

GeoLine / ArcGPS - „GPS for Everyone“

Werner OBEREGGER

(Ing. Werner OBEREGGER, COMMUNICATION & NAVIGATION - C&N GIS/GPS Technology, Durisolstrasse 7 • A-4600 Wels;
POS: N48°09'02" E014°00'24", HGT: 366m MSL; email: gps@c-n.at)

ABSTRACT

ArcGPS ist ein optimal auf GIS-Anwender abgestimmtes Werkzeug zur Datenerfassung mittels GPS. Zusammen mit den Empfängern der GeoLine GPS Serie ist eine klar strukturierte Handhabung von Features, Attributen und Werten sowie ein homogener Datenfluß von der Vorbereitung über die Erfassung bis zur Auswertung gegeben.

1 ALLGEMEINES

GPS ermöglicht heute in vielen Anwendungsbereichen eine wesentlich effizientere und kostengünstigere Datenerfassung, als dies mit herkömmlichen Meßmethoden der Fall war oder ist. Ganz allgemein dann, wenn Meßwerte der Zuordnung zu einer geographischen Position bedürfen, stellt GPS eine wirtschaftliche Alternative dar.

Einfach handzuhabende GPS-Empfänger ermöglichen die Eingabe von Attributen zur Kennzeichnung der gemessenen Punkte und geeignete Software die Auswertung der Daten und Weiterverarbeitung in Geographischen Informationssystemen.

1.1 „Traditionelle“ und neue Anwendungsbereiche von GPS

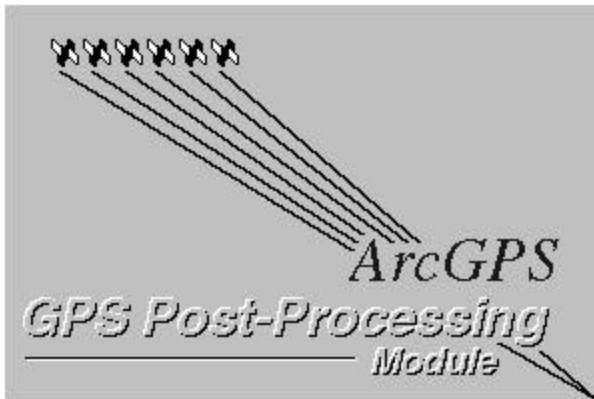
| | |
|-----------------------|--|
| ?? Bauwesen | ?? technische Geologie |
| ?? Bergwesen | ?? Umweltdatenerfassung |
| ?? Archäologie | ?? Forst- u. Holzwirtschaft |
| ?? Topographie | ?? Trassierung von Pipelines |
| ?? Erkundungen | ?? Kulturtechnik und Wasserwirtschaft |
| ?? Hydrographie | ?? Planung von Versorgungsleitungen |
| ?? Umwelttechnik | ?? Landwirtschaftliche Flächenbestimmung |
| ?? GIS-Datenerfassung | ?? Zuordnung physikalischer Meßgrößen |
| ?? Bestandsaufnahmen | |

Durch die Möglichkeit, grundsätzlich jede Art von physikalischem Meßwert einer geographischen Position zuordnen zu können, beschränken sich die Möglichkeiten der Integration von Informationen in ein GIS nicht nur auf bislang herkömmliche und typische Erfassungsaufgaben, wie etwa Naturbestandsaufnahmen. Durch die automatisierte Registrierung externer Meßwerte beliebiger Anwendungen lassen sich sogar neue Anwendungen für ein GIS „erfinden“, da es naheliegend erscheint, etwa Luft-, Lärm-, Druck-, Feuchtigkeits- oder ähnliche Meßgrößen in einem GIS darzustellen und entsprechende Auswertungen zu tätigen, um neue Beziehungen herstellen zu können.

1.2 Hintergrundinformation - „Historisches“

Vor etwa drei Jahren entstand die Idee zu „ArcGPS“: Zu diesem Zeitpunkt gab es bereits von verschiedensten GPS-Firmen - meist amerikanischen Ursprungs - diverse GPS-Empfänger samt zugehöriger Auswertesoftware mit Exportmöglichkeiten in ArcView, ArcInfo und allen anderen gängigen Formaten. Einziger Pferdefuß: Der GIS-Anwender mußte entweder ein EDV-Freak sein oder permanent mit der Ausrüstung arbeiten, um nicht „aus der Übung“ zu kommen. Die Bedieneroberfläche wurde oft sogar von namhaften Herstellern unter vielgeliebtem DOS angeboten, verbunden mit allen bekannten (und unbekanntem!) Speicherproblemen. Manchmal handelte es sich bei den Paketen um Komponenten

unterschiedlicher Partner, d.h. Hardware kam von einer Firma, die graphische Software von einer anderen, die GPS-Auswertesoftware ggf. von einer dritten. Das Zusammenspiel dieser Komponenten machte nicht nur dem ungeübten Anwender Kopfzerbrechen, die unterschiedlichen Komponenten samt deren kompromißloser Bedienung im Überblick zu behalten.



Im Rahmen der alljährlich stattfindenden AGIT (Symposium für Angewandte Geographische Informationstechnologie, Salzburg) entstand aus dem Wunsch zweier Arc-Partner in Österreich, eine einheitliche und für den typischen GIS-Anwender klar strukturierte Bedienung mit einfachster Exportmöglichkeit in ArcView zu schaffen, der Vorschlag zu „ArcGPS“. Da weiters die direkte Kommunikation mit den GPS-Empfängern sowie die Möglichkeit der Definition von Features, Attributen und Werten ein gleichbedeutend wichtiger Faktor für den

überschaubaren Datenfluß war, wurden parallel dazu die Geräte der heutigen **GeoLine**-Serie entwickelt: GeoTracker & GeoBase sind menügesteuerte, akkubetriebene 8-Kanal GPS-Empfänger mit kleinsten physischen Abmessungen und optimal auf ArcGPS abgestimmt. Weitere Gründe für eine eigene Entwicklung waren die Notwendigkeit, für nicht technisch orientierte Anwender die Einstellungen am Gerät selbst auf ein sinnvolles Maß zu reduzieren und die Unzulänglichkeiten existierender, starrer Systeme zu umgehen.

2 DER DATENFLUSS IM RAHMEN EINFACHER GIS/GPS-PROJEKTE

Trotz der vielfältigen Möglichkeiten heute verfügbarer Pen-basierender Systeme kann festgestellt werden, daß ein Großteil der Anwender meist nur einen Bruchteil der theoretisch verfügbaren Möglichkeiten nutzt. Nicht immer stehen die zahlreich vorhandenen softwaretechnischen Möglichkeiten im Vordergrund, oft ist es schlicht die Einfachheit der Anwendung, die eine schnelle Einarbeitung in ein neues System erfordert, ohne zuvor technische Raffinessen ausloten zu müssen (schließlich muß man nicht immer mit Kanonen auf Spatzen schießen...). Der grundlegende Ablauf gestaltet sich dabei wie folgt:

- ?? Erstellung eines neuen Projekts in ArcGPS
- ?? Definition der Features, Attribute & Werte, ggf. Erstellung mehrerer Feature-Directories
- ?? „Upload“ einer oder mehrerer Feature-Directories in den GPS-Empfänger
- ?? Auswahl eines Feature-Directories für den aktuellen „Job“
- ?? Start der GPS-Messung
- ?? Abruf *eines* bestimmten vordefinierten Features zur Kennzeichnung des Objekts
- ?? Auswahl/Eingabe der WERTE für jedes ATTRIBUT des aktuellen FEATURES
- ?? „Download“ der GPS-Rohdaten samt enthaltener Featureinformation
- ?? Differentielle Korrektur der Daten
- ?? Auswahl des Koordinatensystems
- ?? Graphische Darstellung und Analyse
- ?? Export z.B. in ArcView

2.1 Erstellung eines neuen Projekts in ArcGPS

ArcGPS verfügt über ein einfaches Projektmanagement, das im wesentlichen folgende Aufgaben umfaßt, die für ein bestimmtes Projekt von Bedeutung sind: Definition von „Jobs“ für ähnlich geartete Aufgaben innerhalb eines Projekts; Zuordnung von GPS-Basisstationsdaten (Masterfiles) zu mobilen GPS-Daten (Roverfiles); Festlegung bestimmter Default Post-Processing Parameter und Definition von Feature-

Definition-Files (.FDF). Da wir uns noch in der Vorbereitungsphase befinden und keine aktuellen Daten vorliegen, widmen wir uns den job- und projektspezifischen Eigenschaften zu einem späteren Zeitpunkt.

Es wird bei allen folgenden Beispielen davon ausgegangen, daß man im Rahmen des erforderlichen Differential GPS-Systems als Basisstation eine lokal verfügbare **GeoBase** oder andere Basisstation verwendet. Alternativ gibt es natürlich die Möglichkeit zum Download von **RINEX**-Daten (Receiver Independent Exchangable Data Format) über entsprechende Quellen. Eine zusätzlich Diskussion von Real-Time Applikationen würde den hier zu behandelnden Inhalt überschreiten (siehe **Post-Processing vs. Real-Time bei GIS-Datenerfassung**).

2.2 Definition der Features, Attribute & Werte - „Feature-Definition-Files“

Bereits im Büro werden alle projekt- oder jobrelevanten POINT-, LINE- und AREA-Features sowie deren Attribute und Werte vorbereitet. Jedes Feature kann dabei ein oder mehrere Attribute (Eigenschaften) erhalten, jedes Attribut wiederum einen oder mehrere Werte umfassen. Im allgemeinen reicht ein .FDF-File



aus, um einen typischen Job abzuwickeln, wobei durchaus auch 10 verschiedene Features in einem FDF-File enthalten sein könnten. Im unserem Beispiel handelt es sich um die Erfassung von Weinsorten, wobei etwa das POINT-Feature „Rebe“ aus 3 Attributen (Sorte, Zuckergehalt, Boden) besteht. Das Attribut „Sorte“ kann dabei die in der rechten Spalte vordefinierten Werte annehmen. Steht ein möglicher Wert noch nicht fest, bzw. möchte man sich die freie Definition eines Wertes offenlassen, setzt man als Wert vorläufig einfach ein „?“ ein und wird bei entsprechender Auswahl zur Eingabe des Werts

aufgefordert. Auf eine Besonderheit von POINT-Features sollte speziell hingewiesen werden: Ein AVERAGE-Feature ist eine Sonderform eines POINT-Feature und ermöglicht dem Anwender eine Durchschnittswertbildung aller Meßwerte über die Verweildauer an diesem Punkt. Dadurch kann bei reinen GPS Code-Messungen eine höhere Genauigkeit erwartet werden, als dies bei einer Punktbestimmung mit nur einem Meßwert der Fall ist.

2.3 „Upload“ einer oder mehrerer Feature-Directories in den GPS-Empfänger

Um während der Datenerfassung die soeben definierte Liste bzw. eine beliebige Anzahl Listen von Features abrufen zu können, wird/werden diese in den Empfänger geladen („Upload“). Im linken Teil des Fensters ist das Verzeichnis der Memory-Card ersichtlich, auf der rechten Seite das PC/Notebook-Directory.



2.4 Auswahl eines Feature-Directories für den aktuellen „Job“, Datenerfassung

Bei der Datenerfassung im Feld wählt man nun eines der definierten Feature-Directories für den aktuellen „Job“ aus (die Wiedergabe der tatsächlichen Menüoberfläche des **GeoTrackers** selbst kann hier nur ansatzweise graphisch dargestellt werden). Hat man ausreichend viele Satelliten in Sicht (mindestens 4, besser jedoch 5-8), startet man das „Recording“. Grundsätzlich werden die sog. „Rohdaten“ der Satelliten

aufgezeichnet, die für das anschließende Post-Processing zur Erhöhung der GPS-Genauigkeit erforderlich sind (siehe auch Post-Processing vs. Real-Time).

```
* LOAD FEATURE FILE
>WEIN1.FDF
WEIN2.FDF
  [PRE] [NXT] [OK]
```

```
* RECORD:[ NEW? ]
File: ROVER_01
Bytes free: 2088000
[UP] [DN] [>] [OK]
```

Läuft die aktuelle Aufzeichnung, kann nun bei Erreichen des zu erfassenden Objekts aus der Liste der Features ausgewählt werden:

```
* SELECT FEATURE
>Rebe
Weinkeller
Zufahrt
Anbaufläche
  [PRE] [NXT] [OK]
```

Wird in Anlehnung an o.a. Beispiel nun „Rebe“ als Feature ausgewählt, erscheint der Text des ersten Attributs:

```
Sorte > Weißburgunder
      Neuburger
      Riesling
      Chardonnay
      [PRE] [NXT] [OK]
```

Nach Auswahl der „Sorte“ erscheint das nächste Attribut:

```
Zuckergehalt > 10
              20
              ?
      [PRE] [NXT] [OK]
```

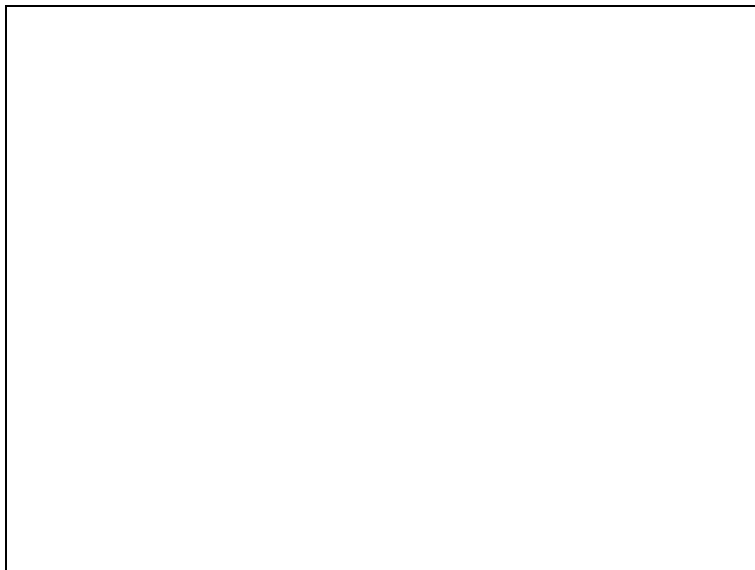
Sind alle Attribute eingegeben, ist das erste Feature definiert und wird mit einer Zeitmarke versehen, um bei der Auswertung zugeordnet werden zu können. Wesentlich im Zusammenhang mit der Eingabe der Attribute ist hier, zu erwähnen, daß der Anwender im Feld - der nicht immer mit jenem identisch sein muß, der die Attribute für eine Datenbank definiert(!) - *gezwungen* wird, tatsächlich für ALLE Attribute Werte zu vergeben. Nur dies stellt die spätere Integrität der Datenbank sicher und vermeidet leere „Spalten“. Im Rahmen der Benutzerführung im **GeoTracker** ist ein Feature nur dann eindeutig vergeben, wenn es vollständig abgeschlossen wurde. Weiters wurde absichtlich darauf verzichtet, dem Datenerfasser im Feld die Möglichkeit zum Editieren der Attributnamen während der Erfassung zu geben. Stellt man sich vor, daß eine Reihe gleichwertiger Aufgaben von mehreren Personen im Rahmen eines Projekts ausgeführt werden, so möchte der zentrale EDV-Beauftragte höchstwahrscheinlich Gewissheit haben, daß auch alle Datenfiles in die bestehende Struktur passen und Überraschungen inkompatibler Daten tunlichst vermeiden. Die vorherige Definition von *Attributnamen* sollte hierbei nicht mit der Möglichkeit verwechselt werden, trotzdem frei definierbare *Werte* für ein bestimmtes Attribut vergeben zu können!

2.5 „Download“ der GPS/Attributdaten GeoTracker->PC

Zurück im Büro, lädt man nach zuvor erwähnter Vorgangsweise beim „Upload“ nun umgekehrt die Datenbestände von der Memory-Card in den PC. Ist man längere Zeit im Feld unterwegs, weiß man die Verwendung der PCMCIA-komptiblen Memory-Cards zu schätzen, die eine praktisch unlimitierte Erfassungszeit gewährleisten, ohne zwischenzeitlich auf das Notebook zurückgreifen zu müssen. Fallen große Datenmengen an, empfiehlt sich ggf. auch der Einsatz eines Memory-Card Readers, der die mit dem Download über eine serielle Schnittstelle meist verbundene Zeitspanne um einen Faktor 10 oder mehr verkürzt.

2.6 Differentielle Korrektur der Daten

Nun kommen wir auf unser ArcGPS-Projekt zurück: Im Rahmen zu definierender „Jobs“ erfolgt eine Zuordnung von Master- und Roverfiles. Wurde das Projekt an einem Tag und von einer Person abgewickelt, kann man sich durchaus mit nur einem Job begnügen. Mehrere Jobs hingegen erlauben die flexiblere

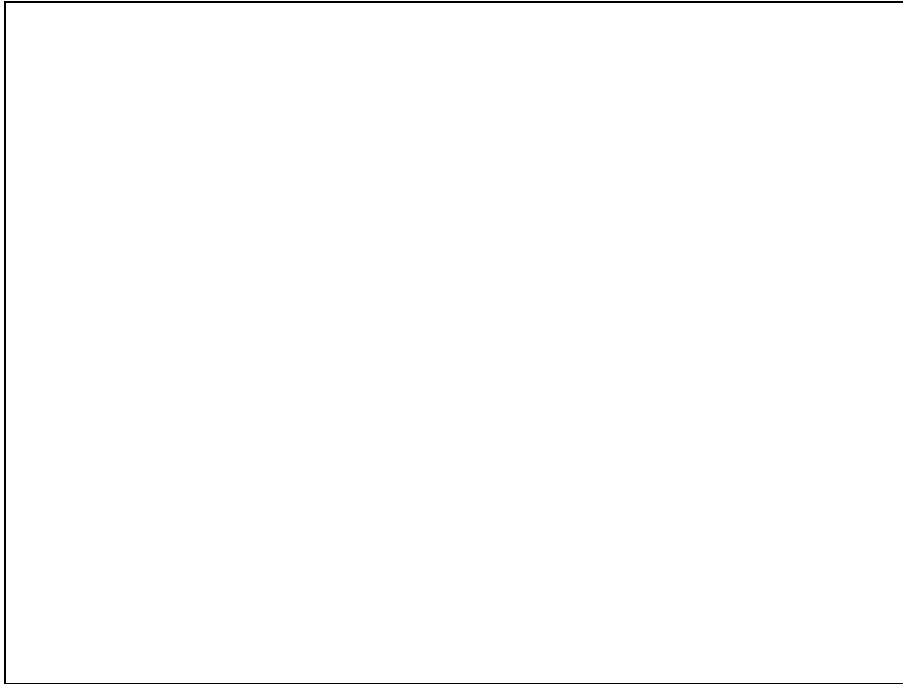


Zuordnung von Basisstationsdaten aus unterschiedlichen Quellen oder innerhalb verschiedener Zeitspannen, die Aufteilung der Arbeiten auf mehrere Personen usw. . Weiters werden hier generelle Post-Processing Parameter festgelegt, darunter die Koordinaten der Basisstation (falls zum Zeitpunkt der Erfassung bekannt), der Elevationswinkel, bis zu dem die Satellitensichtbarkeit berücksichtigt wird (Elevation-Mask, typ. 10-15°) und die Antennenhöhe der Roverstation, um die resultierenden Koordinaten nicht auf „Kopfhöhe“ sondern auf „Ground“ zu beziehen.

Die resultierenden, durch Post-Processing in ihrer Positionsgenauigkeit korrigierten Datenfiles, liegen nun in ASCII-Form vor. Spätestens jetzt ist der Zeitpunkt gekommen, sich über das verwendete Koordinatensystem erste Gedanken zu machen. ArcGPS ermöglicht nicht nur die Auswahl bekannter vordefinierter Koordinatensysteme, sondern auch die Kreation von eigenen Ellipsoiden, Datumsdefinitionen, Koordinatensystemen und Projektionen. Im allgemeinen möchte sich ein Anwender vermutlich darauf beschränken, in seinem lokal begrenzten Gebiet einmal eine Einstellung vorzunehmen, um sich nicht weiter damit zu belasten; allerdings sei darauf hingewiesen, daß die gewissenhafte Auswahl von Koordinatensystemen zusammen mit den verwendeten Transformationsparametern eines a) sehr begrenzten oder auch b) räumlich weitläufigen Gebietes unmittelbar mit der zu erwarteten Genauigkeit zusammenspielt. So hätte es etwa hätte keinen Sinn, über „Zentimeter“ zu diskutieren, wenn nur Transformationsparameter vorliegen, die einheitlich für ganz Österreich bestimmt wurden!

Einmal in ArcGPS für das jeweilige Projekt eingestellt, ist das Koordinatensystem nun für den folgenden „View“ als auch für den Datenexport von grundlegender Bedeutung.

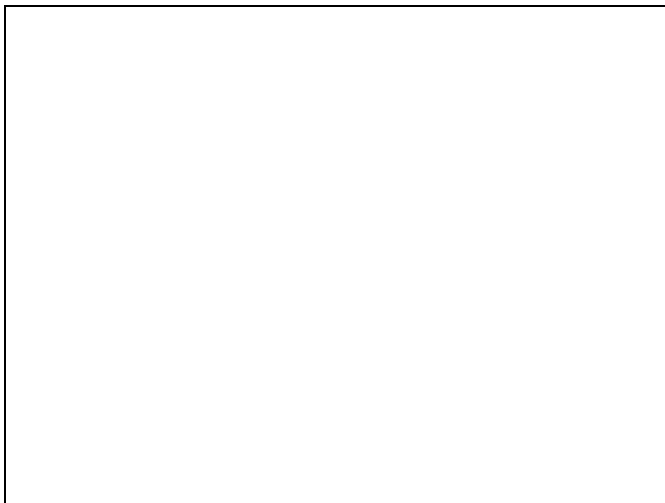
2.7 Graphische Darstellung der Ergebnisse - VIEW



Zur Darstellung wird - in Anlehnung an ArcView - ein neuer „View“ geöffnet und über „Thema hinzufügen“ oder „Feature-Thema hinzufügen“ ein File dargestellt, das entweder nur Features oder zusätzlich auch alle enthaltenen GPS-Punkte Epoche für Epoche enthält. Die Auswahl eines Features listet alle Attributfelder samt zugehöriger Werte, die Auswahl eines GPS-Punktes dagegen stellt

alle relevanten Parameter der Meßbedingungen, wie etwa Anzahl der verfügbaren Satelliten und PDOP, dar. Weiters werden die Koordinaten sowohl in WGS84 als auch in dem zuvor ausgewählten Koordinatensystem dargestellt. Dieser „View“ dient im wesentlichen zur Darstellung der Meßergebnisse und zur Plausibilitätsprüfung vor einem Datenexport.

2.8 Datenexport



Im folgenden werden die Daten entweder im WGS84 oder dem landeseigenen Format exportiert. Die gleichzeitige Auswahl von mehreren Files ermöglicht die automatische Extrahierung und Aneinanderreihung von gleichen Features sowie Aufspaltung in direkt in ArcView verwendbare Shape-Files. Dies mag dem unbelasteten Leser als selbstverständlich und dem vorbelasteten Leser als verwirrend erscheinen (oder umgekehrt?), ist aber von wesentlicher Bedeutung, wenn man sich folgende Betrachtung vor Augen führt und einem *Filenamenskonflikt* dauerhaft ausweichen möchte:

a) Annahme: Ein einziges File, das mehrere Features enthält - soweit so gut. In ArcView wünscht man sich also ein Shape-File Triple, das für jede Gruppe enthaltener Features (Rebe, Weinkeller, Besitzer) genau ein Shape-File samt zugehörigem Table erzeugt. Nur ein Shape-File zu erzeugen, wäre sicherlich der falsche Weg, da man ja nicht die Eigenschaften ALLER Objekte in einem „Monster“-Table vereint haben möchte. Das bedeutet also, wir gehen vom ursprünglichen Filenamem (ROVER01) über auf REBE.SHP, BESITZER.SHP usw.

Bei GeoTracker handelt es sich um einen mobilen 8-Kanal GIS/GPS-Empfänger. Während der Erfassungstätigkeit wird nun bei Abruf eines Features konsequent nach allen Attributen abgefragt. Dies stellt die spätere Integrität der Datenbank sicher.

Als Speichermedium kommen austauschbare PCMCIA-kompatible Memory-Cards zum Einsatz. Die Speicherkarten sind standardmäßig am Markt erhältlich, wobei gängige Größen von 256k bis zu 4MB erhältlich sind. *Durch dieses Datenspeicherkonzept ist die Anzahl der zu erfassenden Punkte praktisch unlimitiert.*

Das Gerät verfügt weiters über ein 4x20 stelliges, hintergrundbeleuchtetes LCD-Display. Die letzte Anzeige des Displays beschriftet in variabler Form die 4 darunter angeordneten Smart-Keys, um die jeweiligen Optionen darzustellen. Ein RS232-Schnittstelle kann Korrekturdaten im RTCM-Format aufnehmen oder Meßgrößen externer Komponenten, die als Attributdaten weiterverarbeitet werden (siehe „Allgemeines“).

4 ZUSAMMENFASSUNG DER ARCGPS & GEOTRACKER-FEATURES:

ArcGPS

- ?? Einfaches Projektmanagement
- ?? Definition von "Jobs" innerhalb eines Projekts für ähnlich geartete Aufgaben
- ?? direktes Downloading der GPS-Rohdaten und Attributinformation von der Memory-Card in PC oder Notebook
- ?? GPS Post-Processing
- ?? Code-only für 1-10m Genauigkeit
- ?? Code- & Carrierphase für Sub-Meter bis dm
- ?? Statik/Kinematik Auswertungen
- ?? Editieren von Features & Attributen, direktes Uploading von beliebig vielen Featureverzeichnissen in GeoTracker
- ?? Grafische Darstellung der Ergebnisse
- ?? Anzeige mehrfacher "Themen" (Layer) ähnlich ArcView
- ?? Analyse der GPS-Daten & -parameter
- ?? Datumstransformation zur Umrechnung von WGS84-Koordinaten in lokale Systeme, viele gängige Systeme vordefiniert
- ?? Datenexport in bekannte GIS-Systeme • ArcView Shape-Files • ArcInfo • ASCII
- ?? Auswertung unkorrigierter GPS-Daten für Ausbildungszwecke (Vergleich autonomer und differentiell korrigierter Positionen)
- ?? gesamter Datenfluß in vertrauter Windows-Benutzeroberfläche
- ?? optional RINEX-Import, d.h. Verwendung von Basisstationsdaten anderer Hersteller

GeoTracker & GeoBase

- ?? menügesteuerte Benutzerführung
- ?? 4x20 stelliges, hintergrundbeleuchtetes LCD-display
- ?? Auswahl von Features- & Attributen
- ?? Speicherung der GPS-Rohdaten auf PCMCIA-kompatiblen, austauschbaren Memory-Cards, 256kB-4MB
- ?? interne oder externe Stromversorgung

- ?? bei Neuerungen oder Upgrades Firmware-Update via RS232-port !
- ?? Direkte Schnittstelle zu ArcGPS Software für Post-Processing Anwendungen
- ?? Kompatibel zu 'GeoBase' Windows-Software
- ?? Verwendung von Standardsteckern und -kabeln
- ?? Schnellladung bei Verwendung der internen Akkus
- ?? 8-Kanal GPS-Empfänger (parallel)
- ?? Code- & Carrierphase Standard (!)
- ?? geringe Abmessungen: 110mm x 44mm x 175mm (WxHxD)
- ?? geringes Gewicht: 700g, stabiles Aluminiumgehäuse
- ?? Leistungsaufnahme Gesamtgerät: < 1.5W @5V

Post-Processing vs. Real-Time bei GIS-Datenerfassung

Im allgemeinen werden die sog. „Rohdaten“ der Satelliten aufgezeichnet, die für das anschließende Post-Processing zur Erhöhung der GPS-Genauigkeit erforderlich sind. Zwar kann man bei Verfügbarkeit von Echtzeitkorrekturen, die z.T. bereits verfügbar sind, auf ein kürzeres binäres oder einfacher lesbares ASCII-Format als Speicherformat ausweichen, doch haben diese „fertigen“ Koordinaten den Nachteil, daß sie in keinem Fall nachträglich korrigierbar sind. Falls man nun während der Erfassung unerwartet schlechte Empfangsbedingungen des Korrektursignals vorfindet oder diese Tatsache unglücklicherweise erst zurück im Büro feststellt, wären alle Messungen umsonst gewesen. Somit behält man sich durch die Verwendung des aufwendigeren binären Datenformats der Rohdaten in jedem Fall die Auswertemethode offen. Ein Post-Processing ist immer die sicherste Methode und sollte immer dann verwendet werden, wenn man nicht in Echtzeit bestimmte Punkte wiederfinden möchte. Real-Time GPS erscheint auch oft nur eine „Modeerscheinung“ zu sein. Sie scheint nur bei erster Betrachtung durch das wegfallende Post-Processing bei der Auswertung einfacher zu sein, benötigt allerdings einen wesentlich höheren Hardwareaufwand vor Ort, um diese Korrekturdaten empfangen zu können. Natürlich arbeitet man daran, daß diese zusätzliche Hardware zukünftig optimalerweise direkt im GPS-Empfänger integriert ist. Damit verbundene Probleme sind daher derzeit oft das Gewicht der Ausrüstung und die zusätzliche Stromversorgung dieser Datenempfänger über Akkus. Fairerweise muß man dem allerdings entgegenhalten, daß - abhängig vom GPS-Empfänger und der Firmware der Empfang der Real-Time Korrekturen eine Verifizierung der Meßdaten bereits vor Ort ermöglicht und ungünstige Bedingungen dementsprechend sofort bei der Messung zur Kenntnis genommen werden können.

