



## Entwicklung eines ROAD-EVALUATION-Systems in Verbindung mit GPS-Positionierungen

Ulrich Santa <sup>1</sup>, Johannes Vergeiner <sup>2</sup>

<sup>1</sup> *Institut für konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur, A-1190 Wien, Österreich*

<sup>2</sup> *Vermessungskanzlei Dr. Döllner, A-3830 Waidhofen an der Thaya, Österreich*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **87** (2–3), S. 143–149

1999

BibT<sub>E</sub>X:

```
@ARTICLE{Santa_VGI_199919,  
  Title = {Entwicklung eines ROAD-EVALUATION-Systems in Verbindung mit GPS-  
    Positionierungen},  
  Author = {Santa, Ulrich and Vergeiner, Johannes},  
  Journal = {VGI -- {"Ö"}sterreichische Zeitschrift f{"u"}r Vermessung und  
    Geoinformation},  
  Pages = {143--149},  
  Number = {2--3},  
  Year = {1999},  
  Volume = {87}  
}
```



empfangen und verarbeiten können. Die Anzahl der Satelliten wird somit verdoppelt, Probleme selbst in ungünstigsten Bereichen (dicht verbautes Stadtgebiet usw.) sind somit nahezu ausgeschlossen.

### Erreichbare Genauigkeit bei dGPS-Messungen [3]

Im XX. Bezirk in Wien wurden ausgewählte Unfallstellen sowie 10 koordinativ bekannte Festpunkte aufgesucht und mit dGPS vermessen. Durch einen Vergleich der Ist- mit den Sollkoordinaten konnte auf die Genauigkeit der Messung mit dem Korrekturdatenverfahren DARC/Mercator geschlossen werden. Die differentielle Lösung mit dem Korrekturdatenverfahren DARC/Mercator lag im Genauigkeitsbereich von etwa 5m.



## Entwicklung eines ROAD-EVALUATION-Systems in Verbindung mit GPS-Positionierungen

*Ulrich Santa, Wien und Johannes Vergeiner, Waidhofen/Thaya*

### Zusammenfassung

Die neuen und mittlerweile auch preiswerten Technologien zur schnellen sowie auch genauen Positionierung eröffnen eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten von GPS. Dennoch stellt der Wunsch nach einer höchstmöglichen Automation von Arbeitsabläufen häufig ein noch zu lösendes Problem dar. Für viele Anwendungsgebiete bedarf es deshalb der Entwicklung von speziell auf die Anforderungen abgestimmter Softwarepakete, um die Einsatzmöglichkeiten von GPS effektiv nutzen zu können. Im Rahmen eines Projektes zur Zustandserfassung und -bewertung von Fahrbahnen wurde ein GPS-basiertes Road-Evaluation-System implementiert, welches die Autoren im folgenden kurz vorstellen wollen.

### Abstract

The high accuracy and good price/performance ratio of today's GPS-technologies leads to a series of new areas of applications. However, most operations require an almost complex and work intensive processing. The absence of an adapted general purpose tool to process the application data leads to a reinforced demand for a highly automated application support by software packages that cover the requirements of the single procedures. In the present paper the authors will present a GPS-based Road-Evaluation-System that was implemented within the scope of a condition assessment of road networks.

### 1. Einleitung

Die Einsatzmöglichkeiten des GPS haben sich durch die Weiterentwicklung der Sensortechnik, den Vollausbau des Raumsegmentes und nicht zuletzt durch die mittlerweile schon stark gesunkenen Kosten in allen Genauigkeitsbereichen stark ausgeweitet. Mit hochpräzisem differentiellem dGPS können die ungenauen Positionsdaten mit Hilfe erdgebundener Basisstationen bis in den Zentimeterbereich verbessert werden.

Die Anwendungsbereiche für diese neue Technologie beschränken sich nicht nur auf Vermes-

### Literatur

- [1] Erlaß Straßenverkehrsunfallstatistik (1991): Zusammenfassung der Erlasse, Einführung in ein neues Zählblatt, Bundesministerium für Inneres, Zl. 53.640/21-IV/19/91, Wien.
- [2] Änderung der Erläuterungen und Definitionen zum Zählblatt über einen Straßenverkehrsunfall, Bundesministerium für Inneres, Wien 1997
- [3] Maurer P. (1999): Anwendung der Satellitennavigation (GPS) bei der Erfassung von Verkehrsunfällen und Trassierungsparametern, Bundesministerium für Wissenschaft und Verkehr, Forschungsarbeiten aus dem Verkehrswesen, Band 80, Wien.
- [4] Kirchknopf H. (1998): Straßenbetrieb. Vorlesungsunterlagen zur gleichnamigen Vorlesung. Universität für Bodenkultur, Wien.

### Anschrift des Autors:

Ing. Dipl.-Ing. Dr.nat.techn. Peter Maurer, Institut für Verkehrswesen, Universität für Bodenkultur, Peter Jordan-Straße 82, A - 1190 Wien

sungsarbeiten, sondern reichen von geographischen Informationssystemanwendungen über Autonavigation bis hin zur Steuerung landwirtschaftlicher Maschinen oder Nutzungsartenauscheidung bzw. der koordinativen Erfassung von permanenten Stichproben in der Forstwirtschaft.

### 2. Allgemeine Funktionsweise

Für differentielle Messungen werden zwei GPS Empfänger benötigt, wovon einer (Referenzstation) stationär auf einem koordinativ bekannten

Punkt die bis zu  $\pm 100$  m genauen Positionsdaten der Satelliten mit den tatsächlichen Koordinaten vergleicht und die Differenz (Differential Corrections) berechnet. Die Korrekturdaten werden mittels Telemetrie zum zweiten Empfänger (Rover) übertragen. Dieser ist mit Hilfe der Korrekturen in der Lage, die Meßgenauigkeit bis in den Zentimeterbereich zu verbessern.

Um österreichweit die Versorgung mit Korrekturdaten zu sichern, wurden von der dGPS Datenverbreitungsgesellschaft mehrere Permanentstationen errichtet, die RTCM (Radio Technical Commission for Maritime Services) Korrekturen über das Datenübertragungssystem DARC (Data Radio Channel) über die Ö1 Senderkette ausstrahlen. Im Nahbereich der Referenzstationen können somit mit einem DARC-Empfänger und einem dGPS-fähigem GPS-Zweifrequenzempfänger (Trägerphase L1/L2) nach Lösung der Ambiguitäten Genauigkeiten im Zentimeterbereich erzielt werden. Für geglättete Codempfänger haben Meßserien, je nach Geräteklasse, eine Exaktheit bis kleiner 50 cm ergeben.

Mit den Möglichkeiten dieser einfachen sowie auch genauen Positionierung einerseits und der Softwareentwicklung für spezielle Nutzergruppen andererseits können unzählige, heute noch sehr aufwendige Arbeitsabläufe, automatisiert werden. Als Beispiel wird in Folge ein Software-

paket zur Zustandserfassung und Bewertung des untergeordneten Straßennetzes beschrieben.

### 3. Automatisierung der Zustandserfassung und -bewertung

In Zusammenarbeit mit dem Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, Abteilung Güterwege, und dem Ziviltechnikerbüro Dr. Döller, Ingenieurkonsulent für Vermessungswesen, wurde am Institut für Konstruktiven Ingenieurbau ein erster Prototyp zur Vermessung und Attribution von Güterwegen entwickelt, dessen Praxistauglichkeit sich bei ersten Feldversuchen als sehr vielversprechend erwiesen hat. Im folgenden sollen Architektur und Funktionalität dieses Programmpaketes eingehender vorgestellt werden. Dazu sei nun kurz das Anforderungsprofil umrissen.

#### 3.1. Anforderungsprofil

Im Rahmen der laufenden Zustandserfassungen und -bewertungen von Güterwegen soll deren Dokumentation einem höchstmöglichen Grad an Automation genügen. Die Stammdaten eines Güterweges werden in Form einer Kostenstellenverwaltung in einer dBASE-Datenbank

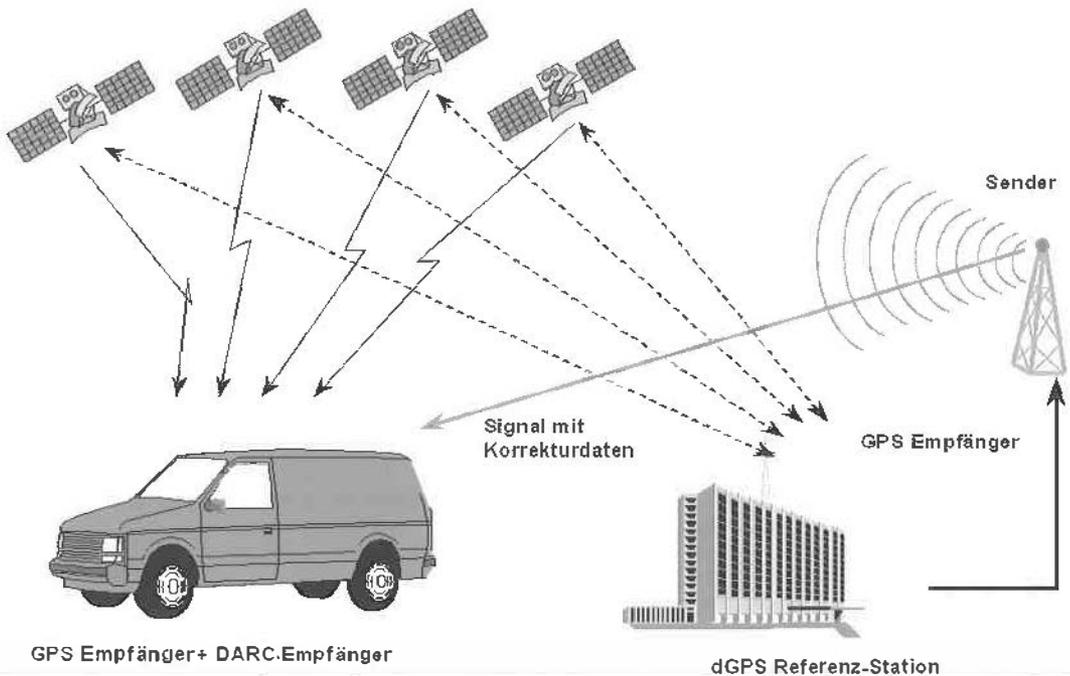


Abb. 1: GPS Meßprinzip via Korrekturdaten über die bestehende ORF Infrastruktur [A]

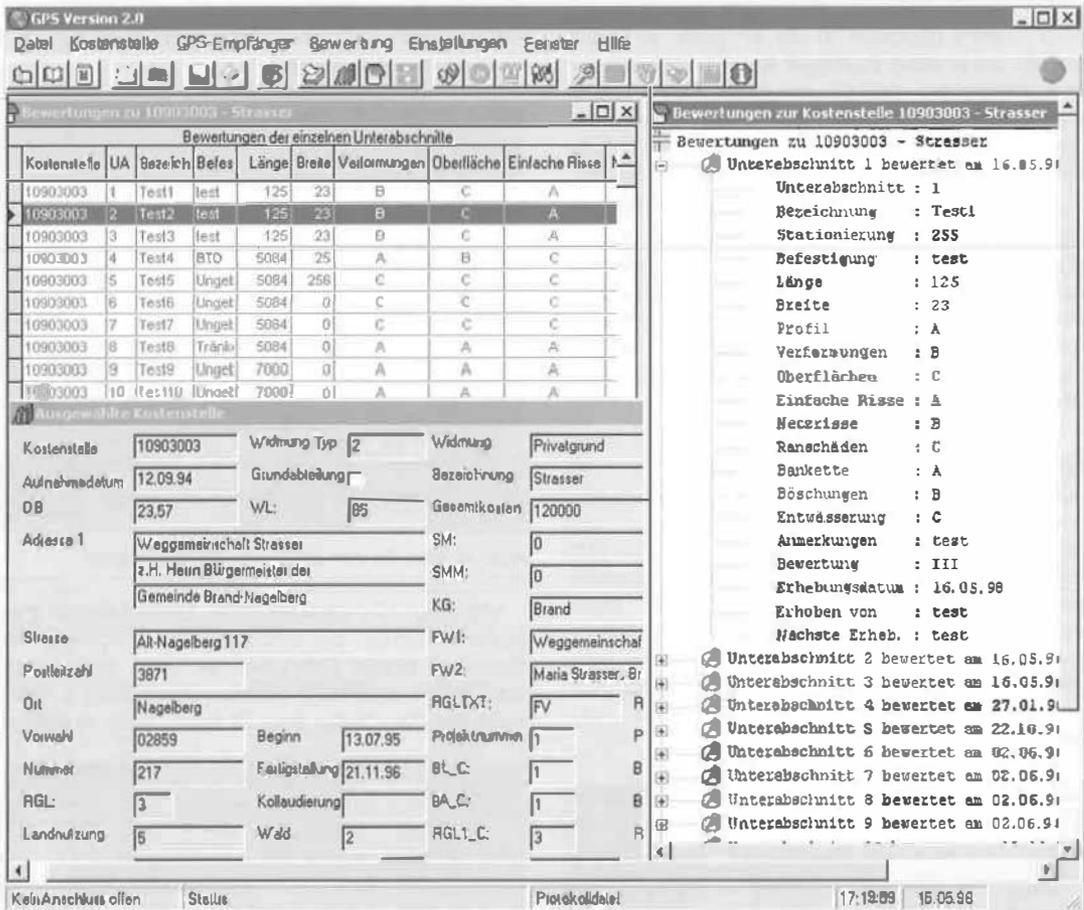


Abb. 2: Stammdaten und Einzelbewertungen zu einer Kostenstelle

verwaltet, die vom Amt der Niederösterreichischen Landesregierung zur Verfügung gestellt wurde. Der Zugriff der Anwendung auf diese Datenbanken erfolgt über ODBC (Open Database Connectivity) bzw. DAO-Aufrufe.

Eine Kostenstelle kann sich in einen oder mehrere Unterabschnitte gliedern, welche getrennt erfaßt und bewertet werden können. Zu diesem Zweck können neben Bezugspunkt, Stationierung, einer erklärenden Bezeichnung und etwaigen Anmerkungen jedem Unterabschnitt qualitative Attribute  $\epsilon \{A,B,C\}$  für Fahrbahn und Nebenanlagen zugeordnet werden. Im Anschluß an die Vermessung und Bewertung eines Unterabschnittes erfolgt die Gesamtbewertung  $\epsilon \{I,II,III\}$ , an welcher sich eventuelle Detailuntersuchungen und Aussagen über die Erhaltungserfordernisse orientieren. Im Sinne einer historischen Reproduzierbarkeit jedes Objektes werden sämtliche Bewertungen zu einer Kostenstelle und deren Unterabschnitte in einer eigenen Datenbank

abgelegt. Die Stammdaten einer Kostenstelle beinhalten neben den generellen Attributen wie Bezeichnung, Erhalter, Widmung, Kosten, usw. eine Klassifikation für die Erhaltungserfordernisse. Abbildung zeigt eine Sicht auf die Stammdaten- und Bewertungsdatenbank zur Verwaltung einer Kostenstelle sowie zur Ablage der Einzelbewertungen von Kostenstellen und zugehörigen Unterabschnitten. Auf eine detailliertere Beschreibung derselben soll hier verzichtet werden,

### 3.2. Programmablauf und Funktionalität

Um eine Vermessung und Bewertung für eine Kostenstelle oder einen Unterabschnitt einer Kostenstelle durchzuführen, muß zu allererst die Datenbank zur Verwaltung der Stammdaten und jene zur Verwaltung der Bewertungen ausgewählt und geöffnet werden. Danach kann eine geeignete Kostenstelle selektiert oder eine neue Kostenstelle angelegt werden.



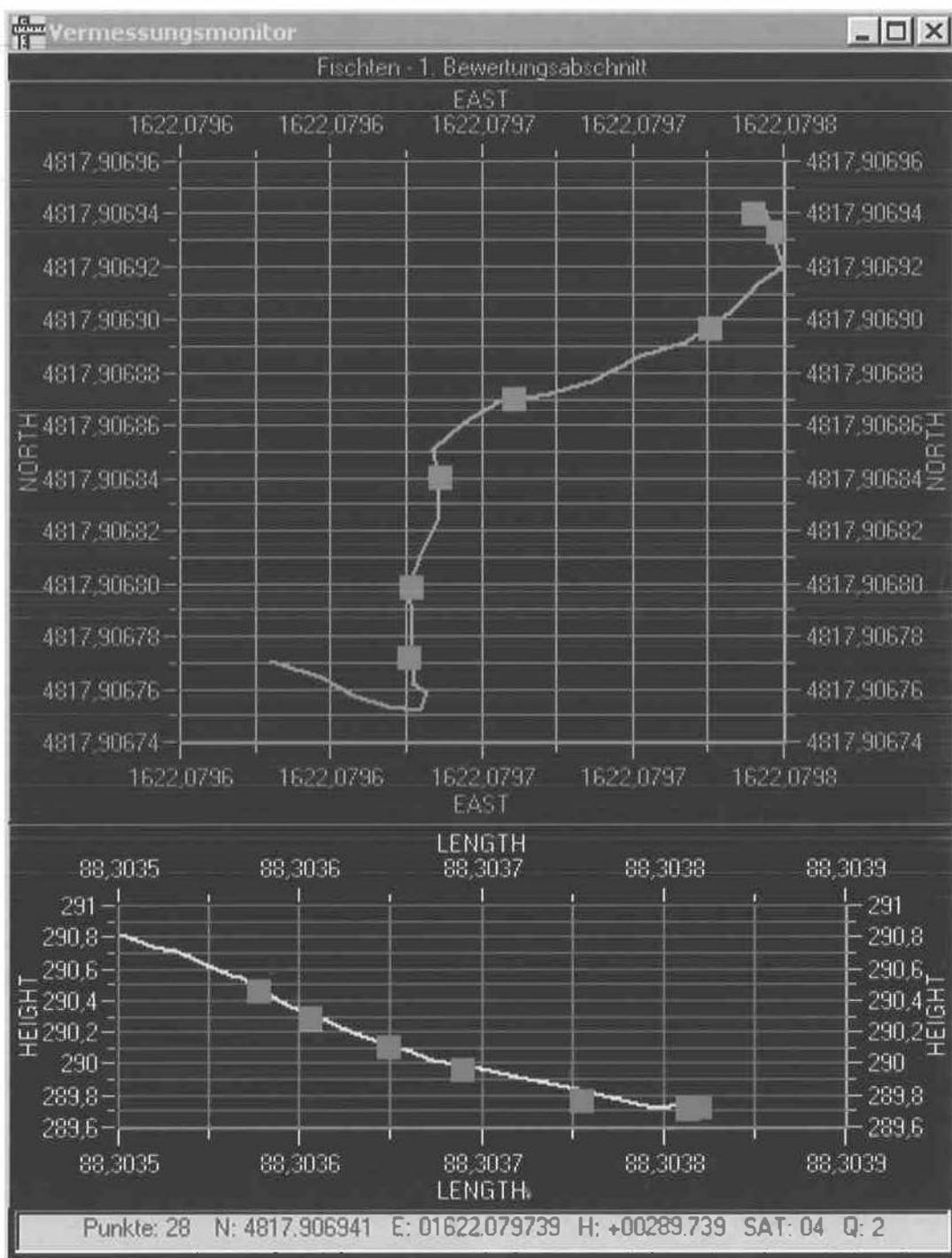


Abb. 7: Vermessungsmonitor

den Verlauf der Fahrt. In der aktuellen Version verfügt der Vermessungsmonitor über keine hinterlegten Layer mit zusätzlicher GIS-Information, eine Hinterlegung von MapInfo-Layers ist mithilfe der Active-X Technologie jedoch relativ unproblematisch und in Vorbereitung.

Ab diesem Zeitpunkt wird auch die Attributierung von Teilstrecken und einzelnen Vermessungspunkten von Bedeutung. Dies setzt allerdings die Auswahl oder das Anlegen einer neuen Kostenstelle voraus, für welche die Zustandserfassung und -bewertung durchgeführt werden soll. Über ein Dialogfeld kann der Operator nun die qualitativen Merkmale für die 8 Bewertungsklassen (Verformungen, Oberflächen, Einfache Risse, Netznisse, Randschäden, Bankette, Entwässerung, Böschungen) mit Fortlauf der Vermessung festlegen.

Außerdem besteht die Möglichkeit, einem Vermessungspunkt jederzeit ein digitales Foto zuzuordnen, das über die TWAIN-Schnittstelle direkt in den Laptop und die Bewertungsdatenbank übernommen werden kann. Auf diese Art und Weise können Bilddokumente exakt der entsprechenden Position zugeordnet werden. Die Anzahl der erfaßten Zustandwechsel (Teilstreckenbestimmung) wird laufend eingeblendet. Um bei einem etwaigen Anhalten des Vermessungsfahrzeuges nicht unnötige Punktwolken aufzuzeichnen, kann der Empfang von Daten jederzeit angehalten und anschließend wieder fortgesetzt werden.

In Abbildung sehen wir den Verlauf einer kurzen Probevermessung mit Platzhaltern für zugeordnete Bilddokumente. In zukünftigen Versionen sollen analog hierzu weitere Primitive wie Brücken, Kreuzungen, Bahnübergänge, u. ä. Marken zugeordnet werden können.

Nach Abschluß einer Vermessung und der zeitgleichen Zustandserfassung errechnet das Programm die Anteile der jeweiligen 3 Qualitätsmerkmale in den 8 Bewertungsklassen und schlägt dem Benutzer eine abschließende Einzelbewertung {A,B,C} für alle 8 Klassen vor, die sich aus dem Mittel der Einzelbewertungen ergibt (siehe Abbildung). Natürlich steht es dem Benutzer nachträglich frei, diesen Vorschlag abzüandern. Bei der Errechnung der streckenmäßigen Anteile von 'Qualitätsmerkmalen' werden wahlweise nur Lageparameter verwendet, die Höhe fließt dann nicht in die Betrachtung mit ein.

Um das Problem des Rauschens und der damit verbundenen „Streckenverlängerung“ zu lösen, soll in Zukunft ein laufendes Mittel, dessen Fenster sich an Bewegungs- und Aufzeich-

nungsgeschwindigkeit orientiert, Abhilfe schaffen. Dieses Problem kann jedoch schon jetzt durch die Wahl einer geeigneten Aufzeichnungsfrequenz (Abbildung ) in den Griff bekommen werden. Im Anschluß an die Evaluierung für die einzelnen Klassen erfolgt die Gesamtbewertung {I,II,III} für den aktuellen Unterabschnitt einer Kostenstelle. Das Resultat dieser Gesamtbewertung findet schließlich Eingang in die Bewertungsdatenbank (siehe Abbildung).

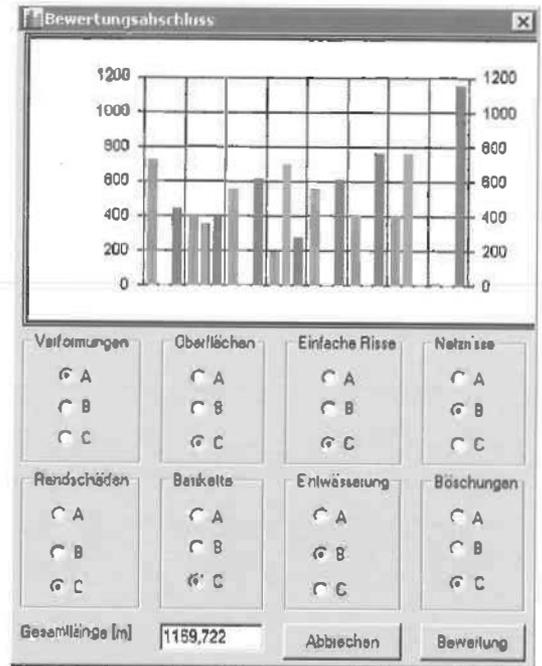


Abb. 8: Einzelbewertung der Merkmalsklassen

Da sich eine Kostenstelle aus mehreren Unterabschnitten zusammensetzen kann und für diese mehrere Bewertungen vorliegen können, besteht die Möglichkeit, alle Einzelbewertungen zu jeder Kostensteile aufzuschlüsseln. Wie in Abbildung ersichtlich, kann man sich eine Datenbank- oder Baumansicht für alle Bewertungen zu Teilabschnitten einer Kostenstelle anzeigen lassen.

#### 4. Ausblick und Schlussbetrachtung

Erste Feldversuche des von den Autoren beschriebenen Systems haben gezeigt, daß die Kombination von GPS-Technologien und einer speziellen Anwendungssoftware nicht nur eine wesentliche Erleichterung und Qualitätssicherung für viele Arbeitsabläufe mit sich bringt, sondern auch neue Anwendungsbereiche eröffnet. Beispielsweise wäre es denkbar, auf analoge Art

**Abschluss einer Abschnittsbewertung**

Bezeichnung des Bewertungsabschnittes  
Mitterräcker

Bezugspunkt - Stationierung  
Ortstafel Eisgarn

Anmerkungen

Befestigung  Datum

Länge  Nächste Erhebung

Breite  Prüfer

Profil  Untere Abschnitt

Detailuntersuchung erforderlich: von HM  bis HM

Verformungen  Randschäden

Oberflächen  Bankette

Einfache Risse  Entwässerung

Netzrisse  Böschungen

Bewertung  
 I  II  III

Abb. 9: Endbewertung des Unterabschnittes einer Kostenstelle

und Weise Streckenprofile für Radwege zu erstellen.

Dennoch hat die Praxis gezeigt, daß die Ansprüche an ein solches System nur schwer zu erfüllen sind, wenn dem Anspruch der Allgemeinheit und Vollständigkeit Rechnung getragen werden soll. Eine weitere Ausbaustufe des Systems sollte eine allgemeinere Datenbank- und Ablagestruktur mit ebensolchen Attributierungsmöglichkeiten bieten, um eine Vielzahl analoger Anwendungsbereiche zu unterstützen. Das selbe gilt für den Wunsch nach einer parametrisierbaren Benutzerschnittstelle und der Möglichkeit zur mathematischen Datenbearbeitung (Glätten usw.).

Je nach Art der Anwendung und der gewünschten Präzision können für die vorgestellte Straßenzustandsbewertung verschiedene Empfänger eingesetzt werden. Natürlich stellen sich auch für diese Anwendungen die allgemeinen Fragen, welcher Wert auf eine genaue Kilometrierung gelegt werden sollte oder ob nicht auf

Phasempfänger verzichtet werden kann. Das selbe gilt für die Optimierung in dicht bebauten Gebieten und ähnlichen Umgebungen, bei denen mit Signalabschattungen zu rechnen ist. Hier könnte eine Kombination mit GLONASS-Empfängern Abhilfe schaffen, womit 48 Satelliten zur Verfügung stehen würden.

#### Literatur

- [1] Döfler H., Pesec, P. (1998): DGPS und DARC - Ein universeller Dienst für präzise Navigation in Österreich.
- [2] Hoffmann-Wellenhof B., Kienast H., Lichtenegger, H. (1994): GPS in der Praxis, Wien, New York, Springer Verlag.

#### Quellennachweis:

[A] Grafik (c) ©GPS Datenverbreitungsgesellschaft, Vöcklabruck, ORF

#### Anschrift der Autoren:

Dipl.-Ing. Ulrich Santa, Institut für Konstruktiven Ingenieurbau, Universität für Bodenkultur, A-1190 Wien, Österreich  
Dipl.-Ing. Johannes Vergeiner, Vermessungskanzlei Dr. Döller, A-3830 Waichhofen an der Thaya, Österreich