwünscht (kein Werkzeug)

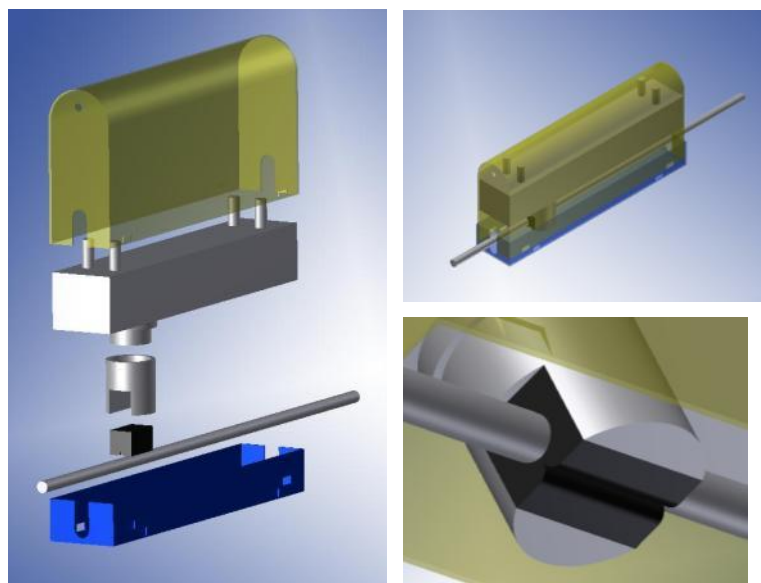


Abbildung 32 - Konstruktion des Gehäuses sowie der Seilaufnahme (Inventor)

Die fertige Konstruktion wurde in Absprache mit DI Kornfeind in der hauseigenen Werkstatt der Abteilung Biomechanik angefertigt. Dank grundlegender Ausbildung in der feinmechanischen Grundwerkstätte des TGM Wien XX waren die Schülerinnen in der Lage die Anfertigung der Einzelteile selbstständig durchzuführen. Materialeinkauf von diversen Kleinteilen (z.B. Schrauben, Distanzhülsen, Dichtmittel, ...) übernahmen ebenfalls unsere Schulpartner. Auf zwei Mountainbikes wurden je zwei Gangsensoren (hinteres Schaltwerk, vorderer Umwerfer) mittels elastischen und lösbaren Schnellspannern aus Polyurethan vormontiert. Nachfolgend (Abbildung 33) ist die Schaltung sowie die Funktionsweise bei einem Gangwechsel schematisch dargestellt.

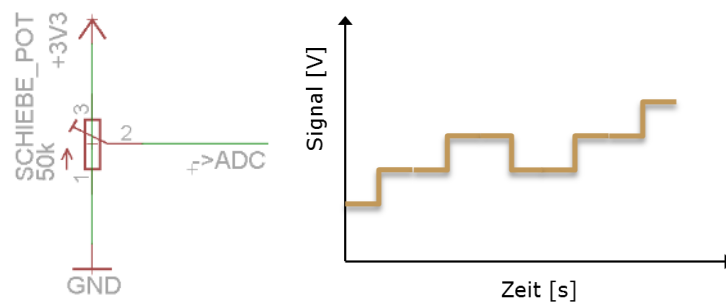


Abbildung 33 - Schaltung sowie Ausgangsspannung bei unterschiedlichen Gängen

Einige Schwierigkeiten entstanden bei den ersten Messkurven in Verbindung mit oftmaligem Gangwechsel, da die abrupte Bewegung ein leichtes verrutschen an der Seilaufnahme des Sensors verursachte. Dieses Problem konnte durch eine festere Klemmung (Verschraubung) behoben und dadurch eine valide Messung garantiert werden. Die reale Messkurve (Abbildung 34) veranschaulicht das Überschwingen beim Herunterschalten am hinteren Zahnkranz (Schaltwerk).

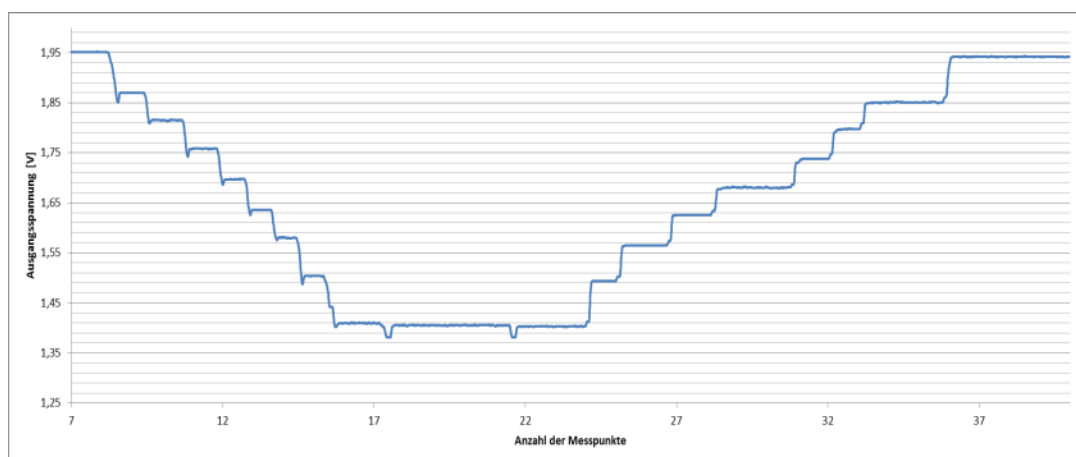


Abbildung 34 - Messkurve bei mehrmaligen Gangwechsel (runter/rauf)

Tachometer und Trittfrequenzsensor wurden mittels kommerziell verfügbaren Sensoren (Garmin Bike Pod, ANT+™ kompatibel) ausgeführt. Um die Arbeitsweise von Federgabel und Dämpferelement (nur bei Full-Suspension MTBs) beobachten zu können, wurden Wegaufnehmer an passender Stelle angebracht und justiert (Abbildung 35). Die Aufzeichnung der Veränderung von Federwegen dient einer geplanten Optimierung der Einstellmöglichkeiten moderner Feder/Dämpfer-Systemen (Zug-/Druckstufe, Federvorspannung).



Abbildung 35 - Anbringung von Wegaufnehmern an Federgabel und Dämpfer

Parallel zur Sportgeräteadaption fand die Entwicklung im Bereich Embedded Systems statt (konkret die Programmierung der Sensorplattform NEON). Um dennoch Funktionstests mit den Gangsensor durchführen zu können wurde am Institut für Sportwissenschaft die notwendige Hard- und Software zur computergestützten Messwerterfassung zu Verfügung gestellt und einige Testreihen durchgeführt (Schülergruppe gemeinsam mit DI Kornfeind). Ein eigens dafür programmiertes Programm (LabVIEW 2010) simulierte aufgrund der gemessenen Signale den aktuell eingelegten Gang auf dem Bildschirm (siehe Abbildung 36).

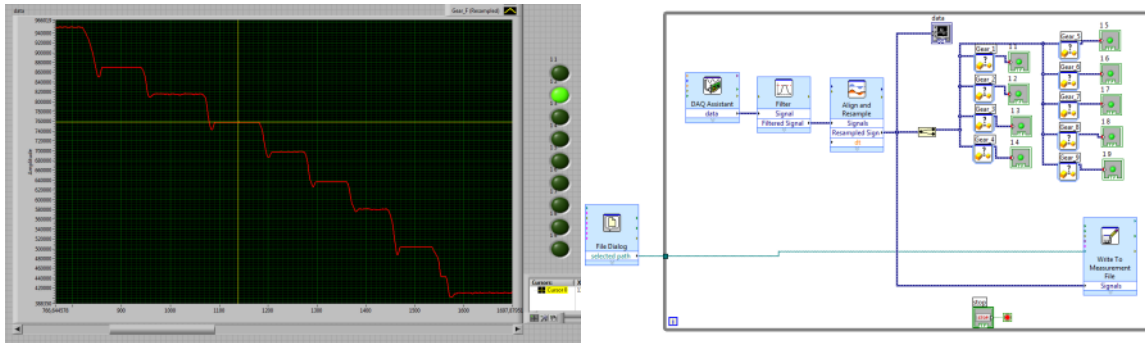


Abbildung 36 - LabVIEW Programm inkl. virtueller Ganganzeige

Fitness

Im Zuge einer Generalsanierung des Konditionsraumes III am ZSU konnten insgesamt 4 Geräte (siehe Abbildung 37) mit je einer Kraftmesszelle (Wägezelle, Fa. Hottinger Baldwin) sowie einem Drehgeber mit Übersetzungsgetriebe ausgestattet werden (Abbildung 38). Jede Trainingsstation wurde mit einer Sensorplattform (NEON, Fa. Spantec) plus Brückenverstärkermodul ausgestattet und mittels Firmware auf die Messaufgabe konfiguriert. Die Messung erfolgt mit 100Hz pro Kanal und wird einerseits auf einer internen microSD-Karte gespeichert, andererseits mittels ANT+™ Protokoll an das Smartphone bzw. an den Laptop übertragen.



Abbildung 37 - Übersicht der ausgewählten Krafttrainingsgeräte

Die Mastergruppe der TGM Schüler führte gemeinsam mit DI Kornfeind zahlreiche Testmessungen zwecks Funktionsüberprüfung sowie Kalibrierung der einzelnen Sensoren durch.

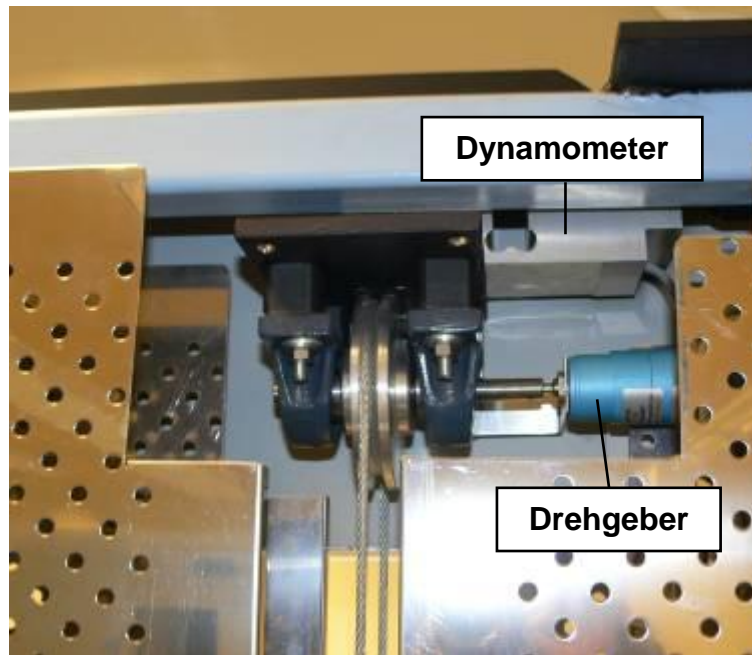


Abbildung 38 - Zusatzkonstruktion & Montage der Sensoren

Wie wichtig die Erfassung von Kraftkurven in dynamischen Bewegungsausführungen ist zeigt die folgende Darstellung (Abbildung 39), bei einer Wiederholung im Schrägbankdrücken. Eine unsaubere Bewegungsumkehr wird im Kraft-/Zeitverlauf sofort ersichtlich.

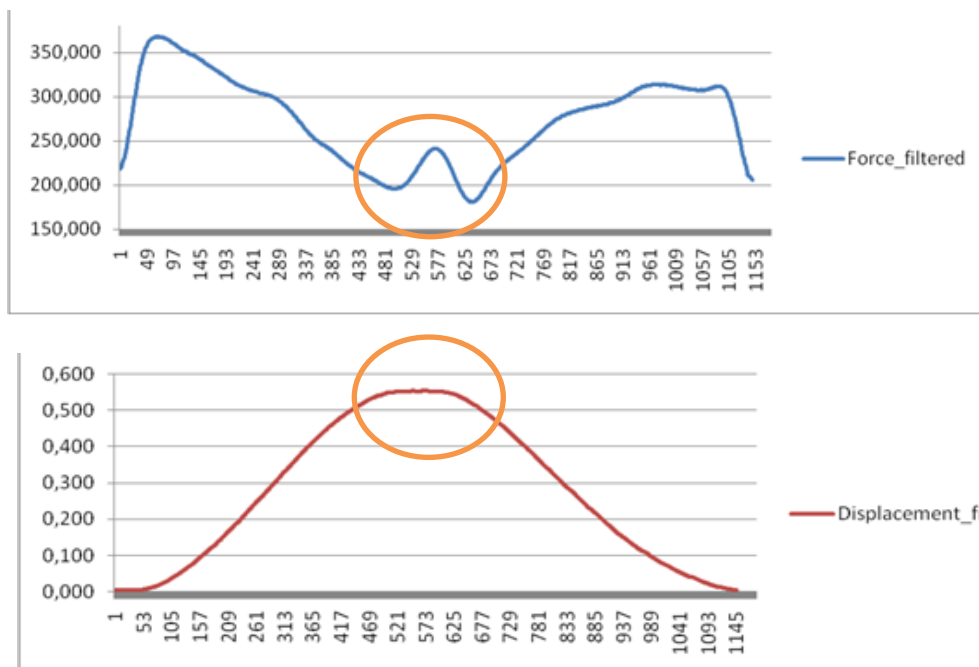


Abbildung 39 - Beispielkurven beim Bankdrücken (fehlerhafte Ausführung)

1.3 Resumé

Auch wenn die Entwicklung aufgrund mehrerer Konzeptänderungen (insbesondere Datenübertragung von Smartphone zum Server, ANT+™ Adapterlösung) letztendlich nur wenig Zeit zum gezielten Testen des Gesamtsystems zuließ, zeichnete sich das Projekt vor allem durch die gute Zusammenarbeit mit allen beteiligten Schülern und Lehrern aus. Letztendlich konnten alle beteiligten Partner nicht nur enorm wichtige Erfahrungen in der gemeinsamen Entwicklung und Zusammenarbeit im Rahmen eines mittelgroßen Projektes sammeln, sondern lernten dabei auch mit unerwarteten Situationen umzugehen. Der hohe Wissenstransfer zwischen Wissenschaft und Schule – ein Kernpunkt der Sparkling Science Initiative – motivierte sowohl Schülerinnen als auch Lehrer. Äußerst positiv wurde auch die Einbringung von fachlichem Know-how seitens der Sportgerätetechnik (TGM Wien XX) sowie der Elektronik/Informationstechnik (HTL Waidhofen a.d. Ybbs) vom Instituts-Team bewertet.

Zeitmanagement, lösungsorientiertes Vorgehen, gezielte Aufgabenverteilung, Krisenmanagement und Präsentationstechnik sind nur einige von vielen inhaltlichen Eckpfeilern, welche anhand dieses Projektes praxisnahe durchlebt und vermittelt wurden. Die Förderinitiative des ÖAD hat die wichtige Basis sowie Rahmenbedingungen zu Verfügung gestellt um Schülerinnen neben dem Spaß an Technik und Entwicklung, auch einen Einblick auf das stets zugehörige Umfeld zu ermöglichen.

Die derzeitige Implementierung des MMA und dessen Einsatz im Feldtest ließen uns gute Erkenntnisse und Ideen für Weiterentwicklungen/Optimierungen gewinnen. Der MMA ist derzeit noch in Bezug auf die Usability gewöhnungsbedürftig und benötigt ein wenig Geduld in der Bedienung. Insbesondere der Aufwand für die Nutzung in Gruppen ist nicht zu unterschätzen und erfordert ein gezieltes Vorgehen in der organisatorischen Planung (z.B. Koppelung der Sensoren an die dazugehörigen Schüler). Dennoch, die aktuelle Umsetzung des MMA ermöglicht bereits die Evaluation von Anwendungsszenarien ubiquitärer Technologien im Sport bezüglich deren technischer Umsetzbarkeit, sowie der Akzeptanz solcher Technologien unter Jugendlichen. Des Weiteren können das richtige Timing und die Art der Feedbackgabe auf deren Wirksamkeit untersucht werden.

Aus der Integration von serverbasierenden Zugriffsmöglichkeiten auf die Sensordaten ergibt sich eine neuartige und innovative Entscheidungsgrundlage für Turnlehrerinnen und Experten für den Schulsportunterricht. Die Möglichkeit auch aus weiter Entfernung Empfehlungen an körperlich aktive Schülerinnen zurücksenden zu können ist ein derzeit einzigartiges Feature und gleichzeitig ein Alleinstellungsmerkmal am fitnessorientierten Smartphone Markt.

Die ersten Ergebnisse in Bezug auf Feedbackmeldungen sowie das Interesse der Probanden am eigenen Fitnesszustand können sehr positiv gewertet werden. Als Konsequenz daraus wurde das Projekt inhaltlich als Forschungsschwerpunkt in der Abteilung Biomechanik, Bewegungswissenschaft und Sportinformatik übernommen. Es ist geplant, das Projekt auch nach Ende der Laufzeit, mit den uns zu Verfügung stehenden Ressourcen, voranzutreiben und im Zuge einer weiteren Sparkling Science Ausschreibung einen Folgeantrag einzubringen. Es gibt hierfür bereits großes Interesse von zusätzlichen Schulpartnern (Kärnten, Niederösterreich).

Fazit: es gibt noch viel zu tun – weitere Sensorentwicklung, gezielte Optimierung der Weboberfläche auf verschiedene Sportarten, Optimierung und Automatisierung von Feedbackmeldungen sind nur einige offene Punkte hierzu. Erstes Interesse und Anfragen von Schülern sich hier in Rahmen von Fachbereichsarbeiten (Weiterentwicklung Sensorik, Verbesserung A-Client, E-Client, mobile E-client Lösung) einzubringen sind bereits im Gespräch. Auf Anfrage von 2 Schülern vom TGM konnte das ZSU für August 2011 bereits 2 Praktikanten in Form eines Innovationspraktikums (FFG) für die Weiterentwicklung des MMA gewinnen.

Gesammelte Zitate

„Spannender als Fußball im Fernsehen“ (so ein Schüler der die Life-Ansicht seiner Kollegen das erste Mal am Bildschirm verfolgte)

„Der MMA ist wie ein Computerspiel, nur in Echt !“

„Rocky hätte damit trainieren sollen“ (witzelte ein Schüler vom TGM)

„Ich wollte schon immer wissen wie gut ich drauf bin!“

„Wann gibt's die Anwendung für den Kraftbereich?“

„Für mich kamen die Schulsportstunden dem Training unter Wettkampfbedingungen nahe. Es muss die Frage gestellt werden, ob solche Bewegungserziehung ein gesundheitsorientiertes Bewegungsempfinden fördert.“

(Sebastian Bichler, wissenschaftlicher Mitarbeiter, Universität Wien)

„Für Android werden nach eigenen Angaben monatlich 15.000 neue Anwendungen veröffentlicht. Es ist spannend, sich mit den Schülern mit einer sich so schnell verbreitenden Technologie auf hohem Niveau auseinanderzusetzen.“

(Klaus Kettner, Lehrer, HTL Waidhofen an der Ybbs)

„Man benötigt schon einiges an Geduld und Erfahrung, um einen Chip per Hand mit 5mm Seitenlänge und 24-Pins auf den Print zu löten.“ (Jakob Maderthaner, Schüler, HTL Waidhofen an der Ybbs)

2. Prozessdokumentation

2.1 Prozessbericht

Tabelle 12 - Seminare, Meetings, Besprechungen

Datum	Aktivität
01.06.2011	Projektbesprechung / HTL Waidhofen a.d. Ybbs
09.03.2011	Seminar 5 / ZSU (ZSU,HTL,TGM)
17.01.2011	Projektbesprechung / ZSU (ZSU, TGM)
25.11.2010	Seminar 4 / Waidhofen a.d. Ybbs (ZSU,HTL,TGM)
10.08.2010	Projektbesprechung / ZSU
01.07.2010	Projektbesprechung / ZSU
25.05.2010	Vorbesprechung Sommerfest Präsentation / ZSU
30.04.2010	Entwicklermeeting / ZSU (ZSU;TGM,HTL)
19.04.2010	Uni Teammeeting / ZSU
01.04.2010	Projektbesprechung ZSU
15.03.2010	Uni Teammeeting / ZSU
23.02.2010	Seminar 3 / ZSU (ZSU,HTL,TGM)
15.12.2009	Seminar 2 / TGM (ZSU,HTL,TGM)
03.11.2009	Seminar 1 / Waidhofen a.d. Ybbs (ZSU,HTL,TGM)
10.09.2009	Infoveranstaltung TGM
09.09.2009	KickoffMeeting / ZSU

Tabelle 13 - Milestones

Datum	Milestone
05.2011	Beginn der Feldtest in den Partnerschulen
03.2011	Erste auf Android Smartphones basierende A-Client Applikation
02.2011	Erster Prototyp eines Bluetooth-to-ANT+™ Adapters
12.2010	Umstellung Backend auf TCP-Datenkommunikation
07.2010	Erste Ausstattung Kraftgeräte mit Sensorik
06.2010	Erste Ausstattung Mountainbikes mit Sensoren
06.2010	Darstellung Life-Daten in Charts
04.2010	Datenbankprototyp und Webapplikation
02.2010	Erste auf Windows Mobile basierende A-Client Applikation

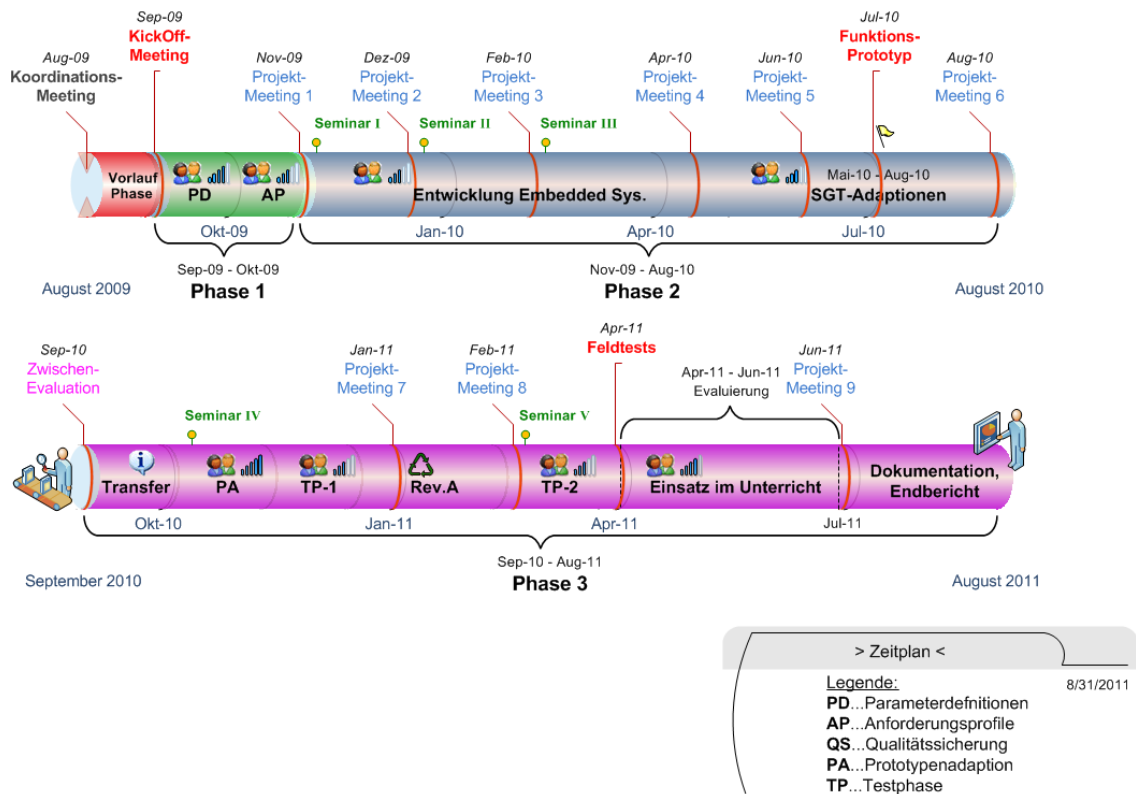


Abbildung 40 - Aktualisierter Zeitplan über die gesamte Projektdauer

2.2 Projektdarstellung mit Fotos

Siehe Beilage

3. Informationen zur Programmdokumentation

3.1 Teilnahmebestätigungen/Partnerschaftsurkunden

Tabelle 14 - Bestätigungen, Urkunden

Schule	Teilnahmebestätigungen
HTL Waidhofen/Ybbs	34 (2009/10: 17 sowie 2010/2011: 17)
HTL TGM	43 (2009/10: 19 sowie 2010/2011: 24)

3.2 Dissemination

Tabelle 15 - Vorträge

Datum	Titel
18.01.2011	“Feedback systems in sport“, Invited lecture, PhD Kolloquium im Rahmen des “Intelligente Bewegungsbetreuung – ein Einsatzgebiet von Ubiquitous-Computing-Technologien mit hohem Potential“, Einladungsvortrag im Rahmen des Sportmotorischen Kolloquiums, Universität Freiburg, 18.1.2011.
25.09.2010	"Current Development of a Server-Based Mobile Coaching System", 8th International Symposium of the International Association of Computer Science in Sports, Canberra, 24.-25.9.2010.
12.-16.07.2010	“Mobile motion advisor – a feedback system for physical exercise in schools“ (with E. Preuschl et al.), 8 th Congress of the International Sports Engineering Association, Wien, 12.-16.7.2010
03.02.2010	Graduiertenkollegs „Computer and Information Science“, Universität Konstanz
18.-20.11.2009	"A Mobile Coaching Approach", 26. Tagung des Türkischen Informatik-Verbands (Bilişim'09) in Ankara, Türkei,
22.-25.09.2009	"Mobile Coaching", 7th International Symposium of the International Association of Computer Science in Sports, Canberra

Publikationen

Tabelle 16 – Veröffentlichungen von Projektinhalten

Jahr	Titel
2010	Baca, A., Kornfeind, P., Preuschl, E., Bichler, S., Tampier, M., & Novatchkov, H. (2010). A server-based mobile coaching system. <i>Sensors</i> 2010, 10, 10640-10662.
2010	Novatchkov, H., Bichler, S., Böcskör, M., Kornfeind, P., & Baca, A. (2010). Current Development of a Server-Based Mobile Coaching System. <i>Proceedings IACSS10, 8th International Symposium of the International Association of Computer Science in Sport</i> (p. 101). Tokyo, Japan.
2010	Preuschl, E., Baca, A., Novatchkov, H., Kornfeind, P., Bichler, S. & Böcskör, M. (2010). Mobile motion advisor – a feedback system for physical exercise in schools. In A. Sabo, S. Litzenberger, P. Kafka, C. Sabo (Eds.), <i>The Engineering of Sport 8. Procedia Engineering 2</i> (2). (pp. 2741-2747), Amsterdam: Elsevier.
2009	Novatchkov, H., Kornfeind, P., Bichler, S. & Baca, A. (2009). Mobile Coaching. <i>Proceedings IACSS09, 7th International Symposium of the International Association of Computer Science in Sport</i> (p. 145). Canberra, Australia.

Präsentationen

Tabelle 17 - Vorträge bei wissenschaftlichen Konferenzen

Datum	Titel
06.-09.07.2011	16. Kongress des European College of Sport Science in Liverpool "Monitoring sports performance in various settings – the mobile motion advisor"
03.-06.07.2011	Dagstuhl-Seminar „Computer Science in Sport – Special emphasis: Football“ Präsentation der aktuellen Entwicklungen des Mobile Motion Advisor
16.06.2011	YO!Tech Präsentation des praxisnahen Einsatz des Mobile Motion Advisor gemeinsam mit Schülern des TGM Wien
09.06.2010	Sommerfest am Zentrum für Sportwissenschaften Präsentation des ersten lauffähigen Prototyp des Mobile Motion Advisor



Abbildung 41 - Präsentation des MMA bei der Yo!Tech 2011



Abbildung 42 - Präsentation des MMA bei der Yo!Tech 2011



Abbildung 43 - Präsentation des MMA bei der Yo!Tech 2011

3.3 Zahlenmäßiger Nachweis

Siehe Beilage

4. Anhang

Danksagung

Dieses Projekt wurde im Rahmen des Förderprogramms Sparkling Science, welches vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (ÖAD) gefördert wird, durchgeführt. Das gesamte Projektteam bedankt sich hiermit für die finanzielle und persönliche Unterstützung wodurch die Umsetzung des Projekts MMA mit den beteiligten Schulpartnern erst möglich wurde.



Referenzen

- [1] Armstrong S. Wireless connectivity for health and sports monitoring: a review. *British Journal of Sports Medicine*, 41; 2007, p. 285-289
- [2] Baca, A., Kornfeind, P. (2009). Mobile Coaching im Sport. In Lames, M., Augste, C., Cordes, O., Dreckmann, C., Görsdorf, K. & Siegle, M. (Hrsg.), *Gegenstand und Anwendungsfelder der Sportinformatik* (pp. 97-101). Hamburg: Czwalina.
- [3] Baca A. (2008). Feedback systems. In P. Dabnichki, A. Baca (Eds.), *Computers in Sport*,. WIT Press, Boston, MA; 2007, p. 43-67
- [4] Baca A, Kornfeind P. Mobile Coaching in Sports. In J.E. Bardram et al. (Eds.), *Adjunct Proceedings of Ubi-Comp 2007*; 2007, p. 172-179
- [5] Baca A, Kornfeind P. Rapid feedback systems for elite sports training. *IEEE Pervasive Computing*, 5 (3); 2006, p. 70-76
- [6] Baschta M. Subjektive Belastungssteuerung im Sportunterricht. Trainingspädagogische Überlegungen und empirische Befunde zum Trainieren im Schulsport. [Subjective stress control in physical education. Paedagogical considerations and empirical indications on training in school sports.] Göttingen: Cuvillier; 2008.
- [7] Chi EH. Sensors and Ubiquitous Computing Technologies in Sports. In P. Dabnichki, A. Baca (Eds.), *Computers in Sport*, 68. WIT Press, Boston, MA; 2008, p. 249-268.
- [8] Chi EH, Borriello G, Hunt G, Davies N. Pervasive Computing in Sports Technologies. *IEEE Pervasive Computing*, 4 (3); 2005, p. 22-25
- [9] Dür W, Griebler R. Gesundheit der österreichischen SchülerInnen im Lebenszusammenhang. Ergebnisse des WHO-HBSC-Survey 2006. [State of health of the Austrian students in relation to the living conditions. Results from the WHO-HBSC-Survey 2006.] Vienna, Austria: Schriftenreihe des Bundesministeriums für Gesundheit, Familie und Jugend; 2007.
- [10] Gesellschaft für Sozialforschung und statistische Analysen. Forsa-Studie: Fitness von Jugendlichen. [Forsa survey: Fitness of the adolescents] Hamburg, Germany: DAK. 2008. [Online: 2010.02.01: <http://www.presse.dak.de/ps.nsf/sbl/C2C29F2EC7CA9AA3C125746E00359D35?open>]

- [11] Jaitner T, Trapp M. Application of Service Oriented Software Architectures in Sports: Team Training Optimization in Cycling. *International Journal of Computer Science in Sports*, vol. 7/ed. 2; 2008, p. 33-45
- [12] Kranz M, Holleis P, Spiessl W, Schmidt A, Tusker F. The Therapy Top Measurement and Visualization System - An Example for the Advancements in Existing Sports Equipments. *International Journal of Computer Science in Sport*, vol.5/ed.2; 2006, pp. 76-80
- [13] Pfisterer D, Lipphardt M, Buschmann C, Hellbrück H, Fischer S, Sauselin JH. MarathonNet: Adding value to large scale sport events – A connectivity analysis. In *InterSense '06, vol.138: Proc. of the First Int. Conf. on Integrated Internet Ad hoc and Sensor Networks*. Nice, France: ACM; 2006
- [14] Stevens G, Wulf V, Rohde M, Zimmermann A. Ubiquitous Fitness Support Starts in Everyday's Context. In E.F. Moritz, & S.Haake (Eds.), *The Engineering of Sport 6*, vol. 3. New York, Springer; 2006, p. 191-196[7]
- [15] Weiss MR. Motivating kids in physical activity. In C.B. Corbin, R.P. Pangrazi, & B.D. Franks (Eds.), *Physical fitness & activity: Selected topics*, vol. 2. Scottsdale, AZ: Holcomb Hathaway, Publishers; 2004, p. 157-166

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Feedbacksystem im Rudersport	4
Abbildung 2 - Grafische Darstellung der MMA-Systemarchitektur	5
Abbildung 3 - Smartphone Generationen mit integriertem ANT+™ (Sony Ericsson)..	6
Abbildung 4 - Funktionalität der A-Client Applikation	7
Abbildung 5 - Screenshots vom A-Client	8
Abbildung 6 - Schematischer Aufbau Webportal	10
Abbildung 7 - Screenshots vom E-Client	11
Abbildung 8 - Visualisierung von Messdaten im LIVE-Modus.....	11
Abbildung 9 - NEON Plattform (Fa. Spantec)	12
Abbildung 10 - MTB: Hauptdämpfer mit appliziertem Wegaufnehmer	13
Abbildung 11 - Schematische Darstellung der Lattissimus Zugmaschine mit Sensor14	
Abbildung 12 - Interview mit Schülerinnen des TGM Wien XX	17
Abbildung 13 - Einsatz des MMA im Sportunterricht	19
Abbildung 14 - Interview mit einem TGM Schüler.....	20
Abbildung 15 - Schülergruppe HTL Waidhofen a.d. Ybbs	21
Abbildung 16 - Schülergruppe vom TGM Wien XX.....	22
Abbildung 17 - Prototyp eines MiniUSB-to-ANT+™ Adapters	26
Abbildung 18 - Von Hand gelötete Platine.....	26
Abbildung 19 - µController übernimmt Rolle des USB-Host	27
Abbildung 20 - Schematischer Aufbau des Bluetooth-to-ANT+™ Adapters	29
Abbildung 21 - Schaltplan des Bluetooth-to-ANT+™ Adapters	29
Abbildung 22 - Platinenrohling vor dem Ätzzvorgang.....	30
Abbildung 23 - Ätzzvorlage des Schaltungsplans.....	30

Abbildung 24 - Auf Folie aufgebrachtes Negativ der Ätzvorlage.....	30
Abbildung 25 - Aufbringen der Ätzvorlage auf den Platinenrohling.....	31
Abbildung 26 - Platinen nach dem Ätzvorgang.....	31
Abbildung 27 - Auflöten der einzelnen Komponenten auf die Leiterplatte	32
Abbildung 28 - Datenfluss zwischen Smartphone und Server.....	32
Abbildung 29 - Diagramm zu ausgewählten Sportaktivitäten und Sensoren	34
Abbildung 30 - Befestigung des Laufsensors (Foot Pod) am bzw. im Schuh	36
Abbildung 31 - Urprototyp des Gangsensors (Testmessung, Montage)	37
Abbildung 32 - Konstruktion des Gehäuses sowie der Seilaufnahme (Inventor)	37
Abbildung 33 - Schaltung sowie Ausgangsspannung bei unterschiedlichen Gängen.....	38
Abbildung 34 - Messkurve bei mehrmaligen Gangwechsel (runter/rauf)	38
Abbildung 35 - Anbringung von Wegaufnehmern an Federgabel und Dämpfer	39
Abbildung 36 - LabVIEW Programm inkl. virtueller Ganganzeige.....	40
Abbildung 37 - Übersicht der ausgewählten Krafttrainingsgeräte	40
Abbildung 38 - Zusatzkonstruktion & Montage der Sensoren.....	41
Abbildung 39 - Beispielkurven beim Bankdrücken (fehlerhafte Ausführung)	41
Abbildung 40 - Aktualisierter Zeitplan über die gesamte Projektdauer	45
Abbildung 41 - Präsentation des MMA bei der Yo!Tech 2011	48
Abbildung 42 - Präsentation des MMA bei der Yo!Tech 2011	48
Abbildung 43 - Präsentation des MMA bei der Yo!Tech 2011	49

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Versionsunterschiede beim A-Client.....	9
Tabelle 2 - NEON Setup MTB	13
Tabelle 3 - NEON Setup Fitness (Krafttraining).....	14
Tabelle 4 - Schulbeteiligung (Schüler, Schulpartner).....	21
Tabelle 5 - Projektteam (Universität und Schulpartner)	23
Tabelle 6 - Projektteam (Hinzugekommene Mitarbeiter)	23
Tabelle 7 - Projektteam (Mastergruppe Schüler)	24
Tabelle 8 - Übersicht Aufgabenverteilung Projektpartner	25
Tabelle 9 - Vorteile und Nachteile beider ANT+™ Schnittstellen.....	28
Tabelle 10 - Vergleich Protokolle.....	33
Tabelle 11: Sportartspezifische Sensorauswahl (Stand Dezember 2010).....	35
Tabelle 12 - Seminare, Meetings, Besprechungen.....	44
Tabelle 13 - Milestones.....	45
Tabelle 14 - Bestätigungen, Urkunden	46
Tabelle 15 - Vorträge.....	46
Tabelle 16 – Veröffentlichungen von Projektinhalten.....	47
Tabelle 17 - Vorträge bei wissenschaftlichen Konferenzen	47