

Diplomarbeit

**zur Erlangung
des Grades eines Magisters der Wirtschafts- und
Sozialwissenschaften
an der Sozialwissenschaftlichen Fakultät der
Johannes Kepler Universität Linz**

über das Thema

Digitale Datenerfassung für ein GIS-gestütztes Almbewertungsmodell im Nationalpark Gesäuse

vorgelegt bei:

Dipl.-Ing. Josef Ringert

Institut für Geoinformation, Technische Universität Graz

vorgelegt von:

Klaus Hüttenbrenner

Oppenberg 243

8786 Rottenmann

Rottenmann, im September 2004

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides Statt, dass ich die Diplomarbeit mit dem Titel „Digitale Datenerfassung für ein GIS-gestütztes Almbewertungsmodell im Nationalpark Gesäuse“ selbständig und ohne fremde Hilfe verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt und alle den benutzten Quellen wörtlich oder sinngemäß entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Rottenmann, im September 2004

(Klaus Hüttenbrenner)

Inhaltsverzeichnis

ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	III
TABELLENVERZEICHNIS	IV
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 ZIELSETZUNG	1
1.2 AUFTEILUNG/EINTEILUNG DER ARBEIT.....	2
2 DIE NATIONALPARK GESÄUSE GMBH	4
2.1 DIE LAGE DES NATIONALPARKS	4
2.2 INTERNATIONALE ANERKENNUNG.....	4
2.3 DAS LEITBILD	4
2.4 MANAGEMENTPLAN ALMWIRTSCHAFT	5
2.5 DIE ALMEN DES NATIONALPARK GESÄUSE	6
2.5.1 <i>Haselkaralm</i>	7
2.5.2 <i>Hintergoferalm</i>	7
2.5.3 <i>Scheucheggalm</i>	7
2.5.4 <i>Sulzkaralm</i>	7
2.5.5 <i>Ebneralm</i>	7
2.5.6 <i>Hochscheibenalm</i>	8
2.5.7 <i>Kölblalm- Servitutsalm</i>	8
2.5.8 <i>Kölblalm- Eigentumsalm</i>	8
2.6 DAS ALMBEWERTUNGSMODELL.....	8
3 TECHNOLOGISCHE ASPEKTE	10
3.1 EVALUIERUNG VON PROGRAMMIERSPRACHEN.....	10
3.1.1 <i>eMbedded Visual Basic</i>	10
3.1.2 <i>eMbedded Visual C++</i>	11
3.1.3 <i>Visual Basic .NET</i>	11
3.2 .NET.....	12
3.2.1 <i>Was versteht man unter .NET</i>	12
3.2.2 <i>Das .NET Framework</i>	12
3.2.3 <i>Das .NET Compact Framework</i>	13
3.3 AUSWAHL DER PROGRAMMIERSPRACHE.....	14
3.4 EVALUIERUNG VON ENTWICKLUNGSUMGEBUNGEN	15
3.4.1 <i>Microsoft eMbedded Visual Tools 3.0</i>	16
3.4.2 <i>eMbedded Visual C++ 4.0</i>	16
3.4.3 <i>Visual Studio 2003</i>	17

3.4.4	<i>#Develop</i>	18
3.5	AUSWAHL DER ENTWICKLUNGSUMGEBUNG	18
3.6	ZUSÄTZLICHE WERKZEUGE.....	19
3.6.1	<i>ADOCE InTheHand</i>	20
3.6.2	<i>SerialTools.NET</i>	20
3.6.3	<i>Microsoft ActiveSync 3.7.1</i>	20
4	SYSTEMAUFBAU	21
4.1	PERSONAL DIGITAL ASSISTANT	22
4.1.1	<i>Betriebssysteme</i>	22
4.1.2	<i>Vorteile</i>	23
4.1.3	<i>Nachteile / Einschränkungen</i>	23
4.2	POSITIONSBESTIMMUNG	24
4.2.1	<i>Navman 3000 GPS-Jacket</i>	24
4.2.2	<i>Das NMEA-Format</i>	25
5	DIE APPLIKATION “MOBILES ABWS”	28
5.1	SCHEMATISCHE DARSTELLUNG DES PROGRAMMABLAUFS	29
5.2	DATENERFASSUNG	30
5.3	POSITIONIERUNG.....	35
5.4	VISUALISIERUNG DER POSITION	37
5.5	DATENSPEICHERUNG.....	38
5.6	SYNCHRONISIERUNG MIT DEM PC	40
6	AUSBLICK	42
7	GLOSSAR	43
8	LITERATURVERZEICHNIS.....	49

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Almen des Nationalpark Gesäuse, Quelle: http://www.nationalpark.co.at/	6
Abbildung 2: MS Visual Studio 2003	19
Abbildung 3: Systemarchitektur	21
Abbildung 4: Navman 3000 GPS-Jacket	25
Abbildung 5: Schematischer Programmablauf	29
Abbildung 6: Start der Anwendung	30
Abbildung 7: Login	30
Abbildung 8: Qualität (1)	31
Abbildung 9: Qualität (2)	32
Abbildung 10: Qualität (3)	32
Abbildung 11: Qualität (4)	33
Abbildung 12: Qualität (5)	33
Abbildung 13: Quantität	34
Abbildung 14: Nutzung	34
Abbildung 15: Weidepflege/Revitalisierung	35
Abbildung 16: Positionierung (1)	36
Abbildung 17: Positionierung (2)	36
Abbildung 18: Positionierung (3)	37
Abbildung 19: Visualisierung (1)	38
Abbildung 20: Visualisierung (2)	38
Abbildung 21: Datenspeicherung (1)	39
Abbildung 22: Datenspeicherung (2)	39
Abbildung 23: Datenspeicherung (3)	40
Abbildung 24: Aufnahmetabelle	40
Abbildung 25: Microsoft ActiveSync (1)	41
Abbildung 26: Microsoft ActiveSync (2)	41

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beschreibung der einzelnen Blöcke eines NMEA-Datensatzes, Quelle: [FH-HTWCUR 2004]	26
Tabelle 2: Aufzeichnung eines NMEA-Protokolls, Quelle: [FH-HTWCUR 2004] ..	27
Tabelle 3: GGA-Datensatz, Quelle: [FH-HTWCUR 2004].....	28
Tabelle 4: Abkürzungen	48

1 Einleitung

Der Einsatz von Geographischen Informationssystemen (GIS) betrifft mittlerweile beinahe alle Bereiche der Informationsgesellschaft. Der Bogen der Märkte und Branchen, in denen GIS einen fixen Stellenwert erreicht hat, reicht von der kommunalen Verwaltung über Telekommunikation bis hin zur Transportlogistik. Eine Sparte, in der die GIS-Technologie zunehmend Fuß fassen kann, ist die mobile Felddatenerfassung mittels geeigneter Geräte. Dazu eignen sich neben Notebooks oder Tablet PCs vor allem Personal Digital Assistants (PDA). Diese mobilen Erfassungsgeräte in Verbindung mit moderner Positionierungsmethoden, wie z. B. dem Global Positioning System (GPS), erschließen eine Fülle neuer Anwendungsgebiete für räumliche Informationssysteme.

In der Vergangenheit wurden Daten analog erfasst, später in mühevoller Kleinstarbeit digitalisiert, und erst dann in den Datenbestand eines GIS integriert. Durch die mobile Datenerfassung ist es nun möglich einen durchgehenden digitalen Datenfluss von der Datenerfassung bis hin zur Verwendung im GIS zu realisieren. Dies bedeutet neben sichtlicher Effizienzsteigerung in der gesamten Datenerfassung vor allem eine enorme Steigerung der Datenintegrität.

Ein großes Fachgebiet, in dem die Felddatenerfassung seit geraumer Zeit eine wichtige Rolle spielt, ist der Umwelt- und Naturschutz. In diesem, wie auch in vielen anderen Bereichen, werden mittlerweile die Möglichkeiten von Informationssystemen jeglicher Art erkannt, und somit wird auch die digitale Datenerfassung zu einem zentralen Thema.

1.1 Zielsetzung

Um einen möglichst durchgehenden digitalen Datenfluss für das bereits im Nationalpark Gesäuse eingeführte GIS-gestützte Almbewertungsmodell zu realisieren, schien es dem zuständigen Leiter der Fachabteilung Naturschutz und Naturraum Mag. Msc. Daniel Kreiner zweckmäßig, das bisher übliche Procedere der analogen Datenerfassung mit Bleistift und Papier durch den Einsatz moderner adäquater Technologie zu ersetzen. Im Rahmen einer Diplomarbeit sollte für die Nationalpark Gesäuse GmbH ein mobiles datenbankbasiertes Erfassungssystem realisiert werden. Die dadurch gewonnenen Daten müssen mit einer Access Datenbank am PC abgeglichen werden können.

Als mobiles Erfassungsgerät sollte ein handelsüblicher PDA dienen. Hauptaugenmerk wurde vom Auftraggeber auf die Verwendung möglichst moderner und zukunftsorientierter Technologien gelegt. Weiters musste auf die im Unternehmen bereits eingeführte und entsprechend umfangreiche Microsoft Access Datenbank aufgebaut werden. An dieser durften keine strukturellen Änderungen vorgenommen werden, da die gesamten Anwendungen des Unternehmens auf diese zentrale Datenbank zugreifen. Als zentraler Punkt bei der Entwicklung wurde die möglichst gute Anpassung der Applikation an die bisherigen Erfassungsprozesse gesehen, um einerseits die Akzeptanz beim Benutzer zu fördern, und andererseits ein möglichst intuitiv benutzbares Produkt zu erhalten. Die Benutzeroberfläche sollte sehr klar strukturiert sein. Eine thematische Gruppierung der Erfassungsparameter wie in den analogen Erfassungsblättern wurde gefordert. Weiters sollte eine zwingend vorgeschriebene sequentielle Erfassung der Einzelparameter vermieden werden, um so dem Benutzer ein größtmögliches Maß an Flexibilität einzuräumen.

Als Erleichterung für den Benutzer wurde eine Möglichkeit der Positionsbestimmung gefordert. Um sich vor Ort orientieren zu können sollte die aktuelle Position auf im Unternehmen zur Verfügung stehenden Orthophotos dargestellt werden können.

1.2 Aufteilung/Einteilung der Arbeit

Die Arbeit gliedert sich in vier Kerngebiete. Zunächst wird im Kapitel 2 „Die Nationalpark Gesäuse GmbH“ der Auftraggeber näher vorgestellt. Es wird kurz die Lage des Nationalparks beschrieben, einige Aspekte der internationalen Anerkennung angesprochen, sowie das Leitbild des Nationalparks Gesäuse vorgestellt. Weiters wird auf den Managementplan Almwirtschaft eingegangen und die Almen im gesamten Nationalparkgebiet vorgestellt. Abschließend wird das als zentraler Punkt der Zielsetzung der Arbeit anzusehende Almbewertungsmodell erläutert.

Kapitel 3 befasst sich zunächst mit der Evaluierung von Programmiersprachen und Entwicklungsumgebungen. Es werden die geeignete Programmiersprache und die entsprechende Entwicklungsumgebung aufgrund der Evaluierungsergebnisse ausgewählt, sowie der Entscheidungsprozess zur Auswahl dieser erläutert. Ein Unterkapitel beschäftigt sich ausführlich mit .NET, dem .NET Framework sowie dem .NET Compact Framework. Darüber hinaus werden die zusätzlich erforderlichen Werkzeuge für die Systementwicklung vorgestellt und kurz erklärt.

Kapitel 4 behandelt den Systemaufbau der Applikation, sowie die speziellen Merkmale eines PDA. Es werden Vor- und Nachteile sowie die derzeit verfügbaren Betriebssysteme beleuchtet. Ein Unterkapitel widmet sich GPS, dem verwendeten GPS-Empfänger, sowie dem durch den GPS-Empfänger empfangenen Datenformat.

Das Herzstück und Ergebnis dieser Arbeit, die Applikation „Mobiles Almbewertungssystem“, findet in Kapitel 5 seinen Niederschlag. Der gesamte Programmablauf wird schematisch in Form eines angepassten Flussdiagramms dargestellt und in weiterer Folge ein vollständiger Datenerfassungsprozess anhand von Screenshots dargestellt und erläutert. Abschließend wird noch auf die Möglichkeiten und Besonderheiten der Synchronisation von PDA und PC eingegangen.

2 Die Nationalpark Gesäuse GmbH

Die Nationalpark Gesäuse GmbH mit Verwaltungssitz in Weng bei Admont war Auftraggeber dieser Diplomarbeit. Der Ansprechpartner für das gesamte Projekt war Mag. Msc. Daniel Kreiner, der seinerseits die Fachabteilung Naturschutz und Naturraum leitet.

2.1 Die Lage des Nationalparks

Es gibt mittlerweile sechs Nationalparks in Österreich. Der Nationalpark Gesäuse ist einer davon, und mit einer Fläche von 11.054 ha der drittgrößte. Über 99% der Fläche befinden sich im Eigentum der Steiermärkischen Landesforste, die restlichen Flächen stellen öffentliche Gewässer sowie eine Alm im Privatbesitz dar.

Die Gemeinden Johnsbach, Weng, Admont, Landl, Hieflau und St. Gallen bilden die Nationalparkregion. 86% des Nationalparks sind Naturzone, in der die Naturlandschaft zu erhalten bzw. zu fördern ist. Der übrige Anteil des Nationalparks stellt die Bewahrungszone dar, in der eine naturnahe - vom Menschen bewirtschaftete - Kulturlandschaft im Mittelpunkt des Schutzinteresses steht. [Gesäuse(1) 2004]

2.2 Internationale Anerkennung

Das Ziel des Nationalparks Gesäuse ist es, die internationale Anerkennung der Kategorie II laut International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) langfristig zu sichern. Wesentliche Aufgabe der Nationalparks in Österreich - und somit auch des Nationalparks Gesäuse - ist die "Gewährleistung einer dauerhaften Sicherung des Gebietes". [Gesäuse(1) 2004]

2.3 Das Leitbild

Der Nationalpark führt neben den gesetzlich verankerten Aufgaben des Naturschutzes und der Umweltbildung die Tradition des sanften Tourismus weiter. Ein vorrangiges Ziel neben dem Erhalt und Schutz der Naturlandschaft ist die Vermittlung von Werten und die Sensibilisierung der Besucher für die Idee des Nationalparkbegriffes als höchste Form des Naturschutzes.

Durch hoch motivierte und umfassend ausgebildete Nationalparkführer aus der Region, die Gestaltung ansprechender und erlebnisreicher Themenwege, aber auch durch die Schaffung eines Führungs- und Vortragsangebotes für unterschiedlichste Ziel- und Altersgruppen nach den neuesten Erkenntnissen der Naturpädagogik möchte sich der Nationalpark Gesäuse in Zukunft als herausragendes Beispiel in der Natur- Umweltvermittlung profilieren.

Als ein Teil des Leitbilds des Nationalparks Gesäuse wurde auch die Zusammenarbeit mit der Nationalparkregion formuliert. Der Nationalpark Gesäuse bzw. die Tätigkeit seitens der Nationalpark Gesäuse GmbH bietet die Chance für eine nachhaltige Entwicklung des ländlichen Raumes.

Das Leitbild des Nationalparks Gesäuse bietet auch klare Vorgaben für den Bereich Forschung, die im Nationalpark dem wissenschaftlich fundierten Schutz der Natur dient. Die wissenschaftliche Forschung gewinnt durch Langzeitbeobachtungen im "Freilandlabor Nationalpark" Erkenntnisse über natürliche Abläufe und die Entwicklung des Schutzgebietes.

Der Nationalpark Gesäuse bzw. die Nationalpark Gesäuse GmbH setzen sich für einen modernen, partnerschaftlichen Naturschutz ein. Hoch qualifizierte und engagierte Mitarbeiter setzen die Aufgaben im Nationalpark Gesäuse nachvollziehbar um und widmen sich den Anliegen der Bevölkerung der Nationalparkregion. [Gesäuse(1) 2004]

2.4 Managementplan Almwirtschaft

Eines der primären Ziele des Managementplanes ist der Erhalt der natürlichen Ressourcen und des Artenreichtums. Dies soll durch eine ökologische Bewirtschaftung sowie die Bewahrung der traditionellen Almwirtschaft erreicht werden. Die Integration einer zeitgemäßen Almbewirtschaftung in ein adäquates Naturraummanagement ist zum Erreichen diese Zieles unabdingbar.

Die Bedürfnisse der örtlichen Bevölkerung, einschließlich der Nutzung bestehender Ressourcen zur Deckung ihres Lebensbedarfes werden berücksichtigt. Und zwar mit der Bedingung, dass dies keinerlei nachteilige Auswirkungen auf andere Managementziele haben darf.

Die zeitgemäße Almbewirtschaftung, unterstützt durch die Sicherung der Artenausstattung und Erhalt der genetischen Vielfalt, stellt ein wesentliches Managementziel mit höchster Priorität dar. [Gesäuse(2) 2004]

2.5 Die Almen des Nationalpark Gesäuse

Unter Alm, in manchen Gebieten auch "Alpe" oder "Schwaige" genannt, versteht man die in Hochlagen oberhalb der Ackerbaugrenzen, innerhalb oder oberhalb der Waldgrenze gelegenen Weideflächen. Dazu gehören auch Hütten und Ställe. Almen werden nur im Sommer rund 3-5 Monate bewirtschaftet. [Geo 2004]

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, fallen in das Gebiet des Nationalpark Gesäuse acht Almgebiete. Diese teilen sich in Eigentums-, Servituts- und Pachtalmen auf. Die Gesamtfläche der Almen im Nationalpark Gesäuse beträgt in etwa 530 ha, was einem Anteil von weniger als 5 % der Gesamtfläche des Nationalparks entspricht.

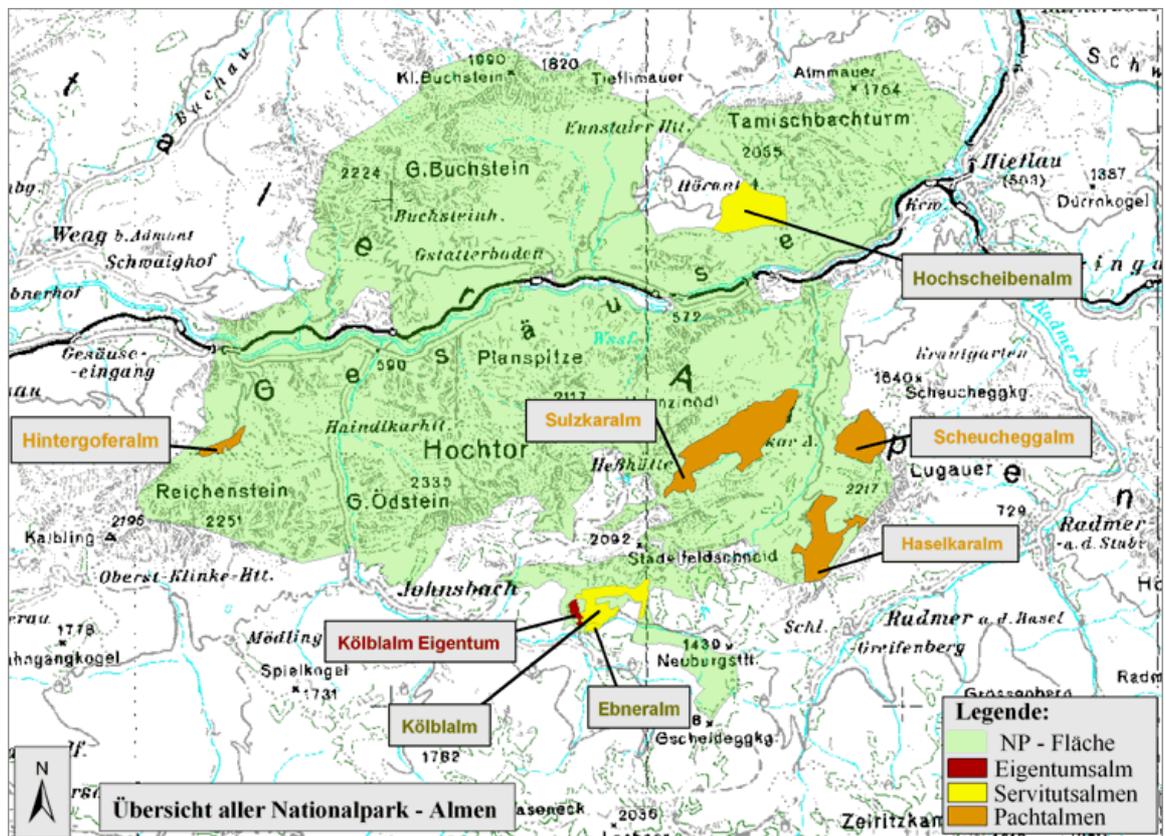


Abbildung 1: Almen des Nationalpark Gesäuse, Quelle: <http://www.nationalpark.co.at/>

2.5.1 Haselkaralm

Diese Alm liegt im südlichen Bereich des Nationalparks und hat eine Größe von etwa 90 ha. Auf der Haselkaralm wird das Vieh von einem Halter ständig betreut, und es ist die einzige Nationalparkalm, wo noch Milchwirtschaft betrieben wird, d.h. die Kühe werden auf der Alm gemolken und die Milch wird vor Ort verarbeitet und Käse sowie Butter und sonstige Almprodukte erzeugt. [Gesäuse(2) 2004]

2.5.2 Hintergoferalm

Die Hintergoferalm ist flächenmäßig sehr klein und hat ein Gesamtausmaß von rund 11 ha, wobei es sich großteils um Waldweide handelt. Daher ist diese Alm auch nur mit Jungvieh bestoßen. Die Bewirtschaftung erfolgt vom Heimhof aus, es ist kein Halter auf der Alm. [Gesäuse(2) 2004]

2.5.3 Scheucheggalm

Die Scheucheggalm liegt an der östlichen Nationalparkgrenze am Fuße des Lugauers und hat ein Flächenausmaß von etwa 68 ha. Die Bewirtschaftung erfolgt vom Heimhof aus, und das Vieh weidet von Anfang Juni bis etwa Mitte September auf der Alm. [Gesäuse(2) 2004]

2.5.4 Sulzkaralm

Die Sulzkaralm liegt im Herzen des Nationalparks Gesäuse und hat eine Gesamtgröße von etwa 180 ha. Ein Halter betreut die ca. 100 Stück Vieh, wobei Mutterkühe, Galtvieh und Pferde auf der Alm weiden. Derzeit werden auf dem Sulzkar umfangreiche Studien durchgeführt, unter anderem wurden im vergangenen Jahr Quelluntersuchungen, Almgeschichtsforschungen und auch ein umfangreicher Almbewirtschaftungsplan erstellt. [Gesäuse(2) 2004]

2.5.5 Ebneralm

Die Ebneralm liegt am südlichen Rand und ist die kleinste Alm im Nationalpark und besteht nur aus Waldweide. Aufgetrieben wird ausschließlich Jungvieh. [Gesäuse(2) 2004]

2.5.6 Hochscheibenalm

Die Hochscheibenalm liegt am Fuße des Tamischbachturms und weist eine Größe von etwa 95 ha auf. Die Alm wird nicht ständig von einem Halter beaufsichtigt. [Gesäuse(2) 2004]

2.5.7 Kölblalm- Servitutsalm

Die Kölblalm liegt auf der Johnsbacher Sonnseite und hat ein Flächenausmaß von etwa 60 ha. Die Almfläche ist großteils sehr unzugänglich und für das Vieh nur sehr schwer erreichbar. [Gesäuse(2) 2004]

2.5.8 Kölblalm- Eigentumsalm

Direkt an die gleichnamige Servitutsalm grenzt die Eigentumsalm Kölbl. Diese hat eine Fläche von ungefähr 21 ha, und beide Almen werden gemeinsam von einem Halter bewirtschaftet. [Gesäuse(2) 2004]

2.6 Das Almbewertungsmodell

Als Resultat eines vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft in Auftrag gegebenen Forschungsprojektes ging im Jahr 2003 ein GIS-gestütztes Almbewertungsmodell hervor. Im folgenden Abschnitt wird das Ergebnis dieses Projektes in einer Kurzfassung dargestellt.

Grundlage für eine erfolgreiche und nachhaltige Almbewirtschaftung ist die Qualität und Menge des Grundfutters. Eine angemessene Ertragsleistung setzt eine ökologisch angepasste Wirtschaftsweise auf den Almweiden voraus. Wesentlich dabei ist eine geordnete Weidewirtschaft („Weidemanagement“), bei der die Nutzung auf das natürliche Ertragspotenzial abgestimmt ist. Diese nachhaltige Nutzungsform und -intensität ist an die Klima-, Boden- und Geländebeziehungen sowie an die Pflanzengesellschaften angepasst. Neben den wirtschaftlichen Aspekten wird dabei auch die Standorts-, Arten- und Lebensraumvielfalt gefördert.

Voraussetzung für eine ökologisch angepasste Wirtschaftsweise ist die Kenntnis über das Ertragspotenzial der Alm. Um das Potenzial feststellen zu können, muss auf allen Teilflächen der Alm der Ertrag festgestellt werden. Diese Bonitierung von Weideflächen ist jedoch mit zahlreichen Problemen behaftet:

Exakte Erhebungen sind sehr teuer: Bonitierungen mit detaillierten Erhebungen von Ertrag und Energiegehalt des Futters sind zeit- und kostenaufwändig. Sie können daher in der Planungspraxis nur in Ausnahmefällen durchgeführt werden.

Die Übertragung punktueller Daten auf die Gesamtfläche ist schwierig: Die Umlegung von exakt erhobenen Einzelpunktdata der Weidebonität (Futterertrag, Futterqualitätsparameter) auf größere Flächen bzw. gesamte Almen oder Regionen ist problematisch und mit erheblichen Unsicherheiten und Fehlern behaftet. Gerade im Almbereich werden Ertrag und Futterqualität wesentlich durch naturräumliche Standortparameter geprägt. Diese sind kleinräumig unterschiedlich und bestimmen mit zunehmender Seehöhe und Nutzungsextensivierung den Ertrag.

Untersuchungsergebnisse sind kaum vergleichbar: Innerhalb der letzten Jahrzehnte wurden im Alpenraum in zahlreichen Einzeluntersuchungen die Erträge von Almweiden gemessen und die Futterqualität bestimmt. Durch die unterschiedlichen regionalen, standörtlichen und zeitlichen Rahmenbedingungen sowie die verschiedenen methodischen Ansätze der Datenaufnahme und –auswertung ist ein direkter Vergleich der Ergebnisse und eine Eichung über Literaturangaben nur bedingt möglich.

Mit Hilfe der GIS-gestützten Ertragsmodellierung ist eine flächendeckende, rasche und nachvollziehbare Bewertung von Almweiden möglich. Wesentlich dabei ist die Verknüpfung von Expertenwissen mit konkreten Messdaten und erprobten Schätzverfahren. Durch die standardisierte Vorgangsweise bei Erhebung und Auswertung und durch Aufbereitung mittels GIS sind die Ergebnisse nachvollziehbar und anschaulich darstellbar.

Das Almbewertungsmodell ist für die Planungspraxis konzipiert. Es dient als Basis bei der Durchführung von Behördenverfahren wie Wald-Weide-Trennungen, Neuregulierungen und bei der Bewertung von Grundstücken. Weiters kann das Almbewertungsmodell als Entscheidungshilfe bei der Beurteilung von Einzelmaßnahmen, bei der Kosten-Nutzen-Analyse von Maßnahmen, bei Expertengutachten und Schutzgebietsmanagementplänen eingesetzt werden. In der almwirtschaftlichen Praxis können mit Hilfe des Almbewertungsmodells konkrete Fragestellungen wie z. B. die Ermittlung der optimalen Bestoßung, die Berechnung des zusätzlichen Energieangebotes durch Schwenden bzw. das fehlende Energieangebot durch Nutzungsverzicht auf Flächen rasch und nachvollziehbar beantwortet werden. [Egger et al, 2003]

3 Technologische Aspekte

In Abhängigkeit der Aufgabenstellung ist es erforderlich, sich über die zu verwendenden Technologien Gedanken zu machen. Dieses Kapitel widmet sich der Evaluierung von vermeintlich geeigneten Programmiersprachen und Entwicklungsumgebungen und behandelt die zusätzlich erforderlichen Werkzeuge zur Entwicklung.

3.1 Evaluierung von Programmiersprachen

Es befindet sich mittlerweile eine große Anzahl an Programmiersprachen auf dem Markt. Die Entscheidung für die am besten geeignete Sprache hängt nicht zuletzt auch von der Aufgabenstellung ab. Als mögliche Programmiersprachen wurden eMbedded Visual Basic, eMbedded Visual C++ und Visual Basic .NET ausgewählt. Im folgenden Abschnitt wurde versucht, deren Vor- und Nachteile zu evaluieren.

3.1.1 eMbedded Visual Basic

Basic wurde ursprünglich entwickelt um den Einstieg in das Programmieren zu erleichtern. Daher auch der Name **B**eginners **A**ll-purpose **S**ymbolic **I**nstruction **C**ode. Basic erforderte aus heutiger Sicht allerdings eine unsaubere und unstrukturierte Programmierung. Der Grund dafür lag darin, dass Verzweigungen in einem Programm nur durch Sprünge zu irgendwelchen Zeilennummern möglich waren (GOTO-Befehl). Der Programmablauf war dadurch nahezu unüberschaubar.

Mit Erscheinen der ersten Visual Basic Programmierumgebung wurden jedoch Funktionen und Prozeduren eingeführt, mit deren Hilfe eine saubere und strukturierte Programmierung möglich war.

eMbedded Visual Basic ist eine Variante von Visual Basic für das Betriebssystem Windows CE, das speziell für mobile Geräte wie Personal Digital Assistants (PDAs) entwickelt wurde. eMbedded Visual Basic erzeugt einen vorkompilierten Code, der als P-Code bezeichnet wird. Die Interpretation dieses Codes erfolgt auf dem Zielgerät durch eine entsprechende Laufzeitumgebung. Bei den meisten Pocket-PCs ist diese bereits integriert. Fehlt eine entsprechende Laufzeitumgebung, so muss diese zusätzlich in den Hauptspeicher des Gerätes übertragen werden.

eMbedded Visual Basic basiert eigentlich nicht auf Visual Basic, sondern eher auf VBScript. Daher gibt es auch einige Einschränkungen. Mit eMbedded Visual Basic können beispielsweise COM- und ActiveX- Komponenten zwar verwendet, nicht aber entwickelt werden. [Panther 2003]

3.1.2 eMbedded Visual C++

Im Gegensatz zu Visual Basic ist Visual C++ nicht ganz so leicht zu erlernen, dafür allerdings wesentlich mächtiger und bietet mehr programmiertechnische Möglichkeiten. Als Beispiel dafür sei an dieser Stelle nur die konsequente Objektorientierung angeführt.

Im Gegensatz zu eMbedded Visual Basic erzeugt eMbedded Visual C++ einen direkt auf dem PDA ausführbaren nativen Code. Dies bedeutet, dass keine eigene Laufzeitumgebung benötigt wird. Der Code wird durch die fehlende Notwendigkeit der Interpretation des P-Codes kompakter und in der Ausführung schneller. Bei der Entwicklung von zeitkritischen Anwendungen wird daher häufig C++ verwendet.

Anders als bei eMbedded Visual Basic hat der Entwickler mit eMbedded Visual C++ die Möglichkeit, ActiveX- und COM-Komponenten sowie Treiber zu entwickeln. [Panther 2003]

3.1.3 Visual Basic .NET

Im Zuge der Entwicklung von lokal gespeicherten Anwendungen hin zu verteilten Anwendungen, die mit Hilfe eines Web-Servers über das Internet übertragen werden, bietet Microsoft auch XML-Webdienste an. Eine Schlüsselkomponente im Bereich der XML-Webdienste bildet das .NET Framework.

Visual Basic .NET (VB.NET) ist eine Grundsäule des .NET Frameworks, und damit ein wichtiger Schritt in der Entwicklung dieser Sprache. Dabei handelt es sich um eine Programmiersprache auf höchster Ebene, welche die einfachste Einstiegsmöglichkeit in .NET bietet. VB.NET ist im Gegensatz zu Visual Basic eine objektorientierte Programmiersprache.

VB.NET ist ein direkter Nachkömmling der weit verbreiteten Programmiersprache Visual Basic. Daher fällt es auch Anwendern von Visual Basic besonders leicht sich mit VB.NET zurechtzufinden. Syntax und Semantik sind einfach, klar und leicht verständlich. Die Programmiersprache stellt dem Entwickler die Hauptfunktionen von .NET Framework zur Verfügung und entspricht den Konventionen des

Frameworks. VB.NET bietet ein hohes Maß an Kompatibilität mit älteren Visual Basic Versionen. Dies bedeutet, dass, wenn immer möglich, Syntax und Semantik sowie das Laufzeitverhalten mit früheren Versionen der Programmiersprache übereinstimmen. [MS-VB.NET, 2003]

3.2 .NET

3.2.1 Was versteht man unter .NET

Bei Microsoft .NET handelt es sich um einen Satz von Softwaretechnologien zum Verknüpfen von Informationen, Menschen, Systemen und Geräten. Diese Technologie der nächsten Generation basiert auf Webservices. Dies sind kleine, in XML (Extensible Markup Language) verfasste, wieder verwendbare Anwendungen, die das Integrieren von Programmen und Daten über das Internet ermöglichen. [Microsoft (1) 2004]

.NET ist demnach die Microsoft Plattform für XML-Web Services, die Informationen, Geräte und Anwender in einer einheitlichen und personalisierten Weise miteinander verbindet. [Microsoft_Glossar 2004]

Ein weiterer Begriff im Zusammenhang mit .NET ist das .NET Framework. Darunter versteht man eine Umgebung für die Entwicklung, Bereitstellung und Ausführung von XML-Web Services und anderen Anwendungen. Es setzt sich aus zwei Hauptkomponenten zusammen:

- Common Language Runtime
- Klassenbibliotheken wie ASP .NET, ADO .NET und Windows Forms

[Microsoft_Glossar 2004]

3.2.2 Das .NET Framework

Visual-Basic-Anwendungen werden vor deren Ausführung in einen vorkompilierten Code, den P-Code, übersetzt. Dieser wird in einer Datei mit der Endung .VB abgelegt. Die Ausführung dieser Datei erfolgt mit Hilfe einer Visual-Basic-Laufzeitumgebung.

Die Ausführung einer .NET-Anwendung läuft ähnlich der Ausführung einer Visual-Basic-Anwendung ab. Die Anwendung wird zunächst in eine Common Intermediate Language (CIL) oder auch Microsoft Intermediate Language (MSIL) übersetzt. Die Ausführung dieser Dateien wird durch die Common Language Runtime (CLR)

sichergestellt. Allerdings wird bei einer .NET-Anwendung nicht der CIL-Code interpretiert, sondern dieser wird kurz vor der Ausführung in prozessorspezifische Befehle umgewandelt.

Dieses Konzept steigert zum einen die Performance bei der Ausführung der Anwendung, und zum anderen bleibt dadurch die vorkompilierte Anwendung (CIL-Code) weitestgehend hardwareunabhängig. Die Anwendung kann somit auf allen Geräten ausgeführt werden, auf denen das .NET Framework installiert ist. [Panther 2003]

3.2.3 Das .NET Compact Framework

Das .NET Compact Framework ist eine Teilmenge des Desktop-.NET Frameworks und speziell für mobile Geräte ausgelegt. Es enthält die Laufzeitumgebung für .NET-Anwendungen sowie diverse Klassenbibliotheken, die das Schreiben von Programmen erleichtern.

Das .NET Compact Framework ist bei Pocket PCs mit dem Betriebssystem Windows Mobile 2003 bereits im ROM integriert, lässt sich aber auch auf PDAs mit dem "alten" Pocket PC 2002 installieren. So lassen sich .NET-Anwendungen auch auf älteren Pocket-PCs einsetzen. Dafür benötigen Sie weiterhin Visual Studio.NET 2003 (es enthält das .NET Compact Framework und die Smart Device Extensions) sowie das Pocket PC 2003 SDK. Der verwaltete Code wird in den Sprachen Visual Basic.NET und C# erzeugt.

Für Pocket PCs und Smartphones, die auf Windows CE .NET (Pocket PC 2003 bzw. Smartphone 2003) basieren, gibt es keine entsprechenden SDKs für die eMbedded Visual Tools. Microsoft hat inzwischen jedoch eine kostenlose eMbedded Visual Basic 3.0-Runtime für Pocket PC 2003 auf den Markt gebracht. Damit kann man auf diesen Geräten Anwendungen ausführen, die ursprünglich für Pocket PC 2002 entwickelt wurden. Im neuen Pocket PC 2003 fehlt lediglich die Runtime, da diese dem .NET Compact Framework Platz machen musste.

Die größte Herausforderung beim Erstellen von Programmen für PDAs sind die Beschränkungen durch die Hardware: Reduzierte Bildschirmgrößen (meist 320x240 Pixel), niedrige CPU-Leistung (derzeit maximal 400 MHz) und kleine Speicher (derzeit meist 64 MByte) erfordern ein Umdenken vom Entwickler. Das .NET Compact Framework trägt diesem Umstand Rechnung. Die Klassenbibliotheken sind im Umfang stark eingeschränkt (ca. zwölf Prozent des .NET Framework für den

Desktop). Die Systemklassen für zum Beispiel Web, Windows Forms oder XML werden aber nahezu vollständig unterstützt. [Microsoft (2) 2004]

Da das .NET Compact Framework eine Teilmenge des .NET Frameworks für den Desktop ist, können Entwickler auf vorhandene Programmierkenntnisse zurückgreifen und einen bereits geschriebenen Code in allen Geräte-, Desktop- und Serverumgebungen wieder verwenden. Microsoft stellt mit den sogenannten Smart Device Extensions (SDE oder Smart Device-Erweiterungen) für Visual Studio .NET spezielle Erweiterungen für das .NET Compact Framework zur Verfügung. Das bedeutet, dass jeder, der bereits Erfahrungen mit dem vollständigen .NET Framework gesammelt hat, Anwendungen für jedes Smart Device entwickeln kann, auf dem das .NET Compact Framework ausgeführt wird. Da jeder Visual Studio .NET-Entwickler somit gleichzeitig ein Smart Device-Entwickler ist, wird es erheblich mehr Entwickler für das .NET Compact Framework geben als für jede andere Programmierplattform für mobile Geräte.

Da das .NET Compact Framework auf dieselben Tools und dasselbe Programmiermodell wie das komplette .NET Framework zurückgreift, wird die Entwicklung für Smart Devices deutlich kostengünstiger, während die Effizienz gesteigert werden kann. Dadurch kann für Unternehmen aufgrund der sinkenden Entwicklungskosten das Entwickeln von Anwendungen für den mobilen Einsatz im eigenen Bereich sinnvoll werden. [Microsoft_Glossar 2004]

3.3 Auswahl der Programmiersprache

Alle bisher in dieser Arbeit betrachteten Programmiersprachen werden kostenlos zur Verfügung gestellt. Das bedeutet, dass die Verwendung der einzelnen Programmiersprachen mit keinerlei Lizenzgebühren verbunden ist. Sowohl eMbedded Visual C++ 3.0, eMbedded Visual Basic als auch Visual Basic .NET haben ihre Daseinsberechtigung. Alle angeführten Programmiersprachen haben ihre Stärken und Schwächen. Beispielsweise bietet eMbedded Visual C++ 3.0 zwar mehr Möglichkeiten als eMbedded Visual Basic. Die Programmierung in Visual C++ ist allerdings erheblich aufwändiger als in Visual Basic. Sobald Performance ein extrem kritischer Faktor wird, wie beispielsweise bei der Entwicklung von Spielen mit aufwändiger Grafik, ist eher Visual C++ zu bevorzugen. Bei einem Großteil der Anwendungen für mobile Geräte werden allerdings nicht allzu große Anforderungen an die Performance im Sinne von aufwändigen Grafiken gestellt. Die Anwendung „Mobiles Almbewertungsmodell“ zur Datenerfassung macht hier keine Ausnahme. Aus diesem Grund wurde Visual C++ vorerst nicht weiter berücksichtigt.

Obwohl bereits persönliche Erfahrungen mit eMbedded Visual Basic im Laufe des Studiums gemacht wurden, fiel die Wahl letztendlich auf Visual Basic .NET. Ein Grund für diese Entscheidung war die Tatsache, dass Visual Basic .NET eine relativ junge Entwicklung von Microsoft ist, und aus heutiger Sicht die .NET-Plattform in den nächsten Jahren eine bedeutende Rolle spielen wird. Daher schien es besonders interessant, sich in die noch unbekanntere Technologie zu vertiefen. Die Entscheidung für Visual Basic .NET und gegen eMbedded Visual Basic fiel allerdings nicht aus technologischen, sondern vielmehr aus emotionalen Gründen.

3.4 Evaluierung von Entwicklungsumgebungen

Zur Erleichterung der Entwicklungsarbeit ist die Verwendung einer Integrierten Entwicklungsumgebung (IDE) zu empfehlen. Im Vergleich zu "trivialen" Editoren, die lediglich Syntaxhighlighting und die Einbindung des Compilers bieten, haben IDEs Features wie Code-Completion (automatische Ergänzung von Syntax), Projektmanagement oder eine integrierte Anbindung für Versionskontroll-Applikationen (CVS, Concurrent Versions System) um nur einige wenige zu nennen. Je nach Projektumfang und Budget kann man sich kostenloser IDEs oder kommerzieller IDEs bedienen.

Im Wesentlichen sind dabei folgende Entwicklungsumgebungen von Bedeutung, die bis auf den Sharp Developer, allesamt aus dem Hause Microsoft stammen. Es gibt zwar auch zahlreiche Produkte anderer Hersteller. Diese haben jedoch keine allzu große Marktverbreitung und damit nur geringe Bedeutung. Die betrachteten Entwicklungsumgebungen sind:

- Microsoft eMbedded Visual Tools 3.0
- Microsoft eMbedded Visual C++ 4.0
- Microsoft Visual Studio .NET 2003
- Sharp Developer

Bei allen diesen Entwicklungsumgebungen findet die eigentliche Entwicklung komplett auf dem Desktop PC statt. Die Anwendungen können dann sowohl auf dem mobilen Gerät als auch in einem Emulator auf dem Desktop PC getestet werden, was die Entwicklung erheblich vereinfacht. [Panther 2004]

3.4.1 Microsoft eMbedded Visual Tools 3.0

eMbedded Visual Basic 3.0 und eMbedded Visual C++ 3.0 sowie verschiedene Software Development Kits (SDKs) für die unterschiedlichen Zielplattformen sind Bestandteil der eMbedded Visual Tools 3.0. Die meisten SDKs enthalten einen Emulator für die jeweilige Plattform. Verfügbar sind SDKs für folgende Betriebssysteme:

- Handheld PC (Windows CE 2.11)
- Handheld PC 2000 (Windows CE 3.0)
- Palm-size PC 1.2 (Windows CE 2.x)
- Pocket PC (Windows CE 3.0)
- Pocket PC 2002 (Windows CE 3.0)
- Smartphone 2002 (nur in Verbindung mit eMbedded Visual C++ 3.0)

Anwendungen, die mit eMbedded Visual C++ entwickelt werden, benötigen keine spezielle Laufzeitumgebung, sondern werden vollständig in Maschinensprache kompiliert. Auch wenn diese Anwendungen in der Regel auch auf einem Pocket PC 2003 laufen, ist eMbedded Visual C++ 3.0 hier weniger zu empfehlen, denn dafür gibt es die Nachfolgeversion eMbedded Visual C++ 4.0. [Panther 2004]

Von der Bedienung orientieren sich die eMbedded Visual Tools stark an der klassischen Entwicklungsumgebung Microsoft Visual Studio 6.0. Der Programmierer wird durch Syntax-Highlighting und IntelliSense bei seiner Arbeit unterstützt, und auch Formulare können visuell erstellt werden. Auch das Debuggen von Anwendungen - sowohl im Emulator, als auch auf einem über ActiveSync verbundenen Pocket PC - ist möglich. [Panther 2004]

3.4.2 eMbedded Visual C++ 4.0

Genauso wie die eMbedded Visual Tools ist auch eMbedded Visual C++ 4.0 kostenfrei von Microsoft erhältlich. Auch wenn es auf den ersten Blick so scheint, als sei dies der direkte Nachfolger von eMbedded Visual C++ 3.0, so ist dies nur die halbe Wahrheit: eMbedded Visual C++ 3.0 war Bestandteil der eMbedded Visual Tools 3.0, eMbedded Visual C++ 4.0 ist dagegen nur einzeln erhältlich. Von eMbedded Visual Basic gibt es dagegen keine neuere Version. [Panther 2004]

Da es sich bei eVC++ 4.0 um eine native Entwicklungsumgebung für Windows CE .NET-Geräte handelt, können auch die SDKs der eMbedded Visual Tools 3.0 nicht weiterverwendet werden. Diese sind für ältere Windows CE-Versionen (bis 3.0)

ausgelegt. Mit Hilfe von eVC++ 4.0 kann man Windows CE .NET-Anwendungen entwickeln, die auf keine Runtime-Umgebung angewiesen sind. Dadurch gestaltet sich die Entwicklung aber erheblich aufwändiger als beispielsweise mit eMbedded Visual Basic. Diese Technologie bietet sich daher vor allem für systemnahe Programmierung (z.B. Betriebssystemerweiterungen, aber auch Computerspiele) und weniger für Standardanwendungen an. Da sowohl Pocket PC 2003 als auch Smartphone 2003 auf Windows CE .NET basieren, gibt es auch hier entsprechende SDKs, sodass man die entsprechenden Emulatoren verwenden und die Anwendungen direkt debuggen kann. [Panther 2004]

3.4.3 Visual Studio 2003

Visual Studio .NET ist die derzeit komfortabelste und modernste Entwicklungsumgebung aus dem Hause Microsoft. Seit Visual Studio .NET 2003 beinhaltet dieses Paket als festen Bestandteil die Smart Device Extensions, mit denen eine Entwicklung für mobile Geräte möglich ist. Während auf den Desktop PCs das .NET Framework die Klassenbibliothek und Laufzeitumgebung für .NET-Anwendungen zur Verfügung stellt, ist für mobile Geräte das .NET Compact Framework verfügbar. Auf aktuellen Pocket PCs und Smartphones (Pocket PC 2003, Smartphone 2003) ist die Laufzeitumgebung bereits im ROM enthalten. Auf älteren Geräten (beispielsweise Pocket PC 2002) wird das .NET Compact Framework zusammen mit der Anwendung übertragen, sodass die Anwendungen auch hier lauffähig sind. [Panther 2004]

Der große Vorteil dieses umfassenden Gesamtpakets liegt darin, dass professionelle .NET-Entwickler weiterhin ihre gewohnte Entwicklungsumgebung nutzen können. Über entsprechende SDKs kann mit diesem Tool sowohl für Pocket PCs (2000 und 2002) als auch für Windows CE .NET-Geräte entwickelt werden. [Panther 2004]

Wesentlicher Nachteil ist allerdings, dass für Visual Studio .NET 2003 nicht unerhebliche Lizenzgebühren anfallen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass lediglich die Professional- und die Enterprise-Varianten (Enterprise Developer und Enterprise Architect) von VS .NET die Smart Device Extensions beinhalten. Für professionelle Entwickler, die ohnehin bei der Entwicklung von Desktop-Anwendungen mit Visual Studio .NET arbeiten, fällt dies allerdings nicht weiter ins Gewicht.

3.4.4 #Develop

Das OpenSource-Projekt #Develop (gesprochen: SharpDevelop) bietet eine kostenfreie Alternative zur Visual Studio.NET IDE von Microsoft. #Develop ist eine freie Entwicklungsumgebung, vorrangig für die Sprachen C# und VB.NET.

Damit ist es auch möglich, Compact Framework-Projekte in C#- und VB.NET über die .NET-Plattform zu entwickeln. Die leistungsfähige IDE ist kostenlos unter der Adresse <http://www.icsharpcode.net/OpenSource/SD/download/> erhältlich.

3.5 Auswahl der Entwicklungsumgebung

Aufgrund der Entscheidung für die Programmiersprache Visual Basic .NET fiel auch bei der Auswahl der Entwicklungsumgebung die Wahl zu Gunsten eines Produktes von Microsoft. Durch die komfortable Bedienung und die umfassende Funktionalität wurde für die Entwicklung der Applikation Visual Studio .NET Enterprise Architect verwendet. Ein wesentlicher Aspekt, der zu dieser Entscheidung beigetragen hat, war die Tatsache, dass eine Lizenz für Visual Studio .NET für die Zeit der Programmierung der Applikation zur Verfügung stand. Somit sind keine Mehrkosten entstanden, und es konnte die nach eigenem Empfinden optimale IDE verwendet werden. Abbildung 2 zeigt MS Visual Studio 2003 in der Programmiersprache Visual Basic .NET.

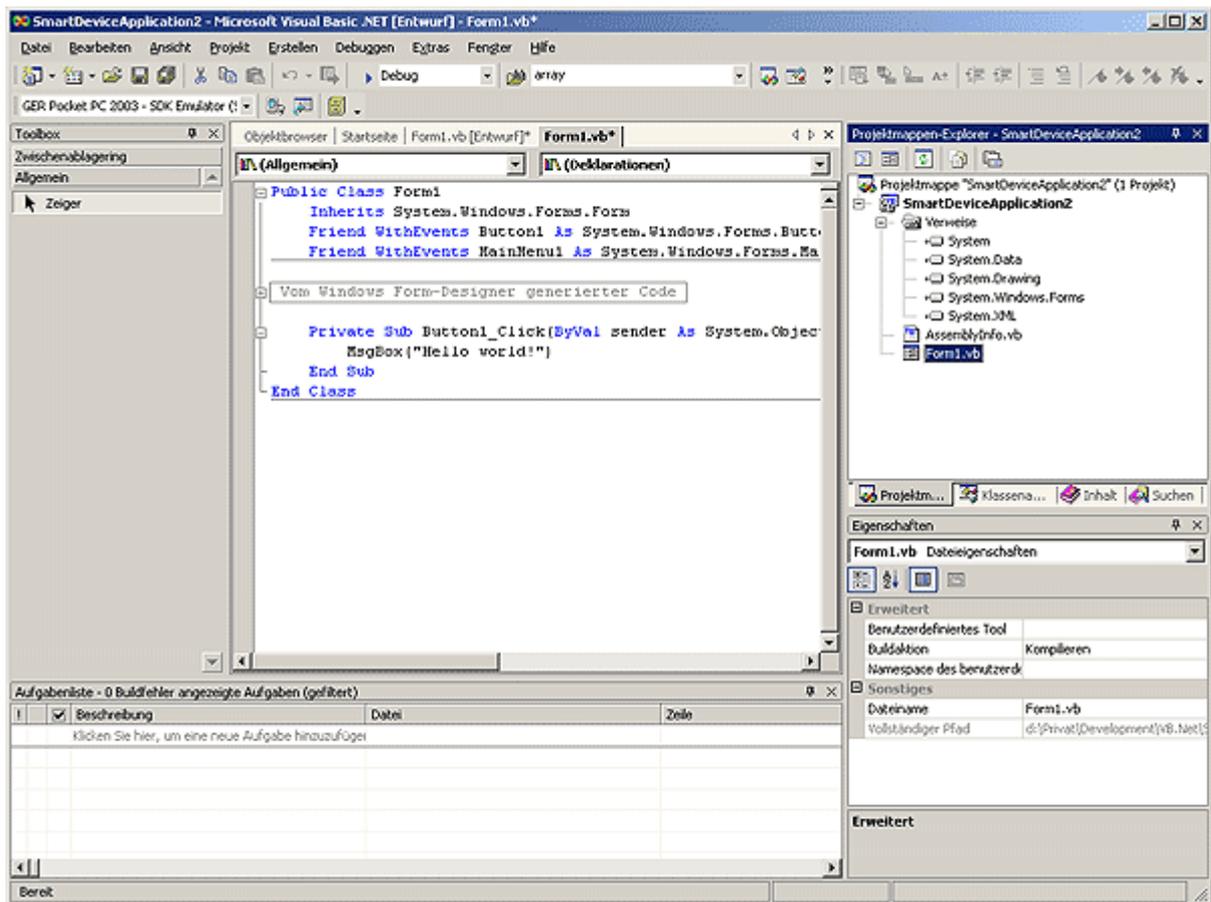


Abbildung 2: MS Visual Studio 2003

3.6 Zusätzliche Werkzeuge

Aufgrund der Anforderungen von Seiten des Auftraggebers ist die vorhandene MS Access-Lösung in die Applikation einzubinden. Die Tatsache, dass durchgehend Produkte neuester Versionen von Microsoft verwendet wurden, verleitete zur Annahme, dass die gewünschte Kompatibilität zwischen den verschiedenen Microsoft-Produkten keine Probleme darstellen werden. Leider ist Microsoft offensichtlich der Ansicht, dass die Verwendung von Access-Datenbanken in mobilen Anwendungen unter dem .NET Compact Framework nicht mehr möglich sein sollte. Die Strategie geht vielmehr in Richtung SQL-Server. Für das Compact Framework gibt es diesen unter der Bezeichnung SQL CE, und er steht kostenlos zur Verfügung. Der Betrieb eines SQL-Servers zur Synchronisation mit dem mobilen Gerät am Desktop ist allerdings mit nicht unerheblichen Kosten verbunden. Aus diesem Grund war es nötig, auf das kostenpflichtige Werkzeug ADOCE InTheHand der Firma InTheHand zurückzugreifen.

3.6.1 ADOCE InTheHand

ADOCE InTheHand unterstützt einen lesenden und auch schreibenden Zugriff auf eine Windows CE Database. Es unterstützt die volle Funktionalität der mobilen Version einer CEDB (CE Database), die auch als Pocket Access Database bezeichnet wird. Ein Objektmodell, ähnlich wie in eMbedded Visual Basic, bei gleichzeitiger Beibehaltung der Vorteile der .NET Technologie wie etwa Data Binding, wird verwendet. Die Komponente ADOCE InTheHand kostet 42 US\$. [InTheHand 2004]

3.6.2 SerialTools.NET

Um eine Kommunikation mit dem GPS-Empfänger gewährleisten zu können, wurde das Werkzeug SerialTools.Net der Firma Franson verwendet. Dieses Tool ermöglicht der Applikation die Nutzung einer virtuellen seriellen Schnittstelle. Über die serielle Schnittstelle können Positionsdaten, welche vom GPS- Empfänger geliefert werden, gelesen werden. Der Hersteller bietet eine 14-tägige kostenlose Trial-Version an, die Vollversion kostet 29,95 US\$. [Franson 2004]

3.6.3 Microsoft ActiveSync 3.7.1

Um Daten zwischen dem Desktop- und Pocket bzw. Handheld-PC austauschen zu können, benötigt man das Programm MS ActiveSync. Dieses Programm ist kostenlos direkt von der Microsoft-Homepage zu beziehen. Die Kommunikation kann via USB-, serielle Schnittstelle, Infrarot-Port, oder Bluetooth erfolgen.

4 Systemaufbau

Die Applikation „Mobiles Almbewertungssystem“ besteht im Wesentlichen aus folgenden Komponenten:

- Access-Datenbank am Desktop
- ActiveSync Software zur Synchronisation zwischen PDA und PC
- Mobile Version der Access-DB am PDA
- GPS-Empfänger zur Positionierung.

Das folgende Blockschaltbild soll die Kommunikation der Komponenten untereinander und die Art der Kommunikationsobjekte verdeutlichen.

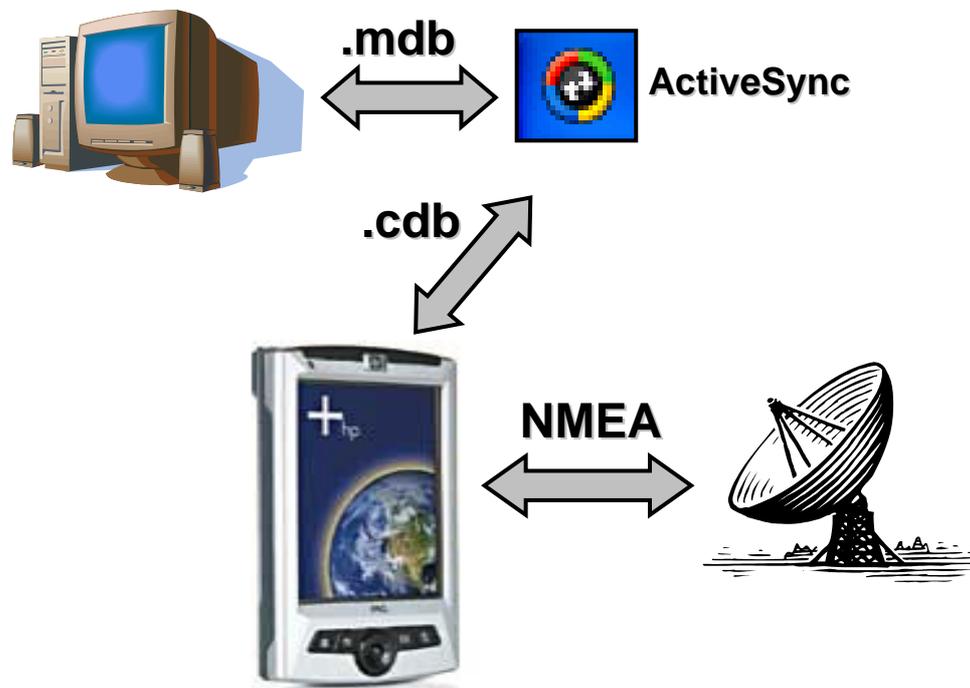


Abbildung 3: Systemarchitektur

Der PDA empfängt über das GPS-Modul die Positionsdaten im NMEA-Format. Diese werden neben den Erhebungsdaten am PDA lokal in die mobile Version der Access-DB, auch Pocket-Access genannt, gespeichert. Über das Microsoft-Tool ActiveSync wird die Pocket-Access-DB mit der Endung *cdb in eine Access-DB konvertiert. Diese erhält wiederum die bekannte Endung *mdb. Die mobile Version einer Access-DB hat einen deutlich geringeren Funktionsumfang als das bekannte

Pendant am Desktop, was sich in einer deutlich geringeren Dateigröße bemerkbar macht. ActiveSync transformiert aber nicht nur Daten zwischen PC und PDA, sondern bietet auch die Möglichkeit der Synchronisation bestimmter Files nach explizit festgelegten Regeln.

4.1 Personal Digital Assistant

Die Abkürzung PDA steht für Personal Digital Assistant (englisch für persönlicher digitaler Assistent). Dieser unterscheidet sich von einem Handheld PC neben den kompakteren Abmessungen vor allem durch das Fehlen einer physischen Tastatur.

Ein PDA ist ein tragbarer Rechner im Notizblockformat. PDAs bieten meist eine Anzeige, die den Großteil der Oberfläche des Geräts einnimmt, sowie im Regelfall zusätzliche Bedienelemente (Knöpfe, Schieber, Drehräder) zur schnellen Nutzung ausgewählter Funktionen. Bei den meisten PDAs werden die Eingaben mittels eines stift-ähnlichen Stabes direkt auf der druckempfindlichen Anzeige gemacht. Dazu haben die meisten PDAs eine Software zur Handschriftenerkennung eingebaut. Bei einigen PDAs ist offen oder unter einer Klappe oder Schieber eine kleine Tastatur eingebaut. [Computerbase (1) 2004]

Die ersten, noch relativ großen PDAs wurden in den 1990er Jahren unter der Bezeichnung Newton von der US-amerikanischen Firma Apple hergestellt. Mitte der 1990er Jahre kam die Firma US Robotics (zwischenzeitlich 3Com, dann Palm Inc., jetzt palmOne) mit kleinen und sehr erfolgreichen Geräten unter dem Namen Pilot (später Palm) heraus. Ebenfalls in den 90er Jahren wurden von der britischen Firma Psion eine Reihe von recht leistungsfähigen PDAs mit Tastatur entwickelt. Das erste Modell Organizer I entstand bereits 1984. Mit dem Organizer II und dem Microcomputer Serie 3 gelang dann der Durchbruch. [Computerbase (1) 2004]

4.1.1 Betriebssysteme

Mittlerweile gibt es eine Reihe von unterschiedlichen Betriebssystemen, die in PDAs eingesetzt werden.

Grundlage für die oftmals unter dem Stichwort Palm angebotenen Geräte ist das von der mittlerweile eigenständigen Firma PalmSource entwickelte Betriebssystem PalmOS. Das EPOC-Betriebssystem bildet die Basis für das Betriebssystem Symbian OS, welches in sogenannten Smartphones (z. B. Nokia 9210/9290, 3650, 7650 und Sony Ericsson P800/P900) häufig zum Einsatz kommt. Ein weiteres Betriebssystem für PDAs ist OPIE, eine speziell an PDAs angepasste Linux-

Variante. Ab der zweiten Hälfte der 1990-er Jahre werden PDA-Typen unter der Bezeichnung Pocket-PC vertrieben und laufen unter einer speziellen Windows-Version, dem Betriebssystem WindowsCE. [Computerbase (1) 2004]

4.1.2 Vorteile

Ein großer Vorteil aktueller PDAs ist die problemlose Synchronisation mit dem PC. Diesen Abgleich nennt man HotSync bzw. ActiveSync. Dabei können z. B. E-Mails und Adressen (z. B. aus Outlook, Notes etc) in den PDA übertragen werden und auch anderen Datenbanken auf dem PC gesichert werden.

Dank einer Vielzahl an Anschluss- und Erweiterungsmöglichkeiten sind PDAs zu universellen Wegbegleitern in den unterschiedlichsten Situationen geworden:

Neben dem klassischen Bereich der Termin- und Adressverwaltung ist das Verfassen von Texten, die Verwendung als eBook-Reader, Nachschlagewerk, MP3-Player oder Navigationssystem ebenso möglich wie das Surfen im Internet oder die Aufnahme und Darstellung von Digitalfotos und nicht zuletzt das Spielen von immer aufwändigeren Computerspielen. [Computerbase (1) 2004]

Die Vorteile durch das Zusammenführen mehrerer Geräte sind im Gegensatz zur Menge von Einzelgeräten im Allgemeinen das geringere Gewicht, kompaktere Abmessungen des Gerätes, eine zentrale Stromversorgung und eine deutlich geringere Redundanz bei Datenabgleichen. Im Gegensatz zu PC-Betriebssystemen entfällt beim PDA der Bootvorgang zur Gänze. Das bedeutet, das Gerät ist unmittelbar nach dem Einschalten betriebsbereit.

4.1.3 Nachteile / Einschränkungen

Die Nachteile sind wie bei allen Multifunktionsgeräten die höhere Anfälligkeit für Störungen. Der Ausfall einer Gerätekomponente bedeutet oftmals einen Gesamtausfall des Gerätes.

Außerdem besteht wie bei allen mobilen Geräten das Dilemma: für den Transport soll es klein und leicht sein, zum Arbeiten hätte man aber gern einen großen Bildschirm und eine bequeme Tastatur. Der begrenzte Speicher sowie die Leistungsfähigkeit der mobilen Prozessoren sorgen ebenfalls für deutliche Einschränkungen der Nutzbarkeit von PDAs im Vergleich zu Desktop-PCs. Ein oft großes Problem stellt die begrenzte Akku-Laufzeit dar. Dieses Problem wurde allerdings von den diversen Herstellern sehr rasch erkannt, und das Hauptaugenmerk

auf die Entwicklung Strom sparender Prozessoren und Komponenten gerichtet. [Computerbase (1) 2004]

4.2 Positionsbestimmung

Um der Forderung der Positionsbestimmung des Auftraggebers gerecht zu werden, war es notwendig, eine geeignete Methode anzuwenden. Aufgrund der Genauigkeitsanforderungen ist die Verwendung des Global Positioning System (GPS) nahe liegend.

GPS ist ein globales Positionierungssystem, das auf einem Verbund von 24 Satelliten beruht. Das ursprünglich für den militärischen Einsatz entwickelte GPS wurde später als Navigationssystem auch zur zivilen Nutzung freigegeben. 4 der 24 Satelliten sind zur Bestimmung einer 3D-Position erforderlich. Die Entfernung des eigenen Standortes zu den einzelnen Satelliten wird durch eine Messung der Laufzeit des von den Satelliten abgestrahlten Signals bestimmt. Mit Hilfe der Triangulationsmethode berechnet der Empfänger die aktuelle Position.

Dabei ist laut Betreiber, dem Departement of Defense (DoD) der Vereinigten Staaten von Amerika, mit einer Genauigkeit von ± 13 Metern in der Lage zu rechnen. Die Angaben beziehen sich auf 95% der Messungen. Um die Positionsdaten nutzen zu können, ist die Verwendung eines GPS-Empfängers erforderlich. In der aktuellen Systemkonfiguration wird ein GPS-Empfänger der Firma Navman verwendet.

4.2.1 Navman 3000 GPS-Jacket

Der Pocket PC wird dabei direkt in den NAVMAN GPS 3000 Empfänger gesteckt, wie in Abbildung 4 dargestellt. Vorteil dieser Lösung ist, dass man nur ein Gerät in der Hand hält. Gespeist wird der NAVMAN GPS 3000 vom Akku des Pocket PC.



Abbildung 4: Navman 3000 GPS-Jacket

Das Jacket ist ein 12-Kanal GPS-Empfänger, und verwendet als Datenprotokoll das NMEA-Datenformat. Das GPS-Signal des Jacketts ist bei Verwendung eines entsprechenden Treibers über den virtuellen COM-Port 5 verfügbar.

4.2.2 Das NMEA-Format

Die **National Marine Electronics Association (NMEA)**, Nationale Vereinigung für Marineelektronik, engagiert sich für die Ausbildung und den Fortschritt der Marine-Elektronikindustrie und den Markt, den diese bedient. Es handelt sich dabei um eine Non-Profit Vereinigung von Herstellern, Vertreibern, Ausbildungsinstitutionen und anderen Institutionen mit Interesse an diesem Markt. [www.nmea.org]

Mit Hilfe der weitestgehend standardisierten NMEA-Daten gelingt es, die Daten praktisch jedes GPS-Geräts, das dieses Protokoll verwendet, mit einem Navigations- und Kartenprogramm auf dem PC, Laptop oder Handheld zu verwenden. So genannte GPS-Mäuse (GPS-Empfänger ohne Display nur mit serieller Schnittstelle)

kommunizieren ausschließlich auf diese Art mit ihrer Außenwelt. In der Seefahrt werden Kursplotter und ähnliches mit Hilfe von NMEA-Datensätzen mit Positionsdaten versorgt.

Jeder GPS-Datensatz ist gleichartig aufgebaut und hat folgende Struktur:

```
$GPDTS,Inf_1,Inf_2, Inf_3,Inf_4,Inf_5,Inf_6,Inf_n*CS<CR><LF>
```

In Tabelle 1 wird die Funktion der einzelnen Zeichen oder Zeichengruppen erklärt.

Tabelle 1: Beschreibung der einzelnen Blöcke eines NMEA-Datensatzes, Quelle: [FH-HTWCUR 2004]

Feld	Beschreibung
\$	Beginn des Datensatzes
GP	Informationen stammen von einem GPS-Gerät
DTS	Kennzeichnung des Datensatzes (z.B. RMC)
Inf_1 bis Inf_n	Informationen mit der Nummer 1 ... n (z.B. 175.4 für eine Kurs- Angabe)
,	Komma als Begrenzungszeichen für die verschiedenen Informationen
*	Asterisk als Begrenzungszeichen für die Checksumme
CS	Checksumme (Kontrollwort) zur Kontrolle des gesamten Datensatzes
<CR><LF>	Ende des Datensatzes: Wagen-Rücklauf (carriage return, <CR>) und Zeilenvorschub (line feed, <LF>)

Die maximale Anzahl der verwendeten Zeichen darf 79 nicht überschreiten. Zur Ermittlung der Anzahl der verwendeten Zeichen werden das Beginn-Zeichen \$ und die Abschluss-Zeichen <CR><LF> nicht gezählt.

Ein durch einen GPS-Receiver aufgezeichnetes NMEAProtokoll könnte wie in Tabelle 2 dargestellt aussehen.

Tabelle 2: Aufzeichnung eines NMEA-Protokolls, Quelle: [FH-HTWCUR 2004]

\$GPRMC,130303.0,A,4717.115,N,00833.912,E,000.03,043.4,200601,01.3,W*7D<CR><LF>
\$GPZDA,130304.2,20,06,2001,,*56<CR><LF>
\$GPGGA,130304.0,4717.115,N,00833.912,E,1,08,0.94,00499,M,047,M,,*59<CR><LF>
\$GPGLL,4717.115,N,00833.912,E,130304.0,A*33<CR><LF>
\$GPVTG,205.5,T,206.8,M,000.04,N,000.08,K*4C<CR><LF>
\$GPGSA,A,3,13,20,11,29,01,25,07,04,,,,,1.63,0.94,1.33*04<CR><LF>
\$GPGSV,2,1,8,13,15,208,36,20,80,358,39,11,52,139,43,29,13,044,36*42<CR><LF>
\$GPGSV,2,2,8,01,52,187,43,25,25,074,39,07,37,286,40,04,09,306,33*44<CR><LF>
\$GPRMC,130304.0,A,4717.115,N,00833.912,E,000.04,205.5,200601,01.3,W*7C<CR><LF>
\$GPZDA,130305.2,20,06,2001,,*57<CR><LF>
\$GPGGA,130305.0,4717.115,N,00833.912,E,1,08,0.94,00499,M,047,M,,*58<CR><LF>
\$GPGLL,4717.115,N,00833.912,E,130305.0,A*32<CR><LF>
\$GPVTG,014.2,T,015.4,M,000.03,N,000.05,K*4F<CR><LF>

In einem kompletten Datenblock wie in Tabelle 2 dargestellt, treten eine Vielzahl unterschiedlichster Datensätze auf. Zur Positionierung wird in der aktuellen Anwendung lediglich der GGA-Datensatz verwendet. Daher wird im folgenden Abschnitt nur auf diesen relevanten Datensatz näher eingegangen.

Der GGA-Datensatz (GPS Fix Data) umfasst Informationen über Zeit, geographische Länge und Breite, Qualität des Systems, Anzahl der genutzten Satelliten und Höhe.

Ein typischer GGA-Datensatz könnte folgendermaßen aussehen:

```
$GPGGA,130305.0,4717.115,N,00833.912,E,1,08,0.94,00499,M,047,M,,*58<CR><LF>
```

In Tabelle 3 wird die Bedeutung der einzelnen Zeichen oder Zeichengruppen eines GGA-Datensatzes erklärt.

Tabelle 3: GGA-Datensatz, Quelle: [FH-HTWCUR 2004]

Feld	Beschreibung
\$	Beginn des Datensatzes
GP	Informationen stammen von einem GPS-Gerät
GGA	Kennzeichnung des Datensatzes
130305.0	UTC-Zeit der Position: 13h 03min 05.0sec
4717.115	Breite: 47° 17,115 '
N	nördliche Breiterichtung (N=Nord, S= Süd)
00833.912	Länge: 8° 33,912 '
E	östliche Längenrichtung (E=Ost, W=West)
1	GPS-Qualitätsangabe (0= kein GPS, 1= fixed GPS, 2=DGPS)
08	Anzahl der zur Berechnung verwendeten Satelliten
0.94	Horizontal Dilution of Precision (HDOP)
00499	Höhenangabe der Antenne (Geoid-Höhe)
M	Einheit der Höhenangabe (M= Meter)
047	Höhendifferenz zwischen Ellipsoid und Geoid
M	Einheit der Höhendifferenz (M= Meter)
„	Alter der DGPS-Daten (hier wurde kein DGPS verwendet)
0000	Identifizierung der DGPS Referenzmessstelle
*	Begrenzungszeichen für die Check-Summe
58	Checksumme zur Kontrolle des gesamten Datensatzes
<CR><LF>	Ende des Datensatzes

Aus dem GGA-Datensatz werden die für die Anwendung relevanten Daten extrahiert. Das sind neben der nördlichen Breite und der östlichen Länge die Höhe und die GPS-Qualitätsangabe. Die Qualitätsangabe ist deswegen von primärer Bedeutung, da eine Positionsbestimmung ausschließlich bei einem Qualitätsindex gleich 1 zulässig ist. Durch die Applikation verwendet und in der Datenbank gespeichert werden in weiterer Folge lediglich Breite, Länge und Höhe.

5 Die Applikation “Mobiles ABWS”

Im folgenden Kapitel wird die Applikation „Mobiles Almbewertungssystem“ (Mobiles ABWS) vorgestellt. Es wird der Erfassungsablauf zunächst an Hand eines Flussdiagramms schematisch dargestellt. Anschließend wird ein durchgehender Erfassungsprozess skizziert und unter Verwendung von Screenshots beschrieben.

5.1 Schematische Darstellung des Programmablaufs

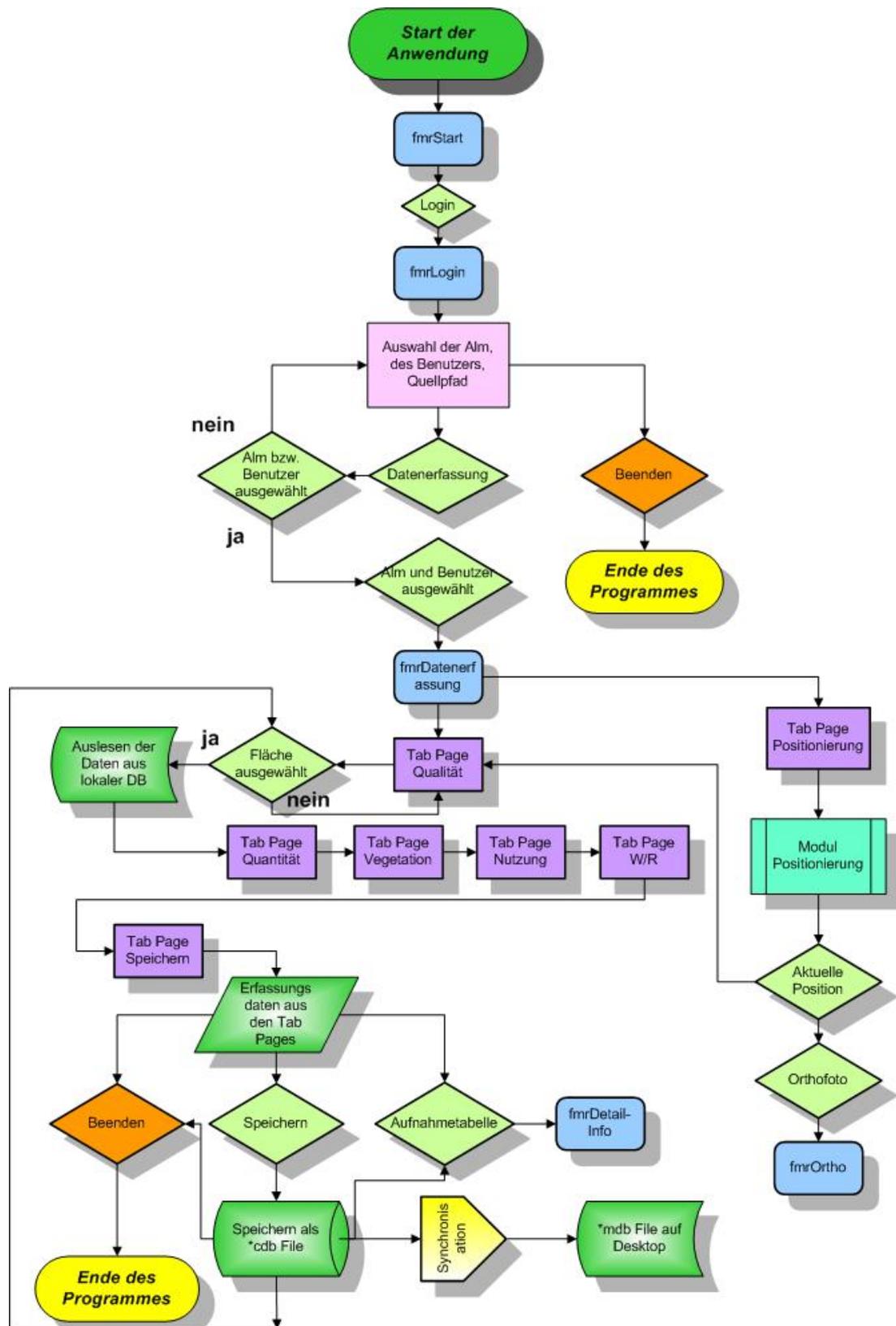


Abbildung 5: Schematischer Programmablauf

5.2 Datenerfassung

Nach dem Start der Anwendung erscheint das Startformular wie in Abbildung 6 dargestellt. Dieses enthält neben der Bezeichnung der Anwendung das offizielle Logo des Auftraggebers, sowie einen Button mit der Bezeichnung „Login“.



Abbildung 6: Start der Anwendung

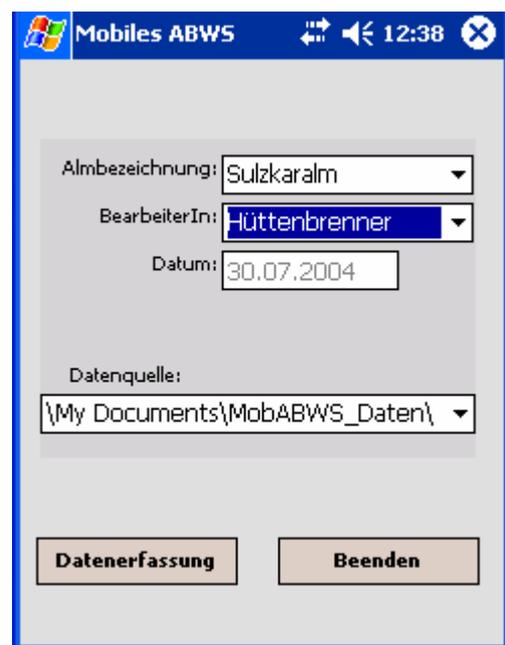


Abbildung 7: Login

Nach Betätigung des Buttons „Login“ gelangt der Anwender zum ersten Formular, Abbildung 7, welches verschiedene Auswahlmöglichkeiten bietet. Zunächst ist der Name der zu bearbeitenden Alm auszuwählen. Weiters wird der Name des Erfassers ausgewählt und der Pfad zu den verwendenden Daten angegeben. Die erforderliche Datenbank sowie die zur Alm gehörenden Orthophotos können entweder im Verzeichnis \\My Documents\MobABWS_Daten\ oder auf der SD-Speicherkarte im Verzeichnis \\Storage Card\MobABWS_Daten\ liegen. Das Erfassungsdatum wird automatisch auf das aktuelle Systemdatum des PDA gesetzt. Alle bisher beschriebenen Auswahlfenster sind vom Benutzer nicht editierbar. Nach Betätigung des Buttons „Beenden“ wird der Benutzer zunächst durch einen Dialog gefragt, ob er die Anwendung tatsächlich verlassen möchte. Bei positiver Beantwortung wird die Anwendung geschlossen, ansonsten wird zum aktuellen Formular zurückgekehrt. Betätigt man den Button „Datenerfassung“, so wird zunächst überprüft, ob alle Felder des Formulars ausgewählt wurden.

Sind alle Felder ausgefüllt, wird das Formular „Datenerfassung“, Abbildung 8, aufgerufen, ansonsten wird der Benutzer durch einen Dialog aufgefordert, die fehlenden Daten einzugeben.

The screenshot displays the 'Mobiles ABWS' application interface. At the top, there is a status bar with the Windows logo, the text 'Mobiles ABWS', a back arrow, the time '12:27', and a close button. Below this, the 'Qualität' tab is active. The form contains several sections: 'Flächen-ID' with a dropdown menu and an information icon; 'Daten aus Fläche' with a dropdown menu and an information icon; 'Vegetation' with two rows of 'Veg-Typ' dropdowns and 'Anteil' input fields with percentage signs; and 'Futterqualität' with 'Energiegehalt' input, 'Futtertyp' dropdown, and 'Strukt-Typ dom.' dropdown, each with an information icon. At the bottom, a navigation bar shows 'Qualität', 'Quantität', 'Nutzung', 'W / R', and 'Pos.' with left and right arrows. A keyboard icon is visible in the bottom right corner.

Abbildung 8: Qualität (1)

Dieses Formular enthält sogenannte „Tab Pages“, die es ermöglichen, innerhalb des Formulars mehrere Seiten anzuordnen und zwischen diesen Seiten beliebig zu wechseln. Dadurch wird ein sequentieller Erfassungsvorgang bewusst unterbunden und dem Benutzer ein hohes Maß an Flexibilität bei der Vorgangsweise der Datenerfassung geboten. Die erste Tab Page mit dem Titel „Qualität“ enthält zunächst als Einstiegspunkt das Auswahlfenster „Flächen-ID“. Solange diese nicht ausgewählt wurde, sind alle anderen Eingabefelder des gesamten Formulars inaktiv. Erst nach Auswahl einer entsprechenden Fläche, Abbildung 9, werden alle eventuell bereits in der Datenbank gespeicherten Parameter dieser Fläche aus der Datenbank ausgelesen und in die jeweiligen Felder geschrieben. Sind keine Daten vorhanden, wird entweder eine 0 oder ein Leerstring in die Felder geschrieben.

Abbildung 9: Qualität (2)

Abbildung 10: Qualität (3)

Neben dem Feld „Flächen-ID“ gibt es am rechten oberen Rand des Formulars ein weiteres Feld mit der Bezeichnung „Daten aus Fläche“. Dieses Feld wurde aufgrund von Erfahrungen aus dem durchgeführten Feldversuch eingefügt. Dadurch wird es möglich, einen kompletten Datensatz einer bereits gespeicherten Fläche einer anderen Fläche zuzuweisen. Dies kann manchmal erforderlich sein, wenn etwa zwei Flächen lediglich durch eine Straße getrennt wurden, ansonsten sich jedoch ganz oder beinahe zur Gänze gleichen.

Wird aus dem Feld „Daten aus Fläche“ eine Fläche ausgewählt, so wird der Benutzer zunächst gefragt, ob die Daten der Fläche aus dem Feld „Daten aus Fläche“ jener Fläche aus dem Feld „Flächen-ID“ zugewiesen werden sollen (Abbildung 10).

Nach Bestätigung der MessageBox werden nun alle Daten der Fläche 2 der Fläche 1 zugewiesen. Sind beide Flächennummern ident, wird dies dem Benutzer mitgeteilt.

Die Tab Page „Qualität“ enthält weiters die thematisch zusammengefassten Erfassungsböcke Vegetation und Futterqualität. Im Block Vegetation können zwei vorherrschende Vegetationstypen und deren prozentueller Anteil eingegeben werden. Der Vegetationstyp 1 repräsentiert den vorherrschenden Typ und muss anteilmäßig gleich groß oder größer als der Typ 2 sein. Der Vegetationstyp 2 kann erst eingegeben werden, wenn ein Typ 1 mit dazugehörigem Anteil eingegeben wurde. Bei Verletzung dieser Regeln wird der Benutzer durch entsprechende Dialoge benachrichtigt (Abbildung 11).

Das Feld „Energiegehalt“ erfordert eine Eingabe mittels der einzublendenden

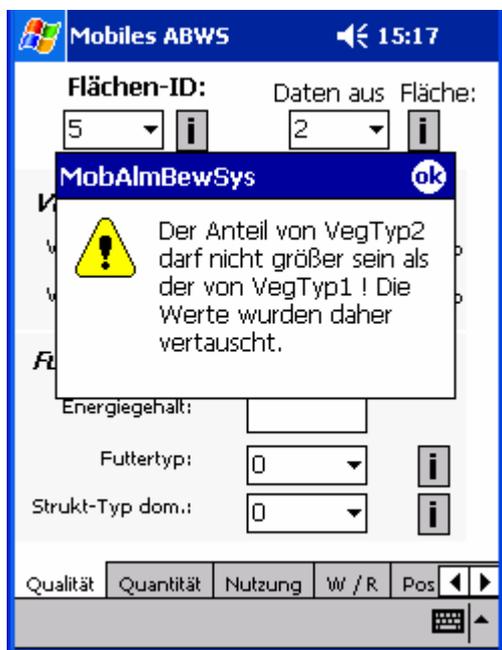


Abbildung 11: Qualität (4)



Abbildung 12: Qualität (5)

Tastatur. Bei Abweichung der Eingabe vom erwarteten Format wird der Benutzer durch einen Dialog informiert und der Inhalt des Datenfeldes geleert (Abbildung 12).

Aktiviert man in der unteren Leiste des Bildschirms die TabPage „Quantität“, so gelangt man zum Erfassungsblock Futterquantität (Abbildung 13). Die ersten vier Eingabefelder sind vom Typ Textfeld. Es werden nur Eingaben in Form einer Ganzzahl bzw. einer Kommazahl zugelassen. Bei Abweichungen wird wiederum ein Dialog angezeigt.

Abbildung 13: Quantität

Abbildung 14: Nutzung

Die letzten drei Felder sind numerische Auswahlfelder, die bereits fixe Werte von 0 bis 100 in 5-er Schritten enthalten. Es ist allerdings auch möglich, mittels Tastatur andere Werte einzugeben.

TabPage „Nutzung“, Abbildung 14, enthält ausschließlich Datenfelder mit vorgegebenen Daten aus der lokalen Datenbank. Neben dem Feld Futterfläche AMA enthält diese Seite den Datenblock Nutzung. Aufgrund der vorgegebenen Auswahlmöglichkeiten sind keine Plausibilitätsprüfungen, und somit auch keine Benutzerinformationen bei Fehleingaben erforderlich.

Die TabPage „W / R“ enthält den Datenblock Weidepflege und Revitalisierung, sowie ein Feld Maßnahmen. Gleich wie bei der TabPage „Nutzung“ kann auch hier zur Gänze auf Plausibilitätsprüfungen verzichtet werden (Abbildung 15).



Abbildung 15: Weidepflege/Revitalisierung

5.3 Positionierung

Die Tab Page „Positionierung“, Abbildung 16, ist in zwei Blöcke geteilt. Im oberen Block werden die aktuellen Koordinaten (Gauß Krüger, MGI, M31) angezeigt. Im unteren Block der Seite werden die eventuell bereits gespeicherten Koordinaten der Fläche aus der Datenbank ausgelesen und zur Anzeige gebracht. Sind keine Positionsdaten gespeichert, wird der Wert 0 angezeigt. Alle Felder dieser Seite sind durch den Benutzer nicht editierbar. Die beiden Blöcke sind durch eine Leiste mit den Buttons „Orthophoto“ und „Pos bestimmen“ getrennt.

Der Button „Pos bestimmen“ startet die Positionsbestimmung, der Button „Orthophoto“ ermöglicht die Darstellung der aktuellen Position auf dem entsprechenden Orthophoto.

Der Button „Orthophoto“ ist zunächst inaktiv und wird erst dann aktiviert, wenn die Koordinaten einer aktuellen Position bestimmt werden können.

Wird die Positionsbestimmung gestartet, so wird zunächst ein Fortschrittsbalken, ein so genannter „ProgressBar“, sichtbar und verdeckt die beiden Buttons. Das System öffnet nun die serielle Schnittstelle und versucht über den entsprechenden Port die Signale des GPS-Empfängers einzulesen. Ist es aufgrund der Satellitenkonstellation oder anderen Umständen nicht möglich, eine gültige Position zu erhalten, so wird dies dem Benutzer mitgeteilt (Abbildung 17).

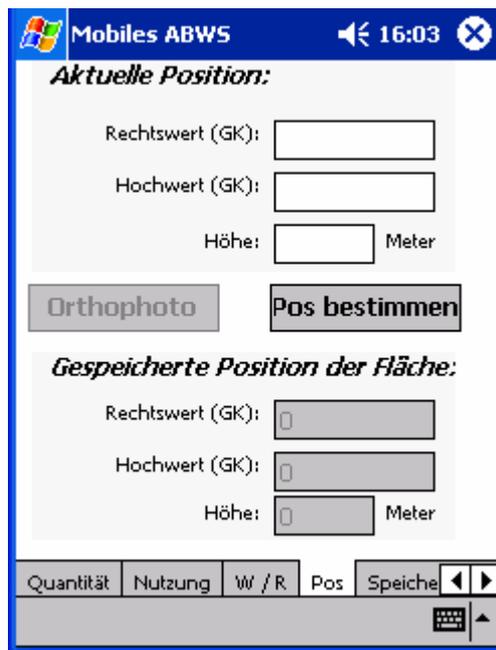


Abbildung 16: Positionierung (1)

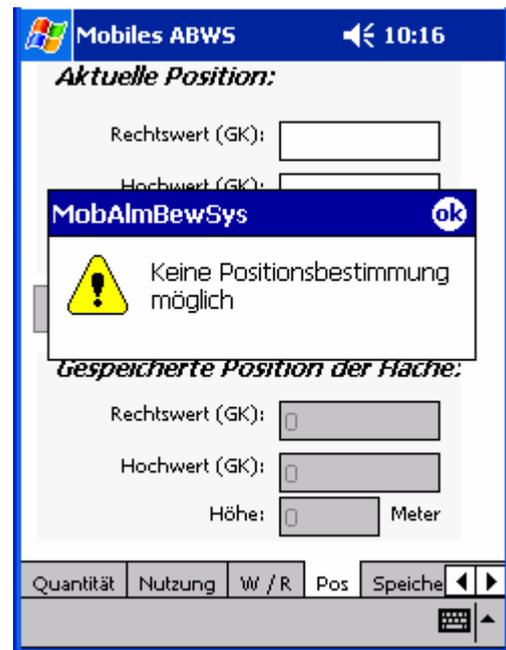


Abbildung 17: Positionierung (2)

Das verwendete GPS-Jacket Navman GPS 3000 ist kein Gerät der letzten Generation, was sich im relativ trägen Initialisierungsverhalten niederschlägt. Daher ist es durchaus möglich, dass der Initialisierungsvorgang des GPS-Empfängers die vom System vorgesehene Zeitspanne überschreitet. Es kann vorkommen, dass eine gültige Positionsbestimmung erst nach dem zweiten Versuch möglich wird.

Wie bereits erwähnt wird die Position aus dem GGA-String des NMEA-Formats ausgelesen. Um eine falsche Positionsbestimmung zu vermeiden werden allerdings nur jene Strings betrachtet, die einen entsprechenden Qualitätsindex mit dem Wert 1 aufweisen. Die im GGA-String enthaltenen ellipsoidischen Koordinaten im System WGS 84 werden in das Koordinatensystem Gauß Krüger Österreich, mit dem geodätischen Datum nach MGI, im Meridian M31 transformiert und in den entsprechenden Textfeldern angezeigt (Abbildung 18). Der Button „Orthophoto“ wird erst jetzt aktiviert.

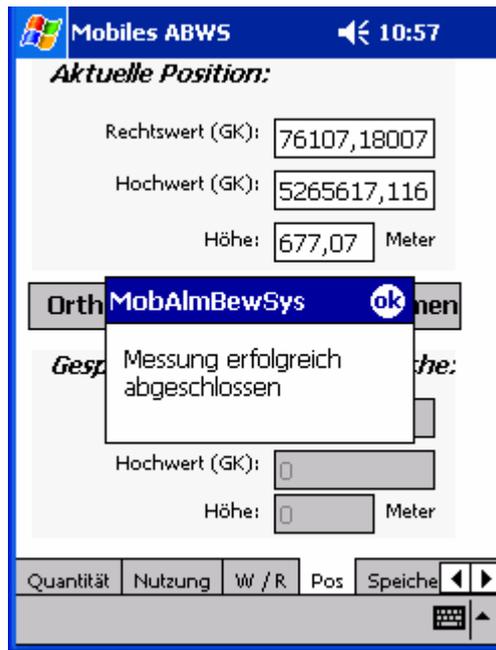


Abbildung 18: Positionierung (3)

5.4 Visualisierung der Position

Durch Betätigung des Buttons „Orthophoto“ wird die aktuelle Position auf dem entsprechenden Bild angezeigt. Dazu ist es zunächst erforderlich, die Ausdehnung eines Pixels des Orthophotos in der Realwelt zu ermitteln. Im Konkreten bedeutet dies, es wird die Ausdehnung des Bildes sowohl in Pixeleinheiten als auch in Metern ermittelt. Daraus wird der Wert Meter pro Pixel ermittelt. Da die Koordinaten zumindest zweier Eckpunkte des Bildes bekannt sind, kann die Entfernung in Metern der aktuellen Position zum linken oberen Eckpunkt errechnet werden. Diese Entfernung in Metern wird wiederum in Pixelwerte umgerechnet und in weiterer Folge zentriert am Bildschirm als roter Kreis dargestellt.

Zusätzlich zur Darstellung wie in Abbildung 19 ist es möglich, sich durch Betätigung des Buttons „Zoom in“ einen kleineren Bildausschnitt in vergrößerter Form darstellen zu lassen. Die Buttons „Zoom in“ und „Zoom out“ werden alternierend aktiviert und deaktiviert.

Befindet sich die aktuelle Position außerhalb des entsprechenden Almgebietes, bzw. ist das erforderliche Orthophoto nicht im entsprechenden Verzeichnis zu finden, so wird dies dem Benutzer in bekannter Art und Weise durch einen Dialog mitgeteilt.



Abbildung 19: Visualisierung (1)



Abbildung 20: Visualisierung (2)

5.5 Datenspeicherung

Die Tab Page „Speichern“, Abbildung 21, enthält lediglich die drei Buttons „Aufnahmetabelle anzeigen“, „Speichern“ und „Beenden“.

Wird der Button „Speichern“ betätigt, so wird der Benutzer zuerst gefragt, ob die aktuelle Position in der Datenbank gespeichert werden soll, sofern eine aktuelle Position bereits ermittelt wurde (Abbildung 22).

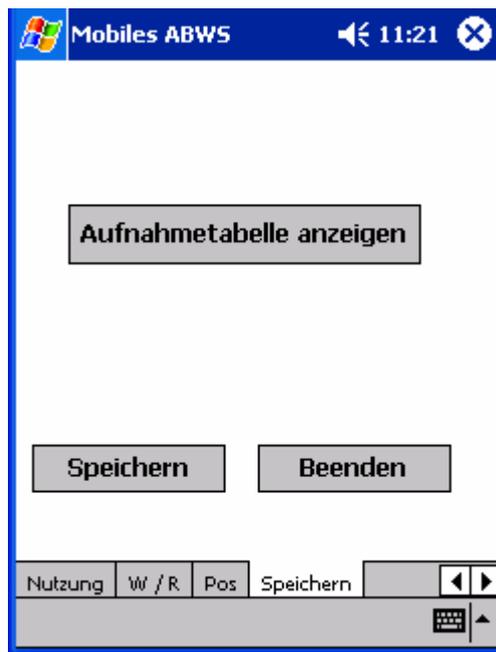


Abbildung 21: Datenspeicherung (1)

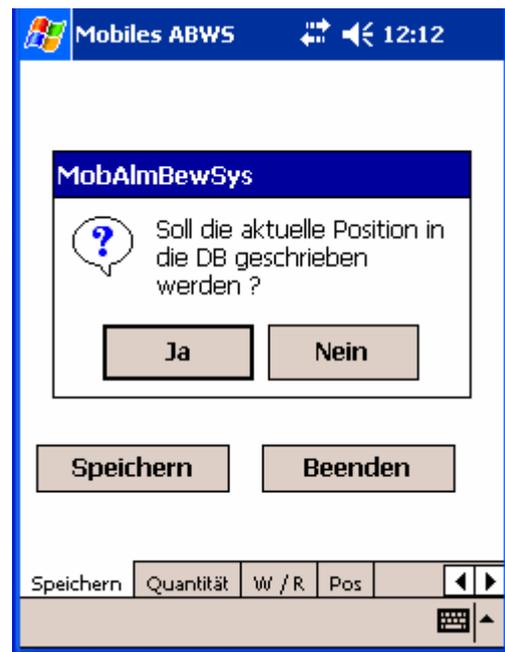


Abbildung 22: Datenspeicherung (2)

Abschließend wird dem Benutzer die erfolgreiche Speicherung der Daten in der lokalen Datenbank, wie in Abbildung 23 dargestellt, mitgeteilt.

Um dem Benutzer einen Überblick über die gesamten Erfassungsdaten zu verschaffen, kann mittels Button „Aufnahmetabelle anzeigen“ die gesamte Aufnahmetabelle angezeigt werden (Abbildung 24).

Der Button „Beenden“ schließt nach neuerlicher Bestätigung durch den Benutzer das Formular Datenerfassung und kehrt zum Formular Login zurück.

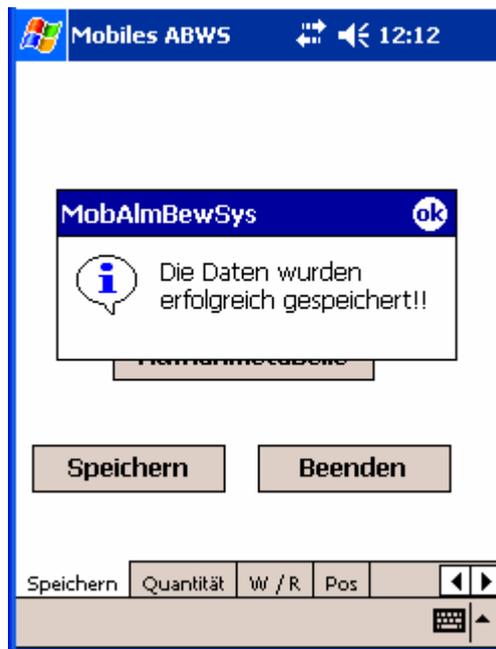


Abbildung 23: Datenspeicherung (3)

The screenshot shows the 'Mob ABWS-Details' application interface. The title bar reads 'Mob ABWS-Details' and the time is 12:17. The main content is a table with the following data:

	Restetra	Veglos	Ertragsfr	Unkraut
▶	4	15	5	15
	4	2	0	85
	10	20	10	5
	18	20	0	60
	8	7	0	5
	7	15	2	3
	6	40	5	25
	10	60	5	20
	24	1	3	50
	5	5	0	35
	14	15	5	5
	10	30	5	5
	8	40	0	1

The table has a scrollable vertical bar on the right side.

Abbildung 24: Aufnahmetabelle

5.6 Synchronisierung mit dem PC

Wie bereits erwähnt liegt ein wesentlicher Vorteil der Datenerfassung durch einen PDA in der Möglichkeit der Synchronisation mit dem PC. Diesen Vorteil macht sich auch die Applikation „Mobiles Almbewertungsmodell“ zunutze. Es ist möglich, in ActiveSync verschiedene Datentypen bzw. bestimmte Daten festzulegen, die synchronisiert werden sollen. Im konkreten Fall wurde der Datentyp der abzugleichenden Daten auf Pocket Access gesetzt, was in Abbildung 25 in der unteren Hälfte des Fensters in der Spalte Information Type ersichtlich ist. Es ist allerdings zwingend erforderlich, sich mit den Möglichkeiten der Regelvergabe im Falle eines Konfliktes im Zuge der Synchronisation auseinanderzusetzen. Man kann beim Auftreten von Konflikten, d.h. die zu synchronisierenden Files unterscheiden sich von einander, explizit Regeln vergeben, die festlegen, welches dieser beiden Files nun geändert werden soll und welches im Originalzustand verbleibt.

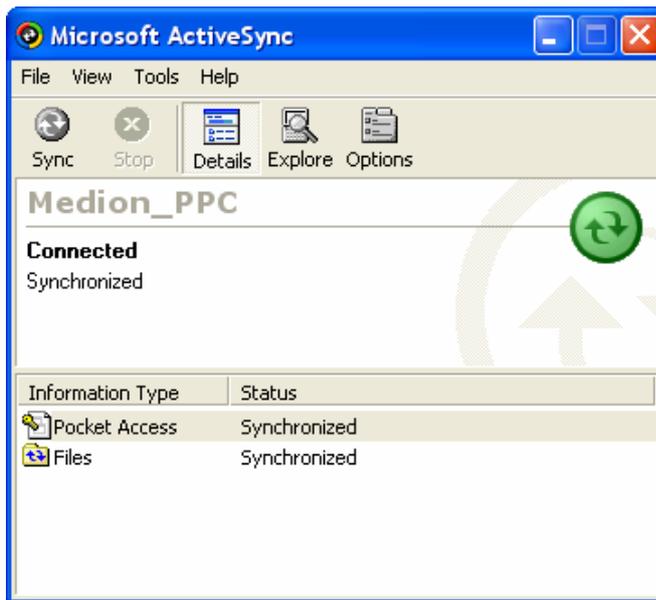


Abbildung 25: Microsoft ActiveSync (1)

Diese Regeln sind neben anderen Einstellungsmöglichkeiten in den Optionen unter der Registerkarte Rules einzustellen (Abbildung 26).

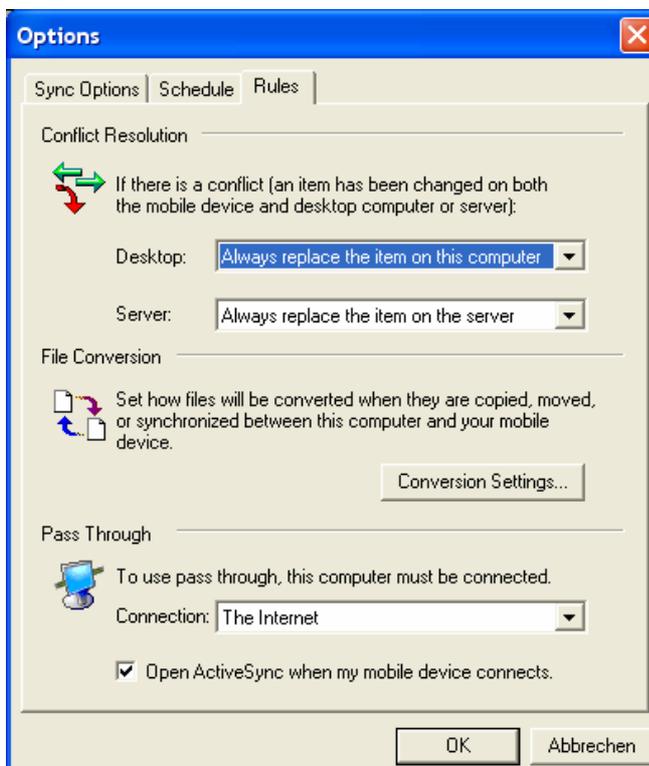


Abbildung 26: Microsoft ActiveSync (2)

6 Ausblick

Die aktuelle Applikation erwies sich im Ende August 2004 durchgeführten Feldtest mit dem zuständigen Alminspektor und seiner Mitarbeiterin als durchaus praktikabel. Der Test wurde wie bereits eingangs erwähnt mit einem handelsüblichen PDA durchgeführt. Für einen professionellen Einsatz im Gelände ist jedoch unbedingt eine gewisse Robustheit der Endgeräte erforderlich. Derzeit sind nur wenige geeignete PDAs am Markt, Tendenz steigend. Die Datenerfassung für das Almbewertungsmodell im Nationalpark Gesäuse ist für das Jahr 2004 bereits abgeschlossen und wird 2005 fortgesetzt. Aus diesem Grund wird die Anschaffung geeigneter Endgeräte durch den Auftraggeber auf das folgende Kalenderjahr verschoben, in der Hoffnung, eine größere Auswahl an Geräten vorzufinden.

Obwohl beide im Zuge der Entwicklung verwendeten PDAs mit gleichen Betriebssystemen arbeiten, sind bezüglich der Schnittstelle zum GPS-Empfänger bereits Unterschiede aufgetreten. Diese Problematik wurde auf Programmebene bereits gelöst. Dieses Beispiel zeigt allerdings, dass trotz plattformabhängiger Entwicklung auch bei zukünftigen Geräten Probleme auftreten können und geringe Adaptierungsarbeiten erforderlich sein werden.

Aufgrund der Architektur der vorhandenen Anwendung ist eine Erweiterung des Funktionsumfangs mit vertretbarem Aufwand möglich. Von Seiten des Auftraggebers wurden in diese Richtung bereits Überlegungen gemacht. So ist etwa auch eine Anwendung zur Durchführung der Quellkartierung im Nationalparkgebiet denkbar.

Die aktuelle verwendete Desktop Datenbank weist zum Teil erhebliches Verbesserungspotential auf. Um das gesamte Potential von GIS innerhalb des Unternehmens auszuschöpfen, wäre die gesamte Neukonzeption der betriebseigenen Datenverwaltung in Erwägung zu ziehen.

7 Glossar

.NET	Die Microsoft Plattform für XML-Web Services, die Informationen, Geräte und Anwender in einer einheitlichen und personalisierten Weise miteinander verbindet. [Microsoft_Glossar 2004]
.NET Framework	Laufzeitumgebung, um .Net-Anwendungen auf Pocket PCs ablaufen zu lassen. Dabei handelt es sich um eine abgespeckte Variante des .NET Framework für den Desktop PC. [Panther 2003]
ActiveSync	Tool zum Abgleichen von Daten (Terminen, Kontakten, Aufgaben, Notizen, etc.) zwischen Pocket PC und Desktop PC. [Panther 2003]
ActiveX	Ist eine Entwicklung der Firma Microsoft. Es steht für eine Reihe von Technologien, die dafür sorgen, dass Windows-Anwendungen mit dem Internet oder Intranet zusammenarbeiten. Die Technologie besteht im Wesentlichen aus folgenden Elementen: Active X-Controls, Active Documents und Active Scripting. [Europäisches Verbraucherzentrum 1999]
ADO	ActiveX Data Object; ältere Datenbankzugriffstechnologie von Microsoft. [DB-Programmierung 2003]
ADO.NET	.NET Klassenbibliotheken für universellen Datenzugriff. [DB-Programmierung 2003]
ADOCE	ActiveX Data Objects for Windows CE; Objektbibliothek, mit der von Windows CE auf Datenbanken zugegriffen werden kann. [Panther 2003]
ALM	Unter Alm (in Vorarlberg auch "Alpe", in Niederösterreich und der Steiermark "Schwaige" genannt) versteht man die in Hochlagen oberhalb der Ackerbaugrenzen, innerhalb oder oberhalb der Waldgrenze gelegenen Weideflächen (mit Hütten und Ställen), die nur im Sommer rund 3-5 Monate bewirtschaftet werden. [Geo 2004]
ASP	Akronym für Application Service Providing bzw. Application Service Provider; eine Dienstleistung bzw. ein Dienstleister, der Anwendern gegen Entgelt Standardsoftware zur Verfügung stellt und

	diese in einem Service-Rechenzentrum betreibt. Der Dienstleister sorgt für Software-Lizenz, Wartung und Aktualisierung der Software und stellt in geeigneter Form Unterstützung zur Verfügung. [Heinrich 2004]
Bestoßen	Traditioneller Ausdruck für die Weidenutzung einer Alm. Das Maß für die richtige Zahl der Tiere heißt "der Stoß". [Geo-Sbg 2004]
CEDB	CE Database; Datenbankformat, das auf Windows CE basierten Geräten verwendet wird. Die Dateien verwenden die Endung .cdb, und haben einen ähnlichen Aufbau wie Access-Datenbanken. Daher werden sie auch als Pocket-Access-Datenbanken bezeichnet. [Panther 2003]
CIL	Common Intermediate Language; Sprache, in die .NET-Anwendungen vorkompiliert werden, die dann von der Common Language Runtime ausgeführt werden können. Wird oft auch als Microsoft Intermediate Language (MSIL) bezeichnet. [Panther 2003]
CLR	Common Language Runtime; Laufzeitumgebung, die Anwendungen in CIL/MSIL ausführen kann. [Panther 2003]
COM	Component Object Model; Microsoft Architektur für Anwendungen, die auf der Verwendung von ActiveX- Komponenten beruht. [Panther 2003]
DCOM	Distributed Component Object Mode; Microsoft-Architektur für Anwendungen, die auf der Verwendung von ActiveX-Komponenten beruht. Im Gegensatz zu COM ist auch die Verwendung von Komponenten, die auf anderen Rechnern installiert sind, möglich. [Panther 2003]
DGPS	Differential Global Positioning System (DGPS) ist eine Bezeichnung für Verfahren, die durch das Ausstrahlen von Korrekturinformationen die Genauigkeit der Navigation mittels GPS erhöhen können. Beim DGPS wird eine (bodengestützte) Sendestation genutzt, die das GPS-Signal empfängt. Da die genaue geographische Position der Sendestation bekannt ist, kann der Fehler bei der Positionsbestimmung durch GPS ermittelt werden. Die Differenz zwischen der tatsächlichen und der mittels GPS

	gemessenen Position wird nun durch die Sendestation ausgestrahlt. So kann jeder GPS-Empfänger anhand des Korrektursignals seine gemessene Position korrigieren. [netlexikon 2004]
EPOC	Ein vom Organizer- und Handheld-Hersteller Psion entwickeltes Betriebssystem. Es existiert in einer 16-Bit- und 32-Bit-Variante (epoc32). Psion hat das OS EPOC32 an die Firma Symbian verkauft. Heute wird es unter dem Namen Symbian-OS von der Firma Symbian insbesondere für Smartphones weiterentwickelt. [Wikipedia (1) 2004]
Flash-ROM	Variante des ROMs, die durch eine spezielle Software überschreibbar ist. [Panther 2003]
Galtvieh	Jungrinder bis 2 bzw. 3 Jahre. [Geo-Sbg 2004]
GIS	Geographisches Informationssystem. Ein System zur Unterstützung der Entscheidungsfindung, das raumbezogene Daten (Geodaten) in einer Problemlösungsumgebung integriert. [Bartelme 2000]
Handheld PC	Sind ein ganzes Stück größer als ein PDA und verfügen über ein deutlich größeres Display als die nur handflächengroßen PDAs. Hauptunterschied ist jedoch eine vorhandene Tastatur und nicht wie bei den PDAs nur als Softwarelösung auf dem Bildschirm. [Computerbase (2) 2004]
HDOP	Die Horizontal Dilution Of Precision (HDOP) ist ein aussagekräftiges Maß für die erzielte Genauigkeit der horizontalen Positionsbestimmung. Der Parameter HDOP drückt in Zahlen aus, wie günstig die momentane geometrische Verteilung der Satelliten am Himmel des Beobachters für die Ermittlung der horizontalen Position ist. Dabei gilt: je kleiner HDOP, desto besser die Messung. [Federspiel 2004]
Hotsync	Nennt man den Vorgang zum Abgleich von Daten zwischen einem PDA (Personal Digital Assistant) und einem PC. [Wikipedia (2) 2004]
IUCN	International Union for Conservation of Nature and Natural Resources; Die Welt-Naturschutz-Union wurde 1948 als unabhängiger Zusammenschluss selbständiger Staaten,

	<p>Regierungsbehörden und Nichtregierungsorganisationen mit dem Ziel gegründet, auf wissenschaftlicher Grundlage Maßnahmen vorzuschlagen und voranzutreiben, die den Schutz der natürlichen Umwelt und der biologischen Vielfalt mit nachhaltiger Entwicklung verbinden. [Umweltdatenbank 2004]</p>
Microsoft Pocket PC	<p>Bezeichnet sowohl ein Computer-Betriebssystem als auch eine Reihe von persönlichen digitalen Assistenten (PDAs), die mit dem Betriebssystem Pocket PC betrieben werden. Microsoft Pocket PC basiert auf dem Betriebssystemkern Windows CE (WinCE), der speziell für die Verwendung in Klein- und Kleinstcomputern entwickelt wurde. Windows CE stellt also "nur" die Basis für das Betriebssystem Pocket PC dar, ist dem aber nicht gleichzusetzen. Aktuelle Versionen werden auch als Windows Mobile bezeichnet und erweitern die Funktionalität von Windows CE um typische Anwendungen für Taschencomputer wie Terminkalender oder Adressverwaltung. Die Benutzeroberfläche orientiert sich dabei an derjenigen von Microsoft Windows, ist allerdings speziell für die Verwendung auf Taschencomputern angepasst worden. [Computerbase (2) 2004]</p>
NMEA	<p>National Marine Electronics Association; Nationale Vereinigung für Marineelektronik engagiert sich für die Ausbildung und den Fortschritt der Marine-Elektronikindustrie und den Markt, den diese bedient. [Kowoma 2004]</p>
OPIE	<p>Open Palmtop Integrated Environment; Ist ein kostenloses GNU/Linux-Betriebssystem für PDAs. Es basiert auf verbreiteten Standards wie XML, Obex und IrDA. Seit dem 4. August 2003 ist die Version 1.0 für Sharp Zaurus, Siemens SimPad und HP iPAQ in mehreren Sprachen verfügbar. Mit Themes und Styles kann man die Oberfläche an seinen persönlichen Geschmack anpassen. OPIE enthält viele Treiber für Hardware und bietet Binärkompatibilität mit Zaurus-Anwendungen. Für den Zugriff auf das Betriebssystem selbst gibt es eine Linux-Shell und erweiterte Sicherheitsfunktionen durch Linux Security Services. [Wikipedia (5) 2004]</p>
Palm-size PC	<p>Vorgänger des Pocket PC. Hierbei handelt es sich meist um Schwarzweiß-Geräte mit dem Betriebssystem Windows CE 2.x.</p>

	[Panther 2003]
PPC	Pocket PC; Taschencomputer die auf dem Betriebssystem Windows CE (ab Version 3.0) aufbauen. [Panther 2003]
ROM	Read Only Memory; Speicherform, die nur lesbar ist. Bei älteren Pocket bzw. Palm-size PCs wurde in einem solchen ROM das Betriebssystem abgelegt. Inzwischen werden dafür Flash-ROMs verwendet. [Panther 2003]
Schwenden	Wichtiger Arbeitsgang der Almpflege: gezieltes Entfernen (mähen, ausgraben) von hochwachsenden Weideunkräutern (zum Beispiel Gelber Enzian, Germer, die das Vieh nicht frisst), aufkommenden Zwergsträuchern und Bäumen [Geo-Sbg 2004].
SDE	Erweiterung für die Entwicklungsumgebung Visual Studio .NET, mit der es ermöglicht wird, Anwendungen für Pocket PCs zu entwickeln. [Panther 2003]
SDK	Software Development Kit; Toolkit zur Entwicklung von Anwendungen für eine bestimmte Zielplattform. [Panther 2003]
Smartphones	Zu Deutsch etwa "schlaue Telefone", vereinen den Leistungsumfang eines PDAs mit einem Mobiltelefon, wobei der Ansatzpunkt je nach Hersteller mehr der PDA oder das Mobiltelefon ist. Das heißt, Smartphones haben einerseits die Fähigkeit, sich in ein Mobilfunknetz einzuloggen und darüber quasi von jedem Ort aus telefonieren zu können (wie ein Mobiltelefon), andererseits haben sie auch die Fähigkeit, als kleiner Rechner Anwendungen auszuführen, wie dies auch ein PDA kann. [Wikipedia (3) 2004]
SQL	Structured Query Language; Datenbank-Abfragesprache, die von den meisten Datenbanksystemen verwendet wird. [Panther 2003]
SQL-Server	Datenbankserver-Software, die auf der Abfragesprache SQL basiert. Wenn von SQL-Servern die Rede ist, ist damit meist der SQL-Server aus dem Hause Microsoft gemeint, obwohl es sich bei den entsprechenden Produkten von Oracle, Informix, Sybase etc. ebenfalls um SQL-Server handelt. [Panther 2003]
Symbian OS	Ist ein Betriebssystem für Smartphones und PDAs, das von der

	Firma Symbian angeboten wird. Es ist ein Derivat der 32-Bit EPOC Plattform von Psion. Zu Beginn setzten von den großen Herstellern nur Nokia und Sony-Ericsson auf diese Plattform, mittlerweile sind es mehr. [Wikipedia (4) 2004]
Web Services	Weiterentwicklung des DCOM-Ansatzes. Beruht auf Komponenten, die über das Internet zur Verfügung gestellt werden. [Panther 2003]
Windows CE	Betriebssystem, auf dem Pocket PCs, Palm-size PCs und Handheld PCs aufbauen. [Panther 2003]
XML	Abkürzung für Extensible Markup Language.. XML ist ein Standard zur Definition von Formaten für den Datenaustausch. [Computerlexikon 2004]

Tabelle 4: Abkürzungen

8 Literaturverzeichnis

- [Bartelme 2000] N.Bartelme: Geoinformatik, Modelle, Strukturen, Funktionen; Springer Verlag, März 2000
- [Computerbase (1) 2004] Computerbase: Personal Digital Assistant;
http://www.computerbase.de/lexikon/Personal_Digital_Assistant;
Abruf am 13.08.2004
- [Computerbase (2) 2004] Computerbase: Personal Digital Assistant;
http://www.computerbase.de/lexikon/Pocket_PC;
Abruf am 13.08.2004
- [Computerlexikon 2004] computerlexikon.com - Fachbegriffe verständlich erklärt: XML;
<http://www.computerlexikon.com/begriff.php?id=695>;
Abruf am 13.08.2004
- [DB-Programmierung 2003] Walter Doberenz, Thomas Kowalski; Datenbank-Programmierung mit Visual Basic .NET; Microsoft Press, 2003
- [Egger et al, 2003] Gregory Egger, Karoline Angermann, Susanne Aigner, Karl Buchgraber; GIS-gestütztes Almbewertungsmodell; Forschungsprojekt Nr. 1241, beauftragt vom Lebensministerium Wien, 2003;
<http://dafne.twoday.net/stories/155341/>;
Abruf am 13.08.2004
- [Europäisches Verbraucherzentrum 1999] Europäisches Verbraucherzentrum: Sicher im Internet, ActiveX und wie man es los wird;
<http://www.datenschutzzentrum.de/selbstschutz/internet/absichern/browser/actcntnt/activex.htm>;
Abruf im Juni 2004
- [Federspiel 2004] Dr. Martin Federspiel Wo bin ich?;
http://www.iota-es.de/federspiel/gps_artikel.html;
Abruf am 01.09.2004
- [FH-HTWCUR 2004] Hochschule für Technik und Wirtschaft; Chur / Schweiz: Aufbau des NMEA-Protokolls;
http://www.telecom.fh-htwchur.ch/~zogg/Dateien/aufbau_des_nmea.pdf;
Abruf am 07.08.2004
- [Franson 2004] Franson: SerialTools.NET;
<http://www.franson.biz/serialtools/>;
Abruf am 10.08.2004
- [Geo-Sbg 2004] Universität Salzburg; Fachbereich Geographie, Geologie und Mineralogie: Entwicklung der Almwirtschaft
http://www.geo.sbg.ac.at/Staff/weingartner/Pro_Tourismus/almwirtschaft.htm#Almen;
Abruf am 17.08.2004
- [Gesäuse(1) 2004] Nationalpark Gesäuse: Über uns;
<http://www.nationalpark.co.at/nationalpark/de/ueber-uns.php?navid=2>;
Abruf am 23.05.2004
- [Gesäuse(2) 2004] Nationalpark Gesäuse: Naturraum;
<http://www.nationalpark.co.at/nationalpark/de/naturraum-management-alm.php?navid=35>; Abruf am 23.05.2004
- [Heinrich 2004] Wirtschaftsinformatik-Lexikon; 7.Auflage, 2004
- [InTheHand 2004] InTheHand: ADOCE InTheHand;
<http://www.inthehand.com/index.php?page=5&show=1.2>;
Abruf am 14.08.2004

- [Kowoma 2004] Kowoma: GPS-Infos;
<http://www.kowoma.de/gps/zusatzerklaerungen/NMEA.htm>;
Abruf am 12.08.2004
- [Microsoft_Glossar 2004] Microsoft: Glossar zu Microsoft .NET;
<http://www.microsoft.com/germany/themen/net/glossar.mspix>;
Abruf am 28.07.2004
- [Microsoft (1) 2004] Microsoft Deutschland: Microsoft .NET Basics;
<http://www.microsoft.com/germany/themen/net/wasistdotnet.mspix>;
Abruf am 28.07.2004
- [Microsoft (2) 2004] http://www.microsoft.com/germany/ms/msdnbiblio/show_all.asp?siteid=600;
Abruf am 12.06.2004
- [MS-VB.NET, 2003] Microsoft Corporation: Visual Basic .NET – Das Referenzhandbuch;
Microsoft Press, 2003
- [netlexikon 2004] netlexikon: Differential GPS;
<http://www.lexikon-definition.de/DGPS.html>;
Abruf am 01.09.2004
- [Panther 2003] Robert Panther: Pocket PC Programmierung mit eMbedded Visual Basic;
Franzi's Verlag, 2003
- [Panther 2004] Robert Panther: dot .net Magazin; Entwicklungsumgebungen für Pocket
PCs und Smartphones; Ausgabe 06. 2004
- [Umweltdatenbank 2004] Umweltdatenbank: Lexikon;
<http://www.umweltdatenbank.de/lexikon/iucn.htm>;
Abruf am 24.08.2004
- [Wikipedia (1) 2004] Wikipedia -Die freie Enzyklopädie: EPOC;
<http://de.wikipedia.org/wiki/EPOC>;
Abruf am 12.06.2004
- [Wikipedia (2) 2004] Wikipedia -Die freie Enzyklopädie: HotSync;
<http://de.wikipedia.org/wiki/HotSync>;
Abruf am 12.06.2004
- [Wikipedia (3) 2004] Wikipedia -Die freie Enzyklopädie: SmartPhone;
<http://de.wikipedia.org/wiki/SmartPhone>;
Abruf am 12.06.2004
- [Wikipedia (4) 2004] Wikipedia -Die freie Enzyklopädie: Symbian_OS;
http://de.wikipedia.org/wiki/Symbian_OS;
Abruf am 12.06.2004
- [Wikipedia (5) 2004] Wikipedia -Die freie Enzyklopädie: OPIE;
<http://de.wikipedia.org/wiki/OPIE>;
Abruf am 12.06.2004