



Hochschule Neubrandenburg
University of Applied Sciences

Erstellung einer Datenaustauschnittstelle zwischen dem CAD-Programm CARD/1 und LEICA Tachymetern der Serie 1200 für die Nutzung der Programme ABSTECKUNG und ROAD RUNNER RAIL von LEICA

Diplomarbeit

in der Vertiefungsrichtung Ingenieurvermessung
Studiengang Vermessungswesen der
Hochschule Neubrandenburg

Stefan Lagemann
cand.-ing.

Hochschulbetreuer: Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Larisch
Praxisbetreuer: Dipl.-Ing. Andreas Schulz

Bearbeitungszeitraum: 05. Mai 2008 bis 23. Juni 2008

[urn:nbn:de:gbv:519-thesis2008-0114-0](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:519-thesis2008-0114-0)



HOCHBAHN

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung, Abstract.....	5
2. Vorwort.....	6
3. Diplomthema.....	7
4. Allgemeines.....	9
4.1 Firmenprofil der Hamburger Hochbahn AG.....	9
4.2 Aufgabenprofil UIB12 Vermessung.....	9
4.3 Grundlagen der Messdatenverwaltung.....	9
5. Grundlagen.....	11
5.1 Dateiformate.....	11
5.1.1 Binärdateien.....	11
5.1.2 ASCII-Dateien.....	12
5.2 Datenstrukturen.....	13
5.2.1 Baumstruktur.....	14
5.3 CAD.....	15
5.3.1 CADdy.....	16
5.3.2 CARD/1.....	17
6. System 1200.....	19
6.1 Tachymeter TCRP 1201+.....	19
6.2 Leica Geo Office.....	22
6.2.1 Codelisten Verwaltung.....	22
6.2.2 Format Manager.....	26
6.2.3 Koordinaten Editor.....	29
6.2.4 Entwurf fürs Feld.....	31
6.2.5 Rail Editor.....	32
7. Vermessung mit dem System 1200.....	33
7.1 Stationierung.....	33
7.2 Polares Messen.....	34
7.3 Absteckung.....	38
7.3.1 Absteckung von Einzelpunkten.....	38
7.3.2 Absteckmethode Schnurgerüst.....	40
7.4 Trassenabsteckung.....	41
7.4.1 Theorie.....	41
7.4.1.1 Trasse.....	41
7.4.1.2 Übergangsbogen.....	45
7.4.1.3 Klothoide.....	46
7.4.1.4 Neigung.....	47
7.4.1.5 Trassierung.....	48
7.4.1.6 Lichtraumprofil.....	48
7.4.2 Praxis.....	49
7.4.2.1 Vorbereitung der Absteckung.....	49
7.4.2.2 Durchführung der Absteckung.....	50
7.4.2.3 Auswertung der Absteckung.....	52
7.4.2.4 Road Runner Rail.....	52

8. Datenaustausch.....	55
8.1 Formatdateien.....	55
8.1.1 Ausgabe von polaren Messwerten für CARD/1.....	56
8.1.2 Ausgabe von polaren Messwerten für CADdy.....	58
8.1.3 Ausgabe von Messwerten in Protokollform.....	59
8.1.4 Ausgabe von Punktdateien für CARD/1.....	62
8.1.5 Ausgabe von Punktdateien für CADdy.....	64
8.1.6 Ausgabe von Qualitätsprotokollen für die Applikationen <i>Absteckung, Schnurgerüst und Road Runner Rail</i>	65
8.2 Exportvorlagen.....	69
8.2.1 Exportvorlagen über den LGO Tools Koordinaten Editor.....	69
8.2.2 Exportvorlagen über CARD/1.....	72
8.2.3 Exportvorlagen über CADdy.....	75
8.2.4 Vergleich.....	75
8.3. Datenaustausch von Trassendaten.....	76
8.3.1 Übertragung von Achsdaten.....	77
8.3.2 Übertragung von Gradienten.....	78
8.3.3 Übertragung der Überhöhungen.....	79
8.3.4 Anlegen eines Bahnjobs.....	79
8.4 Durchführung.....	80
8.4.1 Übertragung der Daten vom Rechner zum Tachymeter.....	81
8.4.1.1 Übertragung von Punktdateien.....	81
8.4.1.2 Übertragung von Bahnjobs.....	82
8.4.1.3 Übertragung von Formatdateien und Codelisten.....	82
8.4.2 Übertragung der Daten vom Tachymeter zum Rechner.....	83
9. Zusammenfassung und Ausblick.....	85
10. Quellennachweis.....	86
10.1 Literaturverzeichnis.....	86
10.2 Abbildungsverzeichnis.....	87
10.3 Tabellenverzeichnis.....	88
10.4 Abkürzungsverzeichnis.....	89

Anhang:

Anlage A: Aufbau WSH-Datei (polare Messwerte CARD/1).....	90
Anlage B: Aufbau DAT-Datei (polare Messwerte CADdy).....	91
Anlage C: Aufbau ASC-Datei (Punktdatei CARD/1).....	92
Anlage D: Aufbau KOR-Datei (Punktdatei CADdy).....	93
Anlage E: über LGO Tools Koordinaten Editor erstellte Punktdatei.....	94
Anlage F: über CARD/1-Formatdefinition erstellte Punktdatei.....	95
Anlage G: Protokoll für polare Messungen.....	96
Anlage H: Protokoll für Stationierungen.....	97
Anlage I: Protokoll für die Applikationen „Absteckung“ und „Schnurgerüst“	100
Anlage J: Protokoll für die Applikation „Road Runner Rail“	103
Anlage K: Dateiaufbau Kartenart 040 (Achsdaten).....	105
Anlage L: Dateiaufbau REB Datenart 50 (Achsdaten).....	107
Anlage M: Dateiaufbau Kartenart 21 (Gradienten).....	109
Anlage N: Bedeutung der DBX-Dateiendungen eines Jobs.....	110
Anlage O: englische Fachbegriffe und deren deutsche Bedeutung.....	111
Anlage P: Kurzanleitung zur Bedienung des Tachymeters TCRP 1201+.....	113
Anlage Q: CD-ROM.....	119

1. Kurzfassung

Diese Diplomarbeit verfolgt das Ziel, eine Schnittstelle zum Datenaustausch zwischen dem CAD-Programm CARD/1 und dem System TPS 1200 von Leica zu erstellen. Koordinatendateien und Trassierungsdaten sind über CARD/1 im ASCII-Format auszugeben, im Tachymeter einzulesen und sowohl für Einzelpunkt- als auch für Achsabsteckungen nutzen zu können. Darüber hinaus ist für das Tachymeter eine Formatvorlage zu erstellen, mit welcher bei einfachen Polaraufnahmen gespeicherte Messdaten direkt in CARD/1 weiterverwendet werden können. Die Einlese- und Ausgabeformate sind für das bei der HOCHBAHN ebenfalls zum Einsatz kommende CAD-Programm CADdy abzuleiten und zu modifizieren. Außerdem sind mit Hilfe einer Formatvorlage Protokolle als ASCII-Dateien für Stationierungen und Absteckungen zu erzeugen, welche in Klartextform direkt über einen Drucker von einem PC ausgegeben werden können. Protokolle für die Stationierungsmethoden Abriss und Freie Stationierung sollen Orientierung und Abweichungen zu bekannten Zielpunkten sowie Genauigkeiten der Standpunkte enthalten. Bei Absteckungen sind SOLL- und IST-Werte einander gegenüberzustellen bzw. Abstände bezogen auf die Achse aufzuführen.

Nach einer Einführung zum Diplomthema werden anschließend im fünften Kapitel überblicksartig die Grundlagen und die CAD-Anwendungen CARD/1 und CADdy aufgeführt. Das sechste Kapitel befasst sich ausführlich mit dem System 1200 von Leica. Absteckung und Trassierung sind im siebten Kapitel erläutert. Im achten Kapitel wird auf den Datentransfer eingegangen. Das neunten Kapitel beinhaltet eine Zusammenfassung der Ergebnisse.

Abstract

The aim for this diploma paper is to develop an interface for data exchange between the computer program CARD/1 and the TPS System 1200 of Leica. Data of survey points and rails have to be exported from CARD/1 to theodolites by ASCII files for staking out points and rails. There is also needed a converter for using data of polar measurements by TPS System 1200 with CARD/1 and CADdy, another CAD-program used by HOCHBAHN. A converter must also be available for records, which have to be printed by a personal computer. Records for the kinds of setup "orientation and height transfer" and "resection" must include residuals to target points and results of stations. Records for stakeouts must show stakeout differences and offsets.

After an introduction into the diploma paper subject, in the fifth chapter are described basics and the CAD-programs CARD/1 and CADdy. The sixth chapter looks into System 1200 of Leica. Stakeout and trace are explained in the seventh chapter. The eighth chapter is dealing with data exchange. Finally, in the ninth chapter the results are summarized.

2. Vorwort

Anknüpfend an mein Praxissemester bei der Hamburger Hochbahn AG im Wintersemester 2007/2008 wurde es mir ermöglicht, dort auch meine Diplomarbeit zu schreiben. Aus den vielseitigen Aufgaben beim Sachgebiet Vermessung (UIB12) ergab sich ein anspruchsvolles Diplomthema. Diese Diplomarbeit soll einen Beitrag zur Verbesserung des Datenaustauschs zwischen Innen- und Außendienst darstellen. Über Rückmeldungen (Kritik, Anregungen, Verbesserungsvorschläge, Verbleib und Weiterverwendung der Diplomarbeit) würde sich der Verfasser freuen.

Bedanken möchte ich mich ganz besonders bei meinen Betreuern Herrn Prof. Dr.-Ing. Hans-Jürgen Larisch und Herrn Dipl.-Ing. Andreas Schulz. Desweiteren danke ich meinem Vorgesetzten Herrn Dipl.-Ing. Bernd Brüning und meinen Kollegen bei UIB12 Frau Dipl.-Ing. Ute Stein, Frau Regine Kaminski, Herrn Dipl.-Ing. Bernd Wehrmeister, Herrn Stefan Riebe, Herrn Michael Haling, Herrn Norbert Schuricht und Matthias Mackenthun sowie Herrn Dipl.-Ing. Rainer Facklam.

Hamburg, 23. Juni 2008

Stefan Lagemann

3. Diplomthema

Diplomand: Stefan Lagemann

Veranlasser: Hamburger Hochbahn AG (HOCHBAHN)

Erstellung einer Datenaustauschnittstelle zwischen dem CAD-Programm CARD/1 und LEICA Tachymetern der Serie 1200 für die Nutzung der Programme ABSTECKUNG und ROAD RUNNER RAIL von LEICA

Ziel ist es, in CARD/1 und CADdy erzeugte Koordinatendateien und Trassierungsdaten im ASCII-Format in LEICA Tachymetern einzulesen und für die Feldarbeit (Absteckung von Einzelpunkten und Achsen) direkt zu nutzen. Die im LEICA Tachymeter gespeicherten Protokolldaten sollen direkt in Klartextform vom PC aus druckbar sein.

Die hierzu notwendigen Arbeitsschritte sind in einer Kurzanleitung zu dokumentieren und der HOCHBAHN zur Verfügung zu stellen.

Die Mitarbeiter vom Sachgebiet Vermessung UIB12 der HOCHBAHN sind durch Herrn Lagemann entsprechend zu schulen.

Nebenforderungen:

1. Gestaltung einer Formatvorlage für das Tachymeter in der Form, dass die bei der einfachen Polaraufnahme gespeicherten Messdaten direkt für die Weiterverarbeitung in CARD/1 verwendet werden können.
2. Für das bei der HOCHBAHN benutzte Alt-CAD-Programm CADdy 16.0 sind die entsprechenden Einleseformate und Ausgabeformate abzuleiten und zu modifizieren.

Hard- und Software

Die Ausgabe- und Einleseformate für CARD/1 Version 8.2 und CADdy 16.0 werden von der HOCHBAHN zur Verfügung gestellt.

Die Software LEICA GeoOffice Version 6.0 wird auf einem PC der HOCHBAHN bereit gestellt.

Ein LEICA Tachymeter der Serie 1200 inkl. der benötigten Software wird von der HOCHBAHN gestellt.

Ziele

1. Dateiaustausch vom CAD-Programm nach LEICA Tachymeter und zurück

Der Datenaustausch findet via Speicherkarte statt.

- a) Einlesen einer Koordinatendatei mit Punktnummer, Y- und X-Wert und Höhe von CARD/1 und CADdy in LEICA.
- b) Einlesen von Trassendaten in den Formaten KA 040 (Achse) und KA 21 (Gradient) von CARD/1 in LEICA.
- c) Formatierte Ausgabe polarer Messwerte für die direkte Verwendung in CARD/1 und CADdy aus LEICA.

- d) Formatierte Ausgabe der Protokolldatei zur Direktausgabe auf einem Drucker von einem PC aus.

2. Absteckung von Einzelpunkten und Schnurgerüsten mit dem Programm ABSTECKUNG und Ergebnisprotokollierung

- a) Absteckung von bekannten Standpunkten.
- b) Absteckung von neuen Standpunkten.
- c) Protokollierung der Orientierung und Abweichungen zu den bekannten Zielpunkten (Messmethoden Abriss und Freie Stationierung).
- d) Protokollierung der neu abgesteckten Punkte und Bauachsen mit Vergleich SOLL-IST bzw. Angabe Abszisse + Ordinate bezogen auf die Achse.
- e) Ausgabe der Protokollierung in eine formatierte ASCII-Datei zum direkten Ausdrucken von einem PC. Der Kopf und das Format wurden mit der HOCHBAHN abgestimmt.

3. Absteckung von Achsen mit dem Programm ROAD RUNNER RAIL und Ergebnisprotokollierung

- a) Absteckung von bekannten Standpunkten.
- b) Absteckung von neuen Standpunkten.
- c) Protokollierung der Orientierung und Abweichungen zu den bekannten Zielpunkten (Messmethoden Abriss und Freie Stationierung).
- d) Protokollierung der neu abgesteckten Punkte und Stationen mit Vergleich SOLL-IST bzw. Anrechnung auf die Achse.
- e) Ausgabe der Protokollierung in eine formatierte ASCII-Datei zum direkten Ausdrucken von einem PC. Der Kopf und das Format wurden mit der HOCHBAHN abgestimmt.

4. Allgemeines

4.1 Firmenprofil der Hamburger Hochbahn AG

Täglich benutzen 1 Mio. Menschen Busse und U-Bahnen der Hamburger Hochbahn AG (kurz HOCHBAHN genannt), die nach der Berliner Verkehrsgesellschaft (BVG) das größte Verkehrsunternehmen Deutschlands ist und größtes Mitglied im aus 38 Verkehrsunternehmen bestehendem Hamburger Verkehrsverbund (HVV) ist.

Die HOCHBAHN wurde 1911 gegründet und eröffnete ein Jahr später die erste U-Bahn-Strecke. Gegenwärtig existieren drei U-Bahn-Strecken mit insgesamt 101 km Streckenlänge. Bis 2011 soll eine vierte U-Bahn-Strecke mit 4 km Länge fertiggestellt werden. Darüber hinaus bedient das Unternehmen etwa 120 Bus-Linien mit einer Gesamtlänge über 1.355 km. Mit ca. 4.300 Mitarbeitern ist die HOCHBAHN einer der größten Arbeitgeber Hamburgs.

Das Sachgebiet Vermessung UIB12 ist dem Fachbereich Ingenieurbauwerke unterstellt, welcher wiederum der Abteilung Bahnanlagen angegliedert ist. Diese gehört zum Bereich U-Bahn-Infrastruktur, der dem Ressort Schienenverkehr und Infrastruktur untersteht.

4.2 Aufgabenprofil UIB12 Vermessung

Die Hauptaufgabe von UIB12 ist die Unterstützung bei der Grundinstandhaltung und der Erneuerung der betrieblichen und baulichen Anlagen. Betriebliche Anlagen umfassen den Gleisbau. Zu den baulichen Anlagen zählen Tunnel, Brücken, Viadukte, Haltestellen und Betriebsgebäude. Tätigkeiten im Innendienst umfassen die Trassierung von Gleisanlagen, Erstellung von Lageplänen, Auswertungen von Kontrollmessungen und Gleismessfahrten, Neutrassierungen zur Erhöhung der Streckengeschwindigkeit, Vorbereitungen für Absteckarbeiten sowie die Beratung anderer Abteilungen der HOCHBAHN. Im Außendienst ist es erforderlich, Bestandsaufnahmen von Gleisanlagen und Bauwerken vorzunehmen, Kontrollmessungen und Absteckarbeiten durchzuführen, bei Brückenerneuerungen mitzuwirken sowie mittels eines Gleismesswagens das bestehende Streckennetz zu kontrollieren.

4.3 Grundlagen der Messdatenverwaltung

In der heutigen Zeit des Vermessungswesens sind elektronische Messinstrumente und eine entsprechende Auswertesoftware am Rechner aus der täglichen Arbeit des Geodäten nicht mehr wegzudenken. In der vermessungstechnischen Praxis sind Vorbereitungen zu treffen, um einen einwandfreien Arbeitsablauf zu ermöglichen. Vor Ort gemessene Beobachtungen (wie Punktnummern, Richtungen, Strecken etc.) werden im Mess-Instrument digital in einem internen Format binär gespeichert. Diese werden in einem ASCII-Format aufbereitet, welches sich anschließend weiterverarbeiten lässt. Zunächst jedoch müssen die Rohdaten vom Mess-Instrument auf einen Rechner (PC) übertragen werden, der mit einer entsprechenden Software zur Weiterverarbeitung ausgestattet ist. Diese Übertragung von Daten heißt Datentransfer.

Um einen Datentransfer durchführen zu können, bedarf es einer Schnittstelle (auch Interface genannt), die einen Kontaktpunkt zwischen zwei Systemen darstellt. Diese Systeme sind Mess-Instrument und Rechner, wobei die Kommunikation beidseitig erfolgt. Es können sowohl Rohdaten vom Mess-Instrument zur Auswertung auf den Rechner übertragen werden, als auch z. B. Koordinaten bekannter Punkte für eine Absteckung in die Örtlichkeit vom Rechner zum Mess-Instrument. Damit sendendes und empfangendes System miteinander kommunizieren und Informationen richtig interpretiert werden, bedarf es einer entsprechend eingerichteten Hard- und Software. Es ist grundsätzlich zwischen Hardware- und Software-Schnittstellen zu unterscheiden.

Hardware steht für die Gesamtheit der technisch-physikalischen Teile einer Anlage zur Elektronischen Datenverarbeitung und dem Mess-Instrument. Hardware-Schnittstellen verbinden Systeme physisch, so dass Daten zwischen Rechner und Mess-Instrument etwa über ein serielles Datenkabel oder Speicherkarten ausgetauscht werden können. Software-Schnittstellen haben hingegen die Aufgabe, Daten zwischen unterschiedlichen Softwareprodukten austauschen zu können. In Bezug auf die Software sind Übertragungsparameter zu definieren, zu denen Übertragungsart, Baudrate, Anzahl der Start- und Stop-Bits sowie die Parität gehören. Während die Übertragungsart vom Hersteller vorgegeben ist, kann der Benutzer die übrigen Eigenschaften selbst festlegen.

Daten eines bestimmten Computerprogrammes können nicht automatisch in einem Konkurrenzprogramm verwendet werden. Ebenso lassen sich mit einem Mess-Instrument vor Ort erfasste Rohdaten nicht problemlos in Vermessungs- bzw. CAD-Anwendungen auswerten und weiterverarbeiten. Diesbezüglich sind entsprechende Datenaustauschschnittstellen bzw. Konvertierer erforderlich. Aufgabe der Schnittstelle ist es, die Daten aus der Eingabedatei in der Ausgabedatei so anzuordnen, dass die Daten vom Auswerteprogramm richtig interpretiert werden.

Die HOCHBAHN verwendet Mess-Instrumente der Firma Leica Geosystems AG aus Heerbrugg in der Schweiz. Gegenwärtig kommen die elektronischen Tachymeter TCRA 1201 und TCRP 1201+ sowie das Digitalnivellier DNA 03 im Außendienst zum Einsatz. Im Innendienst wird mit den CAD-Anwendungen CARD/1 und CADdy gearbeitet. Auf die Mess-Instrumente und die CAD-Anwendungen wird in den folgenden Kapiteln eingegangen.

Ziel dieser Diplomarbeit ist, die in Kapitel 3 von der HOCHBAHN vorgegebenen Haupt- und Nebenforderungen zu erfüllen. Darüber hinaus wird eine Punktcodeliste für die Tachymeter von Leica erstellt, welche sowohl in CARD/1 und eingeschränkt auch in CADdy verarbeitet wird.

5. Grundlagen

Bevor auf den praktischen Teil eingegangen werden kann, ist es zunächst erforderlich, wesentliche Grundlagen der Thematik aufzuführen. Hierzu zählen zum einen Dateiformate und Datenstrukturen, zum anderen die bei UIB12 zum Einsatz kommenden CAD-Anwendungen. Da das System 1200 sehr umfangreich ist, wird es in einem gesonderten Kapitel behandelt.

5.1 Dateiformate

Durch ein Dateiformat lassen sich *Syntax* und *Semantik* von Daten innerhalb einer Datei definieren, so dass es als bidirektionale Widerspiegelung von Informationen auf einem eindimensionalen binären Speicher angesehen werden kann. Syntax steht in diesem Zusammenhang für den Aufbau einer Datei, Semantik für deren Bedeutung. Um die in einer Datei gespeicherten Informationen interpretieren zu können, ist die Kenntnis des Dateiformates essenziell. In der Regel legen Software-Hersteller oder standardisierende Gremien Dateiformate fest. Wurde ein Format durch lediglich einen Hersteller festgelegt, wird es proprietäres Dateiformat genannt. Sind proprietäre Dateiformate jedoch dokumentiert und werden von weiteren Herstellern verwendet, können sie sich auch zu Standardformaten entwickeln. Diese ermöglichen es, dass Software unterschiedlicher Hersteller mit dem selben Dateiformat arbeitet. Dateiformate werden hinsichtlich Codierungsart und Datenanordnung in sogenannten Spezifikationen beschrieben, es sei denn, es handelt sich um Geschäftsgeheimnisse. Dateiformate können durch Interpretation von Dateinamen oder -inhalt sowie Metadaten erkannt werden.

Um ein Dateiformat anhand des Dateinamens interpretieren zu können, wird in der Regel die Dateiendung betrachtet. Eine Umbenennung der Dateiendung führt zu einer Fehlermeldung der entsprechenden Anwendung. In diesem Zusammenhang ist die Arbeitskompatibilität zu beachten. Der Punkt zwischen Dateiname und -endung dient dabei als Trennzeichen zur Erkennung. Dateiendungen haben meist lediglich drei Zeichen, obwohl inzwischen auch mehr Zeichen möglich sind. Zur Interpretation des Dateiinhalts wird die Datei oder Teile von dieser eingelesen und hinsichtlich bekannter Muster überprüft, z.B. durch die Verwendung magischer Zahlen. Diese Möglichkeit benutzt z. B. CARD/1, indem Datenzeilen mit SteuerCodes beginnen. Die zuverlässigste Methode um Dateiformate zu ermitteln ist es jedoch, Dateien gemeinsam mit Metadaten zu speichern bzw. zu übertragen, welche das Dateiformat exakt definieren. [16]

5.1.1 Binärdateien

Binärdateien enthalten im Gegensatz zu reinen Textdateien auch nicht-alphabetische Zeichen, so dass sämtliche Bytewerte vorkommen können. Vom Prinzip her sind alle Dateien mit unlesbarem Text Binärdateien. Innerhalb des standardmäßigen 8-Bit-Zeichensatzes gilt: Unlesbare Steuerzeichen sind Zeichen mit ASCII-Werten zwischen 0 und 31, lesbare Zeichen von 32 bis 126. Ob Zeichen von Werten lesbar sind, welche den Wert 127 übersteigen, ist vom verwendeten Zeichensatz abhängig. Außerdem zeichnen sich Binärdateien unter anderem dadurch aus, dass sie beim Austausch zwischen verschiedenen Systemen nicht beschädigt werden, da sie nicht automatisch für das Zielsystem konvertiert werden. Stattdessen legt die Spezifikation fest, wie mit der Datei zu verfahren ist.

Um binäre Dateiformate lesen, bearbeiten oder speichern zu können sind spezielle Editoren erforderlich. Dies machen sich manche Firmen bei proprietären Dateiformaten zu Nutze, um aus wirtschaftlichen Interesse geistiges Eigentum zu schützen. So lassen sich etwa PDF-Dateien zwar mit dem kostenlosen Acrobat Reader einsehen, um diese jedoch verändern zu können, wird das kostenpflichtige Programm Adobe Acrobat benötigt. Nicht offene Dateiformate haben den Nachteil, dass Informationen aus beschädigten Binärdateien nicht mehr restaurierbar sind. [16]

Allgemein häufig verwendete Binärdateiformate sind z. B.:

- *.doc,
- *.xls,
- *.pdf.

Bei UIB12 werden vor allem folgende Binärdateiformate genutzt:

- *.plt,
- *.dwg.

5.1.2 ASCII-Dateien

ASCII steht für American Standard Code for Information Interchange. Dabei handelt es sich um eine 7-Bit-Zeichencodierung, welche die US-Variante von ISO 646 sowie die Grundlage für spätere mehrbittige Zeichensätze und -codierungen bildet. ASCII, alternativ auch ANSI X3.4-1968 genannt, wurde erstmalig 1967 als Standard veröffentlicht und zuletzt 1986 aktualisiert. Die Zeichencodierung legt 128 Zeichen für den einfachen Zeichensatz fest, von denen 33 nicht druckbar sind. Umfasst werden das lateinische Alphabet in Groß- und Kleinschreibung, die zehn arabischen Ziffern sowie einige Satz- und Sonderzeichen. Jedes Zeichen besteht aus einem Bitmuster von 7 Bits.

Da Bits zwei Werte annehmen können, gibt es insgesamt ($2^7=$) 128 verschiedene Bitmuster. Im Englischen nicht verwendete Sonderzeichen (etwa deutsche Umlaute) können mit 7-Bitcodes nicht komplett dargestellt werden, da für diese 8 bis 16 Bit benötigt werden. In der Informatik werden in der Regel 8 Bit oder ein Byte als kleinste Einheit verwendet, um Daten zu speichern. Das höchstwertigste Bit in den Bytes unter Nutzung des ASCII hat den Wert 0. Das achte Bit kann beispielsweise zur Fehlerkorrektur oder zur Steuerung verwendet werden, meistens kommt es jedoch als Erweiterung von ASCII auf einen 8-Bit-Code zum Einsatz. Solche Erweiterungen sind in der Regel mit dem ursprünglichen ASCII kompatibel, so dass sämtliche in ASCII definierte Zeichen in unterschiedlichen Erweiterungen durch gleiche Bitmuster codiert werden können. Erweiterungen sind länderspezifisch und jeweils hinsichtlich Hard- und Software unterschiedlich.

Während der einfache Zeichensatz die Zeichen 0 bis 127 annimmt, beinhaltet der erweiterte Zeichensatz die Zeichen 128 bis 255. Textdateien sind die einfachste Form der ASCII-Datei. [16]

Nachfolgend seien die am meisten verwendeten ASCII-Dateiformate aufgeführt.

- *.txt,
- *.dxf.

UIB12 greift speziell auf die folgenden ASCII-Dateiformate zurück:

- *.asc,
- *.kor,
- *.wsh,
- *.dat,
- *.gsi.

5.2 Datenstrukturen

In der Informatik ist grundsätzlich zu unterscheiden zwischen Verfahren zur Lösung von Problemen und ihrer Implementierung in einer bestimmten Programmiersprache. Beide Verfahren werden Algorithmen genannt, welche entsprechende Methoden zur Strukturierung der von den Algorithmen benötigten Daten benötigen. Algorithmen und Datenstrukturen stehen somit in direktem Zusammenhang miteinander. Für Geodäten ist deren richtige Wahl und effiziente Anwendung unerlässlich, etwa um Rohmessdaten auswerten zu können. Ein Algorithmus kann z. B. eine Rechenoperation sein, um einem neu aufzumessenden Punkt durch Messung von Richtung und Strecke zu diesem von einem bekannten Standpunkt aus mit ebenfalls bekannter Anschlussrichtung Koordinaten zuweisen zu können. Algorithmen werden hier jedoch nicht weiter erläutert. Vielmehr soll auf Datenstrukturen eingegangen werden, da diese eine wichtige Grundlage zur Lösung der mit dieser Diplomarbeit verbundenen Aufgaben darstellen.

Eine Datenstruktur ist eine Organisationsform für eine Menge von Daten. Ihre richtige Auswahl hat erheblichen Einfluss darauf, wie effizient sich bestimmte Operationen mit Daten ausführen lassen. Dies zeigt folgender Vergleich: Es ist einfach, im Telefonbuch einem bestimmten Namen die entsprechende Telefonnummer zuzuordnen zu können. Soll jedoch umgekehrt einer bestimmten Telefonnummer der dazugehörige Name zugeordnet werden, ist das standardmäßige Gliederungskonzept von Telefonbüchern, zunächst nach Orten und innerhalb eines Ortes alphabetisch nach Namen sortiert, für eine solche Operation kaum geeignet. Da Telefoninhaber in der Regel jedoch nicht den jeweiligen Namen zu bestimmten Telefonnummern suchen, ergibt es auch keinen Sinn, nach Nummern sortierte Telefonbücher herauszugeben. Ähnliche Überlegungen ergeben sich für das Vermessungswesen. So kann zum Beispiel festgelegt werden, dass neu aufgemessene Punkte der selben Art (z. B. Gebäudeecke) alle die selbe Codierung erhalten.

Die Frage nach der richtigen Datenstruktur könnte wie folgt zum Ausdruck gebracht werden: Gegeben sei eine Menge von Daten und eine Folge von Operationen mit diesen Daten. Gefunden werden soll eine Speicherungsform der Daten und Algorithmen für die auszuführenden Daten. Und zwar so, dass die Operationen nach der vorgegebenen Folge möglichst effizient auszuführen sind. Bei dieser Vorgehensweise, die eine Ermittlung der konkreten Operationsfolge voraussetzt, kommt es für die zu erreichende Effizienz auf Ausführungszeit, Speicherplatz und einfache Programmierbarkeit an. Zu beachten ist, dass die verbesserte

Speicherungsform für eine Datenmenge abhängig davon ist, mit welcher Häufigkeit Operationen mit Daten ausgeführt werden.

Diese Ausführungen machen deutlich, dass Daten und Operationen mit Daten ein verbundener Vorgang sind und kompatibel sein müssen. Insofern ist es üblich, diese als Einheit zusammenzufassen und von *abstrakten Datentypen (ADT)* zu sprechen. Ein ADT besteht aus einer oder mehreren Mengen von Objekten (z. B. Grenzpunkten) und darauf definierten Operationen (z. B. Aufmaß der Grenzpunkte), die mit mathematischen Methoden spezifiziert werden können (z. B. Bestimmung durch Polaraufnahme). In der Regel liegen mehrere verschiedene Mengen von Objekten vor und die Operationen sind nicht nur auf Objekte einer Sorte eingeschränkt.

Um einen Bezug zur vermessungstechnischen Praxis herzustellen, sei die ADT *Punktmenge* gegeben. Eine erste Menge von Objekten ist die Klasse aller endlichen Mengen von Punkten in der Örtlichkeit. Eine zweite Menge von Objekten ist die Menge aller Punkte in der Örtlichkeit. Die Operation *nächster Nachbar* ordnet eine Menge M von Punkten und einen Punkt p einem Punkt aus M zu. Darüber hinaus können die Operationen *Einfügen* und *Entfernen* von Punkten in bzw. aus der Menge durchgeführt werden. Diese liefern als Resultat erneut eine Menge von Punkten. Ist andererseits die Entfernung zwischen zwei Punkten gesucht, muss die Menge der reellen Zahlen als weitere Objektmenge und eine entsprechend definierte Distanzfunktion (z. B. $\sqrt{(x_2-x_1)^2+(y_2-y_1)^2}$ [Pythagoras]) als weitere Operation hinzugefügt werden. In den folgenden Kapiteln der Diplomarbeit wird die praktische Bedeutung dieser Zusammenhänge ersichtlich. [6, S. 1, 16 - 20]

5.2.1 Baumstruktur

Formatdateien und Codelisten sind hierarchisch als Baumstruktur aufgebaut, welche die am häufigsten verwendete Datenstruktur in der Informatik ist. Bei Bäumen handelt es sich um verallgemeinerte Listenstrukturen, deren Elemente *Knoten* genannt werden. Die einzelnen Knoten haben eine endliche, begrenzte Anzahl an nachfolgenden Knoten. Alle Nachfolger und deren Nachfolger sind durch einen Pfad mit der jeweiligen *Wurzel* verbunden. Da die Anzahl der Knoten begrenzt ist, gibt es Knoten ohne Nachfolger, welche *Blätter* heißen. Die übrigen haben den Namen *innere Knoten*. Die *Tiefe* eines Knotens ist sein Abstand zur Wurzel, Knoten mit der gleicher Tiefe werden zu einem *Niveau* zusammengefasst. Verfügt ein Baum auf jedem Niveau über die größtmögliche Anzahl von Knoten, wird er als *vollständig* bezeichnet.

Die wichtigste Eigenschaft von Bäumen ist, dass sie eine Struktur zur Speicherung von *Schlüsseln* darstellen. Schlüssel werden so gespeichert, dass sie einfach und effizient wiederauffindbar sind. Für Bäume erklärte Operationen sind

- *suchen* und *einfügen* eines Knotens mit gegebenem Schlüssel,
- *entfernen* eines bestehenden Knotens mit gegebenem Schlüssel,
- *durchlaufen* aller Knoten eines Baumes in bestimmter Reihenfolge,
- *aufspalten* eines Baumes in mehrere,
- *zusammenfügen* mehrerer Bäume zu einem,
- *konstruieren* eines Baumes mit bestimmten Eigenschaften.

Die ersten drei Operationen sind die wichtigsten und werden auch *Wörterbuchoperationen* genannt. Eine Struktur, die es durch Unterstützung von entsprechenden Algorithmen ermöglicht, eine Menge von Schlüsseln zu speichern, heißt *Wörterbuch*.

Bäume werden durch fortgesetztes, iteratives Einfügen aus zunächst leeren Bäumen erzeugt. Durch eine gegebene Folge von Schlüsseln werden binäre Suchbäume so aufgebaut, dass Operationen möglichst einfach ausführbar sind. Hierbei können zu linearen Listen degenerierte und nahezu vollständig ausgeglichene Binärbäume erzeugt werden. Einige Anwendungen erlauben keine Einfügungen und Entfernungen von Knoten. Hierbei wird von *statischen Bäumen* gesprochen.

[6, S. 235 - 238]

5.3 CAD

Wurde teilweise noch bis zum Beginn der neunziger Jahre von Hand gezeichnet, so hat sich in der heutigen Zeit CAD-Software in fast allen technischen Bereichen etabliert. Die Abkürzung CAD steht für Computer Aided Design, was rechnerunterstütztes Konstruieren bedeutet. Komplexe CAD-Anwendungen erstellen zunächst dreidimensionale Volumenmodule, aus denen anschließend zwei- oder dreidimensionale Zeichnungen sowie bewegliche Simulationen der Objekte abgeleitet werden können. Neben simplen Lageplänen können somit etwa Belastungssimulationen von Bauteilen, Strömungssimulationen oder Festigkeitsberechnungen durchgeführt werden.

CAD basiert auf objektorientierten Datenbanken, wobei jede Komponente des Designs aus programmtechnischen Objekten besteht. Änderungen und Spezifikationen sind die Parameter der Objekte. Parameter ermöglichen es, Versionen und Variationen eines Designs zur Verfügung zu stellen und basieren auf Relationen mit anderen Design Aspekten. Objektorientierte Datenbanken gewährleisten eine hohe Wiederverwendbarkeit von Designbestandteilen, gute Aufzeichnungen der Intentionen vom Designer und schnelle Adaptionen. In der Gesamtheit werden die Vorzüge des objektorientierten parametrischen Modellierens *State of the Art* genannt. Die Mehrheit der CAD-Anwendungen verfügen jeweils über ein eigenes Dateiformat, was den Datenaustausch zwischen unterschiedlichen Programmen erschwert. Um diesem Umstand entgegenzusteuern, wurde zur Standardisierung das Datenaustauschformat DXF entwickelt. Als Quasi-Standard hat sich heute das Autodesk-Format DWG etabliert.

Auf dem Markt steht eine große Menge an CAD-Anwendungen zur Auswahl. Der Marktführer ist AutoCAD. Meistens werden einfache zweidimensionale CAD-Anwendungen benutzt. Dabei handelt es sich um vektororientierte Zeichenprogramme, deren Zeichnungselemente Punkte, Linien, Linienzüge, Bögen und Splines sind. Es ist zu unterscheiden zwischen *geschlossenen* und *offenen* CAD-Anwendungen. Letztere erlauben den Einsatz von Austauschschnittstellen zur Verbesserung der Funktionalität oder anwenderspezifischen Anpassungen. Darüber hinaus existieren dreidimensionale CAD-Anwendungen zur Darstellung der konstruierenden Objekte in drei Achsen, was im Vermessungswesen etwa für digitale Geländemodelle genutzt wird. Für einfache Lagepläne wären 3D-Modelle zu aufwändig, jedoch können zweidimensionale Koordinaten mit zusätzlichen Informationen angegeben werden. Ebene Objekte können somit auf verschiedenen Flächen im Raum angeordnet werden. [16]

Als Beispiele für einfache 2D-CAD-Anwendungen seien folgende Programme genannt:

- CADdy,
- CARD/1 (bis Version 7.7),
- GEOGraf,
- AutoCAD.

5.3.1 CADdy

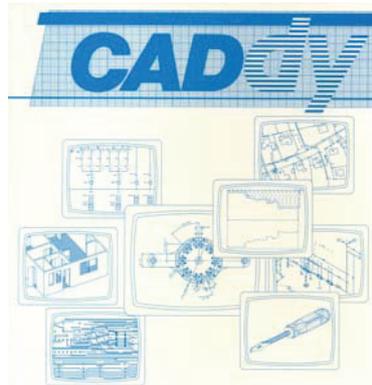


Abb. 1: CADdy - Logo

CADdy ist eine CAD-Anwendung der inzwischen nicht mehr existierenden Firma ZIEGLER Informatics GmbH und wird gegenwärtig von den Firmen DataSolid, IGE+XAO-Group und Wenninger Geoinformatik weitergeführt. Obwohl CAD-Bearbeitungen bei UIB12 mittelfristig nur noch mit CARD/1 durchgeführt werden sollen, verwendet UIB12 nach wie vor die ältere Version 16. Dies ist darauf zurückzuführen, dass zu bearbeitende Projekte von der Planung über die Ausführung bis zur Fertigstellung mit dem selben Zeichenprogramm bearbeitet werden. Eine Datenkonvertierung in das Datenformat von CARD/1 ist zwar möglich, diese würde jedoch wegen nicht einheitlicher Datenstrukturen zuviel händische Nacharbeit verursachen. Da sich Projekte über mehrere Jahre hinweg ziehen können, wird CADdy bei der UIB12 noch für einige Zeit zum Einsatz kommen. Die Software ermöglicht zwei- sowie dreidimensionale Konstruktionen und bietet Lösungen für:

- Computer Aided Manufacturing (CAM),
- Elektrotechnik,
- Finite-Elemente-Modelle (FEM),
- grafische Informationstechnologie (GIS),
- Point Distribution Model (PDM).

Zur Bewältigung von Aufgaben stehen Module für folgende Arbeitsbereiche zur Verfügung:

- Architektur,
- Elektronik,
- GIS,
- Maschinenbau,
- Stahlbau,
- Vermessung.

Die UIB12 zur Verfügung stehende Version verwendet ausschließlich das Modul Vermessung. CADdy wird bei UIB12 unter anderem dafür verwendet, um polare Messbeobachtungen auszuwerten, Absteckelemente für die Örtlichkeit zu berechnen, Gleis- und Weichenpläne zu erstellen sowie Lageplänen (etwa für Haltestellen) anzufertigen.

Die vermessungstechnische Praxis erfordert es, dass zwischen CADdy und Mess-Instrumenten Daten ausgetauscht werden. Trassendaten werden bei UIB12 in der Regel nicht über CADdy ausgegeben. Hierfür wird gegebenenfalls auf CARD/1 zurückgegriffen. Allerdings müssen durch Mess-Instrumente in der Örtlichkeit erfasste polare Messdaten mit CADdy ausgewertet und weiterverarbeitet werden.

[16]

5.3.2 CARD/1



Abb. 2: CARD/1 - Logo

CARD/1 steht für Computer Aided Road Design und ist eine CAD-Anwendung, welche durchgängige Lösungen für Trassierungen in den Anwendungsbereichen Vermessung, Straßen-, Bahn- und Kanalplanung ermöglicht. Es wird von IB&T Ingenieurbüro Basedow & Tornow GmbH aus Norderstedt bei Hamburg entwickelt und vertrieben. Darüber hinaus existieren Niederlassungen in zahlreichen deutschen Städten und in anderen Ländern. Die Software zeichnet sich durch eine einheitliche Benutzeroberfläche aus und besitzt eine vollständig deutsche Menü- und Programmführung. Anderssprachige Versionen sind ebenfalls verfügbar. Während das Programm ursprünglich für MS-DOS entwickelt worden ist, wurde es später als 32-Bit-Programm weiterentwickelt. UIB12 verwendet gegenwärtig noch die Version 7.7, allerdings wird demnächst auf 8.2 umgestellt.

Ein Systemverwaltungsprogramm dient zum Laden eines Grafiktreibers, zur Projektverwaltung und zum Aufrufen der einzelnen Module für bestimmte Anwendungsbereiche. Die Projektverwaltung ist blattschnittfrei, so dass ein Projekt komplett in nur einer einzigen Datenbank hinterlegt werden kann. Durch Verwendung von Blattdefinitionen, welche in einer separaten Datei gesichert sind, können Zeichnungen für jeden gewünschten Bereich und in allen Maßstäben ausgegeben werden. Die grafische Benutzeroberfläche und die Bedienung der Version 8.2 sind eng an AutoCAD angelehnt. Die Menüführung ist hierarchisch strukturiert. Einzelne Parameter lassen sich sowohl per Tastatur als auch per Fadenkreuz eingeben. In letzterem Fall werden die entsprechenden Zahlenwerte in der Statusleiste angezeigt, dieser Vorgang heißt interaktiv-grafische Arbeitsweise.

CARD/1 benötigt kein externes Zeichnungsprogramm. Stattdessen existiert für jedes Entwurfsmodul (z. B. *Lageplan bearbeiten*, *Achsen entwerfen und auswerten*) ein eigenes Modul zur Zeichnungserzeugung. Über Steuerdateien werden auf das jeweils verwendete Entwurfsmodul bezogene Zeichnungen angefertigt. Ein wesentlicher Unterschied zu anderen CAD-Anwendungen besteht darin, dass Lageplandaten vom Zeichnungsbereich getrennt werden. Die Zeichnungen sind somit losgelöste Objekte mit eingefrorenem Datenbestand im von CARD/1 eigenen Format mit der Dateiendung *.plt.

Die zur Bearbeitung von verschiedenen Aufgabenbereichen erforderlichen Module sind pro Arbeitsplatz individuell zusammengestellt und können beliebig erweitert werden. Somit ist das Programm auch für kleinere Firmen finanziell erschwinglich. Die wichtigsten Module sind:

- Vermessungsmodul für Koordinatenberechnungen, Schnittpunkt-berechnungen, polares Anhängen, Berechnung von Polygonzügen, Koordinatentransformationen etc.,
- Modul für Netzausgleichungen,
- Modul zur Erstellung von Bestandsplänen inklusive der Möglichkeit, Rasterdaten und Geländemodelle zu bearbeiten,
- interaktiver grafischer Achsentwurf einschließlich Berechnung von Weichen- und Grenzzeichen sowie Auswertung und Berücksichtigung von Zwangspunkten,
- interaktiver grafischer Gradientenentwurf,
- Entwicklung und Überarbeitung von Querprofilen,
- Module für Gleisvermarkungs- und Weichenhöhenplänen,
- Programme zur Zeichnungserstellung und -bearbeitung.

Für den Austausch von Trassendaten verfügt das Programm über das Modul *ASCII-BAHN*. Dies ist eine Schnittstelle, mit welcher Achs-, Gradienten- und Überhöhungsdaten im von CARD/1 eigenen Dateiformat ausgegeben werden können. Dies ist auch über die Module *Achsen*, *Längsschnitt* und *Querprofil* möglich. Hierauf wird in Kapitel 8.3.4 näher eingegangen. Um Zeichnungsdaten austauschen zu können, stehen in CARD/1 mehrere Schnittstellen zur Verfügung, so etwa die DGN-Schnittstelle zum Austausch von Microstation-Zeichnungsdateien und DWG für AutoCAD. Mit dem Modul *Vermessung/Lageplan* wurde eine Exportvorlage erstellt, mit der Punktdaten aus CARD/1 im ASCII-Format in einer Form ausgegeben werden, so dass diese direkt vom Tachymeter verwendet werden können. Auf der anderen Seite ist es auch notwendig, in der Örtlichkeit erfasste polare Messdaten in CARD/1 auszuwerten und weiterzuverarbeiten. [5, S. 334 - 337]

6. System 1200

Das System 1200 ist das neueste Produkt von Leica Geosystems und besteht aus den folgenden Komponenten:

- TPS 1200+,
- GPS 1200,
- LGO.

TPS steht für Tachymeter Positionierungssystem. Dabei handelt es sich um Tachymeter verschiedenster Genauigkeitsklassen und Bestandteile.

GPS 1200 ist ein durch Navigationssatelliten realisiertes globales Positionierungssystem. Da im Tunnelbereich Satellitensignale nicht empfangen werden können und auch im überirdischen Streckenbereich der HOCHBAHN Abschattungen auftreten, ist GPS 1200 für UIB12 nur teilweise geeignet und wurde deshalb nicht angeschafft.

Hinter LGO verbirgt sich das Leica Geo Office. Während die übrigen Komponenten die Hardware vom System 1200 darstellen, ist das LGO die dazugehörige Software und beinhaltet zahlreiche systemspezifische Anwendungen. So lassen sich über das LGO

- Daten zwischen Mess-Instrument und Rechner austauschen,
- für den Datentransfer notwendige Formatdateien erstellen und überarbeiten,
- Codelisten zur Konkretisierung von Messdaten anfertigen und modifizieren,
- sogenannte Jobs für Messungen vor Ort entwerfen
- Applikationen und Koordinatenlisten auf das Instrument übertragen
- und Messdaten auswerten sowie grafisch am Bildschirm anzeigen.

Die zur Erstellung der Diplomarbeit relevanten Aspekte vom System 1200 werden in den folgenden Abschnitten erläutert.

6.1 Tachymeter TCRP 1201+



Abb. 3: Tachymeter TCRP 1201+

Das TCRP 1201+ ist ein elektronischer Tachymeter, welcher horizontale Richtungen und vertikale Winkel sowie Entfernungen messen kann. Durch Kombination mit einem aufsteckbaren GNSS System ist er als *SmartStation* nutzbar. In diesem Fall kann bei Stationierungen auf die Unterstützung durch Navigationssatelliten von GPS und GLONASS zurückgegriffen werden. Optional lässt sich das Mess-Instrument mit dem RX 1200 Controller fernsteuern, so dass der Bediener gleichzeitig als Messgehilfe arbeiten kann. Von den Zusatzkomponenten wird bei UIB12 jedoch kein Gebrauch gemacht. Für das System 1200 von Leica stehen verschiedene Tachymeter zur Verfügung. Das TCRP 1201+ enthält im Vergleich zu anderen Instrumenten des Systems 1200 die meisten zusätzlichen Bestandteile:

- reflektorloses EDM,
- automatisiert ATR,
- motorisiert,
- Power Search.

Standardmäßig werden elektronische Distanzmessungen (EDM) auf Reflektorprismen bezogen durchgeführt (IR Modus). Allerdings können bis zu 1200 m entfernte Objekte im RL Modus auch reflektorlos aufgemessen werden.

Bei älteren Mess-Instrumenten muss das Fadenkreuz im Fernrohr manuell auf das Zentrum vom Zielprisma ausgerichtet werden. Bei einer ungenauen Ausrichtung kann dies zu Zielfehlern führen. Durch Aktivieren der automatischen Zielfindung ATR braucht das Prisma lediglich grob angezielt zu werden. Die Feinanzielung erfolgt automatisch durch das Mess-Instrument. Das Zielprisma darf dabei nicht mehr als 1000 m vom Mess-Instrument entfernt sein. Damit Zielprismen tatsächlich zentrisch aufgemessen werden, ist die Genauigkeit der Funktion ATR regelmäßig per Kalibrierung zu überprüfen. Bei zunehmender Entfernung des Zielprismas und schlechten Sichtverhältnissen kann ATR unter Umständen versagen, so dass das Ziel manuell angezielt werden muss.

Das TCRP 1201+ ist in der Lage, sich motorisiert auf ein bestimmtes Ziel auszurichten, sofern dessen Koordinaten bekannt sind und das Mess-Instrument zuvor stationiert sowie orientiert wurde. Über den Automationsmodus LOCK lassen sich Prismen, die durch einen Messgehilfen bewegt werden, per Tracking verfolgen.

Unter Power Search ist ein Instrumentensensor zu verstehen, mit dessen Hilfe Prismen bei Entfernungen von bis zu 300 m mittels Infrarotlaser automatisch schnell erfasst werden können.

Zusätzlich besitzt UIB12 den Tachymeter TCRA 1201. Im Vergleich zum TCRP 1201+ verfügt dieser nicht über die Funktion Power Search.

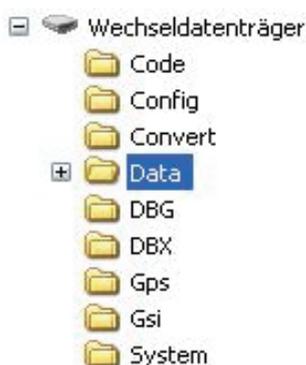
Die letzte Zahl im Namen TCRP 1201+ steht für die mit dem Mess-Instrument zu erreichende Winkelmessgenauigkeit von 1" bzw. 0,3 mgon. Beim TRCP 1205+ etwa beträgt die Winkelmessgenauigkeit folglich 5".

Für Streckenmessungen mit Standardprismen wird eine Messgenauigkeit von 1 mm + 1,5 ppm erreicht. Bei reflektorloser Messung beträgt die Messgenauigkeit bei Strecken unter 500m 2 mm + 2 ppm, darüber 4 mm + 2 ppm.

Es stehen drei Ports (Stecker) als Hardware-Schnittstellen zur Verfügung:

- Port 1 zur Stromzufuhr, Kommunikation und Datenübertragung.
- Port 2 kann in Verbindung mit der Fernbedienung RCS und der Antenne der SmartStation verwendet werden.
- Port 3 dient zur Datenübertragung mittels Bluetooth.

Daten können sowohl auf der Speicherkarte (Kapazität 64 MB bzw. 256 MB) als auch im internen Speicher abgelegt werden. Pro MB lassen sich ca. 1750 Messungen speichern. Die Speicherkarte besitzt folgende Datenstruktur:



Verzeichnis	Inhalt
Code	Codelisten
Config	k. A.
Convert	Formatdateien
Data	Daten (z. B. Punktdateien)
DBG	k. A.
DBX	Datenbank der Jobs
GPS	Daten aus GPS-Messungen
Gsi	Messwerte zur Ausgabe im ASCII-Format
System	Systemdateien (z. B. Applikationen)

Abb. 4: Datenstruktur Speicherkarte

Tabelle 1: Inhalt der Speicherkarte

Das ca. 5 kg schwere Mess-Instrument gewährleistet durch die interne Batterie eine durchschnittliche Betriebsdauer von 5 bis 8 Stunden, welche sich durch den Einsatz einer externen Batterie auf 18 bis 24 Stunden erhöhen lässt.

Elektronische Mess-Instrumente verfügen über eine Systemsoftware, welche bei Leica Firmware genannt wird. Die Firmware umfasst die zentralen Funktionen vom Mess-Instrument. Als standardmäßige Systemsprache ist Englisch in die Firmware integriert, es sind jedoch weitere Sprachen (wie z. B. Deutsch) verfügbar. Ebenfalls fest in die Firmware integriert sind die Applikationen:

- Messen,
- Setup.

Mit *Messen* lassen sich Richtungen und Strecken zu Zielpunkten bestimmen. *Setup* dient zur Stationierung und Orientierung vom Mess-Instrument. Darüber hinaus stehen weitere Applikationen für das Mess-Instrument zur Verfügung. Einige Applikationen sind frei verfügbar und lassen sich ohne einen Lizenzcode verwenden. Andere Applikationen lassen sich jedoch nur durch einen solchen Lizenzcode aktivieren, welcher käuflich erworben werden muss. Außerdem können kundenspezifische Applikationen mit Hilfe der GeoC++ Entwicklungsumgebung hergestellt werden. Zusätzlich zu den eben aufgeführten Applikationen erwarb UIB12 für den Tachymeter TCRP 1201+ folgende Programme:

- Absteckung,
- COGO,
- Schnurgerüst,
- Satzmessung,

- Polygonzug,
- Bezugsebene,
- Road Runner Rail.

Die komplette Software wird im internen Speicher vom Mess-Instrument abgelegt. Zur Übertragung von neuen Applikationen auf das Mess-Instrument gibt es verschiedene Möglichkeiten. Bei UIB12 werden Daten zwischen Mess-Instrument und Rechner über eine Speicherkarte ausgetauscht. Applikationen sind auf der Speicherkarte ins Verzeichnis `\System` zu kopieren. Um sie von dort zum System RAM zu übertragen, ist im Hauptverzeichnis der Firmware ins Verzeichnis `6 Tools` zu wechseln und dort `3 Systemdateien laden...` zu wählen. Wird an der Stelle `1 Applikationsprogramme` aufgerufen, erscheinen alle auf der Speicherkarte verfügbaren Applikationen. Da einige Applikationen nur durch Lizenzcodes gestartet werden können, lassen sich diese unter `6 Tools` über `6 Lizenzcode` eingeben.

[13, S. 11 - 16, 18 - 19, 158 - 168, 186 - 189]

6.2 Leica Geo Office

Das Leica Geo Office (LGO) ist eine Office Software speziell für GPS System 1200 und TPS System 1200, welche die von der HOCHBAHN zum Einsatz kommenden Messinstrumente TCRP 1201+, TCRA 1201 und DNA03 unterstützt. Es werden jedoch auch ältere Instrumentenklassen (Baureihen von Mess-Instrumenten) vom LGO berücksichtigt. Das LGO ermöglicht es, in der Örtlichkeit gemessene Beobachtungen zu sichten, zu prozessieren, bezüglich ihrer Qualität zu überprüfen und zu archivieren. Anschließend können Messdaten in verschiedene Formate exportiert werden. Das LGO, von dem gegenwärtig die Version 6.0 zur Verfügung steht, enthält zahlreiche Anwendungen. Zur Erstellung der Diplomarbeit sind dabei die Anwendungen

- Codelisten Verwaltung,
- Format Manager,
- Entwurf fürs Feld
- und Rail Editor

von Bedeutung. Diese seien nachfolgend erläutert.

6.2.1 Codelisten Verwaltung

In der Örtlichkeit gemessene Beobachtungen werden als Rohdaten gespeichert, aufbereitet und anschließend im Innendienst zur Weiterverarbeitung mit CAD-Anwendungen ausgewertet. Hierzu werden Codierungen verwendet, um Messwerte einem bestimmten Objekt zuordnen zu können. Als Beispiel soll eine Bahnsteigkante aufgemessen werden. Beim Messen vor Ort können dafür Beobachtungen zu Bahnsteigkanten ein bestimmter Code zugewiesen werden. In der CAD-Anwendung CARD/1 z. B. erhalten Bahnsteigkanten den Code 25. Somit wird für den Anwender ersichtlich, dass alle Punkte mit dem Code 25 Bahnsteigkanten sind. Um aufzumessenden Objekten Codes zuzuweisen, kann auf ins Mess-Instrument integrierte Codelisten zurückgegriffen werden. Diese enthalten auf Auswerteprogramme bezogene Codes mit einer Beschreibung zur eindeutigen Zuordnung. Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde mit der LGO Codelisten Verwaltung eine Codeliste für die Zwecke von UIB12 angefertigt. Diese kann in

Mess-Instrumenten des Systems 1200 verwendet werden und enthält sowohl für CARD/1 als auch für CADdy gültige Codes.

Bisher wurden neu aufgemessene Punkte bei UIB12 lediglich als beliebige Objektpunkte mit dem Code 225 ausgegeben. Daher musste der CAD-Bearbeiter mit Hilfe des bei der Messung vor Ort angefertigten Feldrisses jedem Neupunkt einzeln seine tatsächliche Bedeutung zuweisen. Dies ist sehr aufwändig und nimmt viel Arbeitszeit in Anspruch. Praktisch gesehen, ist es jedoch für den Beobachter vor Ort ebenfalls recht umständlich, jedem einzelnen Messpunkt einen bestimmten Code zuzuweisen. Um einen möglichst hohen Praxisbezug zu gewährleisten, enthält die erstellte Codeliste daher auch nur die in der Gleisvermessung am häufigsten verwendeten Punktcodes. Standardmäßig werden bis auf weiteres Neupunkte mit dem Code 225 bestimmt.

Inhalt	Code Name	Code Beschreibung	Quick Code	Linework	Typ
Codelisten	220	Anschlusspunkt	Kein		Punkt
HHA-Codeliste	225	Neupunkt	Kein		Punkt
Standard	1	Aufnahmepunkt AP	Kein		Punkt
220	2	Grenzpunkt GP	Kein		Punkt
225	6	Vermessungspunkt	Kein		Punkt
1	10	Betriebsgebäude	Kein		Punkt
14	14	Tunnel	Kein		Punkt
2	22	Fundament	Kein		Punkt
6	23	Stütze	Kein		Punkt
10	24	Träger	Kein		Punkt
14	25	Bahnsteig	Kein		Punkt
22	30	Zaun	Kein		Punkt
23	31	Kabelkanal	Kein		Punkt
24	33	Stromschiene	Kein		Punkt
25	35	Gleisachse	Kein		Punkt
30	55	Weiche	Kein		Punkt
31	61	Signal	Kein		Punkt
33	85	Schacht	Kein		Punkt
35	133	HST-Ausrüstung	Kein		Punkt
Standpunkt	Standpunkt	Stationierung	-		Frei
HHA_CODE					

Abb. 5: LGO Codelisten Verwaltung - Codeliste

CARD/1 und CADdy sind zwei unterschiedliche, voneinander unabhängige CAD-Anwendungen. Demzufolge verfügen beide Programme über unterschiedliche Codelisten. So kann ein Punktcode in CARD/1 eine völlig andere Bedeutung als in CADdy haben. Objektspezifische Punktcodes sind bei UIB12 lediglich für CARD/1 von Bedeutung. In CADdy erhalten bei UIB12 sämtliche Objektpunkte den Punktcode 225. Neben Punktcodes sind Steuercode essenziell. Mit diesen sind die CAD-Programme in der Lage, die einzelnen Messpunktzeilen richtig zu interpretieren.

Bei Messdatendateien von CARD/1 stehen Steuercode am Anfang der Messpunktzeilen. Ist eine Messpunktzeile als Standpunktzeile ausgewiesen, kann CARD/1 diese zur Berechnung der Stationierung verwenden. Enthalten Messpunktzeilen Anschlusspunkte, werden diese zur Berechnung der Orientierung genutzt. Wichtig ist, dass eine ausreichende Anzahl von Anschlüssen verfügbar ist. Für Messungen von bekannten Standpunkten aus genügt ein bekannter Anschlusspunkt, bei Freien Stationierungen müssen mindestens drei bekannte Anschlusspunkte verfügbar sein. Wird die Mindestanzahl unterschritten erfolgt seitens CARD/1 eine Fehlermeldung. Im Falle einer Überbestimmung rechnet CARD/1 einen Abriss. Diesbezüglich ist es wichtig, dass Messungen zu Anschlusspunkten den entsprechenden Steuercode zugewiesen bekommen. Messungen zu Neupunkten erhalten den dafür vorgesehenen Steuercode. Werden Anschlusspunkte versehentlich mit dem Steuercode für Neupunkte deklariert, werden diese nicht für die Orientierung berücksichtigt. In Messdatendateien von CADdy ist

der Steuercode an hinterer Stelle zu finden. Hierzu sei auf die Kapitel 8.1.1 und 8.1.2 verwiesen.

Steuercode	CADdy	CARD/1
Standpunkt	00	100
Anschluss	220	200
Neupunkt	225	300

Tabelle 2: Steuercodes

Codelisten bestehen aus den Komponenten

- Codeliste,
- Codegruppe,
- Code,
- Attribut.

Die erste Komponente steht für die Gesamtheit der Codeliste. Von dieser gibt es für die einzelnen Instrumentenklassen von Leica verschiedene Typen, für das System 1200 sind die Typen *Standard* und *Erweitert* verfügbar. Die erstellte Codeliste hat den letzteren Typ. Das hat den Vorteil, dass sich z. B. Codebeschreibungen erstellen lassen. Eine wie in Abbildung 5 dargestellte Codebeschreibung ist für den Beobachter am Mess-Instrument von Vorteil, da dieser mit einer Codenummer alleine nichts anfangen kann.

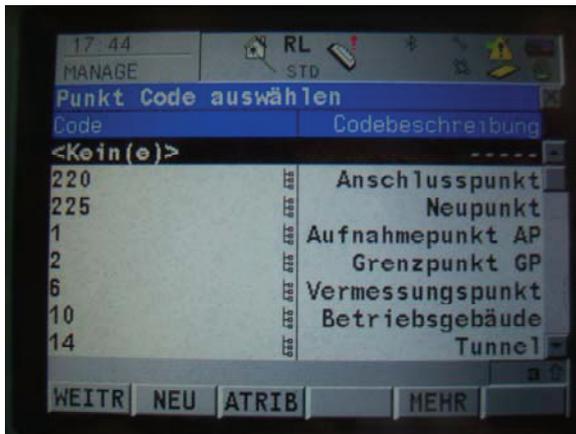


Abb. 6: erstellte Codeliste am Display

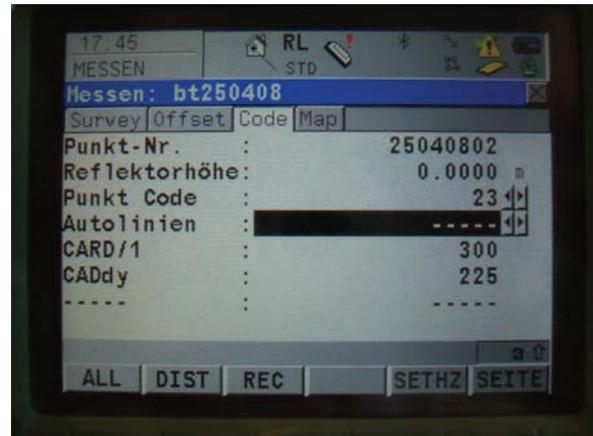


Abb. 7: Code 23 mit Attributen

Durch Codegruppen können Codelisten thematisch unterteilt werden. So könnte eine Codeliste etwa eine Codegruppe für Bauwerke, eine für Trassen, eine für Versorgungseinrichtungen und eine für topographische Daten haben. Da die Anzahl der Codes in der erstellten Codeliste jedoch gering ist und das Wechseln zwischen verschiedenen Codegruppen am Tachymeter für den Beobachter umständlich ist, sind alle Codes in der gemeinsamen Codegruppe „Standard“ zusammengefasst.

Codes sind die wichtigste Komponente in der Codeliste und haben die Aufgabe, Objekte zu beschreiben. Durch die Eigenschaften Codename, Beschreibung, Typ und Quick Code werden Codes explizit definiert. Der in der Regel numerische Name kann bis zu vier Stellen annehmen. Als Typen stehen Thematische und Freie Codes zur Auswahl. Während Thematische Codes punktbezogene Informationen enthalten, beinhalten Freie Codes ausschließlich zeitbezogene Informationen. Der Quick Code

ist die numerische Kurbeschreibung des Codes. Da dies bei der erstellten Codeliste bereits durch den Codenamen erfolgt, bleibt der Quickcode unberücksichtigt.

Durch Attribute kann ein Code näher beschrieben werden, etwa um einem Zielpunkt die Reflektorhöhe zuweisen zu können. In der für UIB12 angefertigte Codeliste werden Attribute genutzt, damit ein Punktcode von CARD/1 für die Zuordnung als Steuercode verwendet werden kann und darüber hinaus für CADdy entsprechend verwertbar ist. Die Lösung dieser Forderung sei am folgenden Beispiel erläutert:

Gemessen werden soll eine Stütze. In CARD/1 haben Stützen den Code 23, so dass in der erstellten Codeliste der Code 23 ebenfalls als Stütze beschrieben wird. Zusätzlich ist der Code 23 wie alle übrigen Codes für Neupunkte durch die Attribute 300 oder 225 näher beschrieben. 300 steht für den Steuercode von CARD/1 und 225 sowohl für den Punkt- als auch für den Steuercode von CADdy. Der Vermessungspunkt mit dem Punktcode 6 wiederum, welcher nicht als Neu- sondern als Anschlusspunkt verwendet wird, hat an gleicher Stelle die Attribute 200 oder 220. Wie bereits erwähnt, werden diese Parameter in den Rohdaten gespeichert und mit Hilfe von Formatdateien in der Ausgabedatei so angeordnet, dass CARD/1 und CADdy diese bei der Auswertung richtig interpretieren. Hierzu sei noch mal auf die Abbildungen 5 und 7 sowie Tabelle 2 hingewiesen.

Näher beschrieben werden Attribute durch die Eigenschaften:

- Name,
- Attributtyp,
- Werttyp,
- Wertebereich,
- Attributwert.

Es gibt drei verschiedene Attributtypen:

- normal,
- obligatorisch,
- fest.

Normale Attribute können bei Messungen vor Ort editiert werden, *obligatorische* Attribute müssen editiert werden. Beim Code „Standpunkt“ in der Codeliste sind als Beispiel Punktnummer und Instrumentenhöhe *normale* Attribute. Da bei Lagemessungen in der Ebene Höhenangaben nicht erforderlich sind, muss die Instrumentenhöhe dann nicht zwangsläufig eingegeben werden. *Feste* Attribute sind unveränderbar und werden automatisch zugeordnet. Dies ist in der erstellten Codeliste bei den Steuercodes der Fall, da diese auch bei CARD/1 fest vorgegeben sind.

Als Werttypen stehen

- Text,
- Reell,
- Integer

zur Verfügung. Ganzzahlige Codes werden *integer* ausgegeben, Instrumentenhöhen mit Nachkommastellen *reell*. *Text* könnte für Bemerkungen genutzt werden, dieser Werttyp wird in der Codeliste jedoch nicht berücksichtigt. Als Attributwert ist für Instrumentenhöhen der Wert 1,650 m als Standardwert *normal* vordefiniert. Wird dieser bei der Stationierung nicht überschrieben, bleibt er bestehen. Die durch Attribute festgelegten Steuercodes sind mit den Standardwerten 200 und 300 bzw. 220 und 225 *fest* vordefiniert, so dass diese nicht verändert werden können.

Codelisten können manuell im Windows Explorer zwischen Ursprungs- und Zielverzeichnis kopiert werden. Dabei tritt allerdings das Problem auf, dass die Codeliste in diesem Fall nicht automatisch registriert wird und somit z. B. auf der Speicherkarte nicht vom Tachymeter erkannt werden kann. Um dies zu verhindern, müssen die Codelisten über die Codelisten Verwaltung manuell registriert werden. Hierzu ist die Codelisten Verwaltung über LGO - Extras zu starten, im erscheinenden Fenster mit der Maus ein Rechtsklick zu machen und *Registrieren* zu wählen. In der dann angezeigten Baumstruktur ist das Verzeichnis aufzurufen, in welcher zuvor die Codeliste abgelegt wurde. Auf der Speicherkarte vom Tachymeter müssen Codelisten im Verzeichnis *lCode* vorhanden sein. Durch Markieren der Codeliste und Drücken von *OK* wird die Registrierung vollzogen. [9]

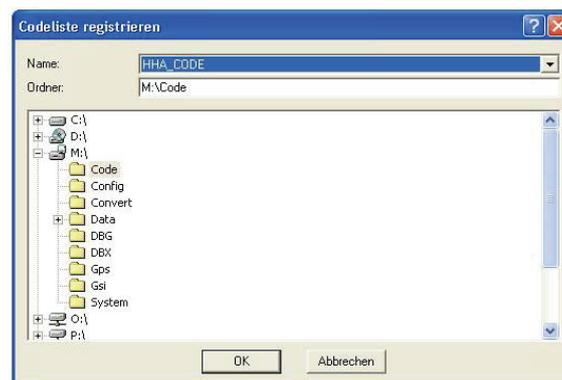


Abb. 8: Registrieren von Codelisten

6.2.2 Format Manager

Wie schon angeschnitten, können Daten aus einem System i. d. R. nicht automatisch in einem anderen verwendet werden. Um diesem Umstand entgegenzuwirken, haben sich einige Standardformate etabliert. Da jedoch nicht für alle Systeme solche Standardformate verfügbar sind, bedarf es sogenannter Konvertierer. Konvertierer (auch Formatdateien oder Exportvorlagen genannt) haben die Aufgabe, Daten aus einem System in eine Form zu bringen, so dass diese von einem anderen System richtig interpretiert werden. Auf den Aufbau der im Rahmen dieser Diplomarbeit mit dem Format Manager erstellten Formatdateien wird in Kapitel 8.1 eingegangen.

Der Format Manager ist eine Anwendung des Leica Geo Office, um Formatdateien zu erzeugen bzw. zu überarbeiten. Von Leica sind mehrere Instrumentenklassen verfügbar, von denen jede eine eigene Formatdatei benötigt. Es ist nicht möglich Formatdateien für das System 1200 bei anderen Instrumentenklassen zu verwenden. Außerdem ist zu unterscheiden zwischen den Formatdatei-Typen *Field* und *Office*. Während der erste Typ für den Datenexport direkt am Gerät vorgesehen ist, dient der zweite zur Konvertierung am Rechner im LGO. Bei Nivellieren der Klasse DNA sind

beide Typen identisch. Der Format Manager unterteilt sich in folgende vier Abschnitte:

- Baumstruktur,
- Editierfeld,
- Formatstringvorschau,
- Übersicht der im Datenblock verfügbaren Variablen.

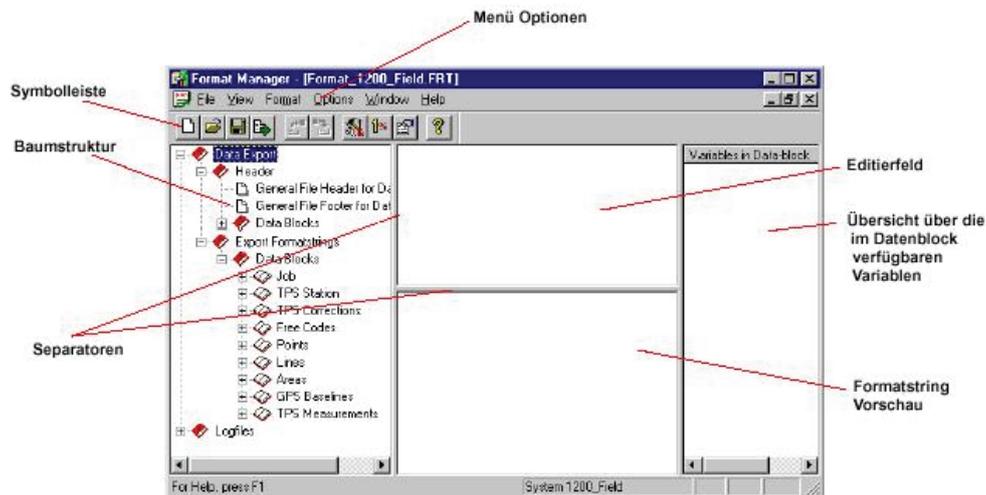


Abb. 9: Aufbau LGO Format Manager

Der Zusammenhang der vier Abschnitte wird in Abbildung 9 ersichtlich. Im linken Fenster sind die einzelnen Parameter als Baumstruktur aufgelistet, welche für den Datenexport von Bedeutung sind:

- Header,
- Export Formatstrings,
- ggf. Logfiles.

Header bedeutet Kopfzeile bzw. Überschrift. *General Header* sind allgemeine Kopfzeilen und werden nur einmal zu Beginn einer Ausgabedatei aufgeführt. Hierauf kann z. B. zurückgegriffen werden, um in Protokollen an oberster Stelle die Firmenanschrift des ausführenden Vermessungsbüros anzugeben. Ebenso erscheint mit dem *General Footer* zum Ende der Ausgabedatei eine allgemeine Fußzeile, etwa für Anmerkungen oder Erläuterungen. Namen von *Data Blocks* sind identisch mit denen der entsprechenden *Export Formatstrings*. Diese listen spaltenweise die mit dem Mess-Instrument erfassten Daten auf. Mit Hilfe der Data Blocks können den Spalten Überschriften zugeordnet werden. Eine Verwendung von Kopf- und Fußzeilen ist optional und empfiehlt sich für Ausgabedateien in Protokollform. Eingegeben werden Kopf- und Fußzeilen manuell im Editierfeld, das Ergebnis wird automatisch in der Formatstring Vorschau angezeigt. Logfiles stehen nur für den Typ *Field* zur Verfügung und berücksichtigen ausschließlich die Messwerte bestimmter Applikationen der Mess-Instrumente.

Sollen mit einer Formatdatei ASCII-Dateien für Zielsysteme erstellt werden, muss die Anordnung der Variablen bzw. Parameter auf das jeweilige System bezogen sein. Die Abgrenzung zwischen den Parametern kann unterschiedlich erfolgen. Je nach Zielsystem sind

- Leerzeichen,
- Tabulatoren,
- Kommata,
- Semikolon,
- Zeilenvorschübe

als Trennzeichen zu verwenden. Für einige Zielsysteme wie CARD/1 müssen Parameter ab einer bestimmten Spalte beginnen und enden. Diesbezüglich ist es beim Format Manager nachteilig, dass im Editierfeld keine Spaltenanfänge und -enden definiert werden können. Stattdessen müssen die Zeichen innerhalb einer Zeile vom Anwender einzeln abgezählt werden.

Variablen innerhalb eines Exportstrings zu definieren ist sehr aufwändig. Diesbezüglich kann auf die *Stringbibliothek* zurückgegriffen werden. Mit dieser lassen sich Inhalte von einzelnen Exportstrings speichern und bei Bedarf in anderen Exportstrings laden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass einige Variablen nicht für alle Exportstrings zur Verfügung stehen.

Bestimmte Zeichen für Zeilenumbrüche gibt es im Format Manager nicht. Zeilen sind durch Betätigen der Entertaste zu beenden. Andernfalls würde die Zeile in der Ausgabedatei nicht enden und der folgende Datenblock direkt in dieser anknüpfen. Formatdateien werden als Binärdateien mit der Dateiendung *.prt abgespeichert. [10]

6.2.3 Der Koordinaten Editor

Mit dem LGO Tools Koordinaten Editor lassen sich Punktkoordinatendateien zur Weiterverwendung mit Mess-Instrumenten von Leica erstellen und bearbeiten. Als mögliche Dateitypen für die Ausgabe stehen dabei standardmäßig die ASCII-Dateitypen IDEX und GSI zur Auswahl. Über einen Datei-Import-Assistenten sind jedoch auch andere ASCII-Formate importierbar. Punktdateien von CARD/1 haben die Dateiendung *.asc, bei CADdy *.kor. Um die Inhalte dieser und anderer Dateien aufrufen zu können, steht die in Abbildung 11 aufgeführte *Koordinaten Edit Ansicht* zur Verfügung. In dieser lassen sich die Punktdaten kontrollieren und verändern sowie gegebenenfalls einzelne Punkte manuell hinzufügen oder löschen.

	Punktennung	Y-Koordinate	X-Koordinate	Höhe	Code
1	5	496.053.985	574.980.677	478.670	055
2	101	495.395.125	574.571.891	487.360	055
3	102	495.410.337	574.542.313	487.110	055
4	103	495.407.953	574.541.381	486.190	055
5	104	495.415.465	574.511.695	484.670	055
6	105	495.422.739	574.474.113	482.730	055
7	106	495.437.185	574.478.117	487.140	055
8	107	495.430.093	574.435.505	480.960	055
9	108	495.451.157	574.442.569	487.120	055
10	109	495.441.447	574.399.681	479.700	055
11	110	495.461.871	574.417.075	486.700	055
12	112	495.470.279	574.409.271	486.700	055
13	113	495.483.927	574.380.493	478.840	055
14	114	495.480.363	574.414.417	487.040	055
15	115	495.422.057	574.514.099	487.260	055
16	116	495.519.645	574.461.667	480.940	055
17	117	495.572.493	574.654.593	482.150	055
18	118	495.586.315	574.673.243	477.850	055
19	119	495.595.523	574.648.471	482.230	055
20	120	495.604.869	574.660.833	477.310	055

Abb. 11: mit dem LGO Koordinaten Editor geöffnete Punktdatei

Die Konvertierung von CAD- in Leica-Koordinatenlisten erfolgt in insgesamt vier Schritten. Nachdem der Koordinaten Editor gestartet wurde, ist die zu konvertierende Koordinatendatei auszuwählen. Im ersten, in Abbildung 11 dargestellten, Schritt wird zunächst der Inhalt der Datei angezeigt, aus dem die erforderlichen Werte hinsichtlich Punktnummer und -code, Ost- und Nordwert sowie Punkthöhe und -klasse zu entnehmen sind.

Punktdateien verschiedener CAD-Anwendungen sind unterschiedlich aufgebaut. Einige beinhalten an erster Stelle einen sogenannten Header mit Informationen zum Dateiinhalt. Dies ist z. B. bei CARD/1 der Fall. Erst im Anschluss daran sind die Punktdaten aufgelistet. Diesbezüglich ist anzugeben, ab welcher Zeile die Punktdaten beginnen. Die einzelnen Parameter werden zeilenweise in Spalten untereinander ausgegeben.

Spalten können unterschiedlich getrennt werden. Während dies bei anderen CAD-Anwendungen durch Trennzeichen wie Komma oder Semikolon geschehen kann, trennt CARD/1 Spalten durch Leerzeichen. Die Art der Trennzeichen und welche Zeilen zur Konvertierung zu berücksichtigen sind, ist daher unbedingt vorzugeben.

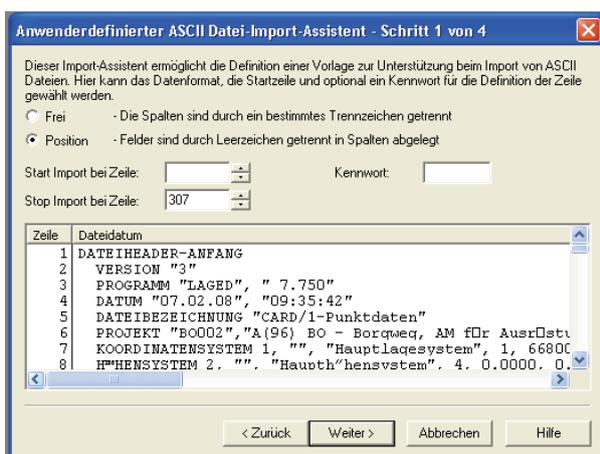


Abb. 12: Import - Schritt 1

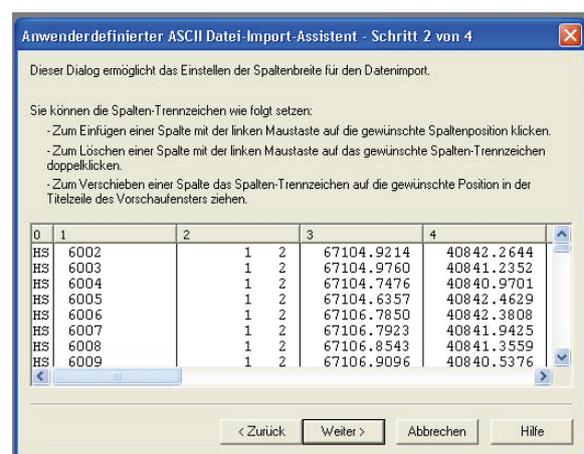


Abb. 13: Import - Schritt 2

Zu konvertierende Koordinatenlisten enthalten in der Regel wesentlich mehr Punktinformationen, als zur Weiterverarbeitung mit dem Mess-Instrument benötigt wird. Im zweiten, in Abbildung 13 gezeigten, Schritt werden deshalb die erforderlichen Angaben herausgefiltert. Um die ausgewählten Spalten dem richtigen

Spaltenkopf zuweisen zu können, ist im dritten, in Abbildung 14 aufgeführten, Schritt der jeweilige Parameter festzulegen. Berücksichtigt werden für den Export folgende Parameter:

- Punktnummer (*erforderlich*),
- Rechtswert (*erforderlich*),
- Hochwert (*erforderlich*),
- Höhe (*optional*),
- Punktcode (*optional*).

Abschließend kann die Konvertierung fertig gestellt werden (siehe Abbildung 15). Falls gewünscht, lassen sich die vorangegangenen Abläufe als Vorlage speichern, so dass diese Schritte bei künftigen Datentransfers des selben Dateityps übersprungen werden können. Zur Kontrolle wird die Ausgabedatei in einer Tabelle angezeigt. [11]

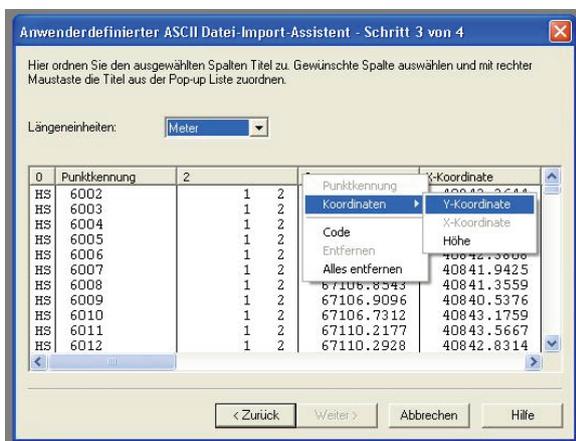


Abb. 14: Import - Schritt 3

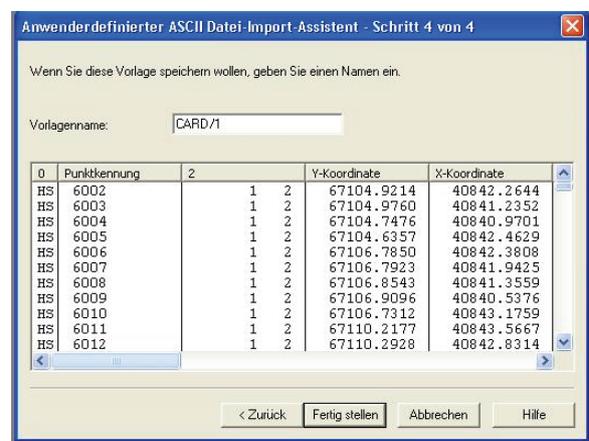


Abb. 15: Import - Schritt 4

6.2.4 Entwurf fürs Feld

Entwurf fürs Feld ist eine Anwendung des Leica Geo Office, mit der verschiedene Datentypen für den Gebrauch mit Mess-Instrumenten vom System 1200 konvertiert werden können. Wird Entwurf fürs Feld über LGO - Extras gestartet, erscheint das in Abbildung 16 angezeigte Fenster. Als zu konvertierender Typ ist zwischen DGM-, Straßen-, Tunnel- und Gleisbaudaten sowie Punkte, Linien & Flächen zu wählen. Für jeden Typ stehen verschiedene Konverter zur Verfügung. Diese lassen sich in der Konverter Verwaltung festlegen und registrieren. Hat der Anwender Typ und Konverter bestimmt, sind die Daten einzulesen.

Für UIB12 ist lediglich der Typ Gleisbaudaten von Bedeutung. Die genauen Schritte, um mit der Anwendung einen Bahnjob zu erstellen, sind im Kapitel 8.3.4 erläutert. Mit dem Konverter Reb können Achs- und Gradientendaten für Road Runner Rail ausgegeben werden, Überhöhungsdaten von Trassen hingegen nicht. Diese sind entweder am Mess-Instrument oder über den Rail Editor händisch einzugeben.



Abb. 16: Entwurf fürs Feld

6.2.5 Rail Editor

Der Rail Editor ist in die Anwendung Entwurf fürs Feld integriert, um Überhöhungsdateien für Gleisbaudaten zu erstellen oder um Daten zu ändern. Hierfür müssen in einem Gleisentwurf unbedingt eine Achse und eine Gradiente vorliegen. Nachdem diese in Entwurf fürs Feld definiert wurden, ist der Rail Editor zu starten. Mit diesem lässt sich für den Gleisentwurf eine bestehende Überhöhungsdatei zuweisen oder eine neue manuell erstellen.

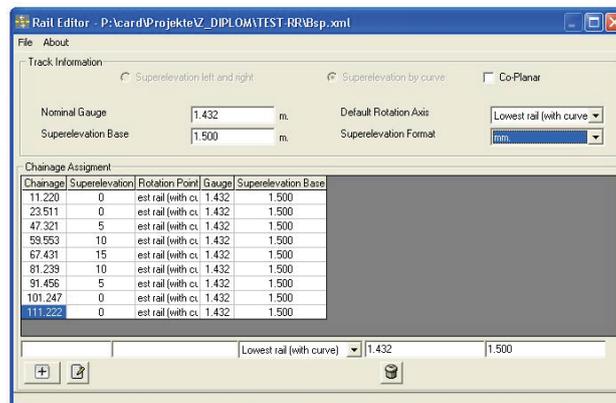


Abb. 17: Rail Editor

Mit Hilfe des Rail Editors können Höhen von Schienen an bestimmten Stationen definiert werden. Die HOCHBAHN verwendet eine Spurweite von 1,432 m, der Abstand zwischen den Mitten der linken und rechten Schiene beträgt 1,500 m. Überhöhungsdaten in Kurven beziehen sich immer auf die untere Schiene, den Unterbogen. Diese Angaben sind einschließlich der Maßeinheit im Kopf des Rail Editors als Standardwerte vorzugeben. Im Hauptfeld können unter *Chainage* die einzelnen Stationen und unter *Superelevation* die jeweiligen Überhöhungen eingegeben werden. Optional lassen sich die Standardwerte der übrigen Spalten für bestimmte Stationen ändern. [12, S. 132 - 136]

7. Vermessung mit dem System 1200

Die Aufgabengebiete des vermessungstechnischen Außendienstes der HOCHBAHN bei UIB12 wurden bereits in der Einführung genannt. In diesem Kapitel sollen die dafür nötigen Verfahren und die praktische Umsetzung mit Tachymetern vom System 1200 aufgeführt werden.

7.1 Stationierung

Bevor mit einem Tachymeter Vermessungsarbeiten durchgeführt werden können, ist das Mess-Instrument zu stationieren und zu orientieren. Hierfür stehen dem Anwender in der Applikation *Setup* folgende Stationierungsmethoden zur Verfügung:

- Setze Azimut,
- Bekannter Anschluss,
- Ori & Hö Übertr.,
- Freie Station,
- FS nach Helmert,
- Lok Bogenschnitt.

Setze Azimut ist die einfachste von allen Stationierungsmethoden. Es wird lediglich ein bekannter Standpunkt und ein bestimmtes Ziel benötigt. Zu bekannten Anschlusspunkten wird ein wahres Azimut, zu unbekanntem Anschlusspunkten wird zunächst ein vorläufiges Azimut gesetzt.

Bekannter Anschluss ist eine ähnliche Stationierungsmethode wie *Setze Azimut*, allerdings muss keine Bezugsrichtung vorgegeben sein. Stattdessen müssen die Koordinaten für einen bestimmten Anschlusspunkt bekannt sein. Aus den Koordinatenunterschieden zwischen Stand- und Anschlusspunkt wird anschließend der Richtungswinkel berechnet.

Bei diesen beiden Stationierungsmethoden besteht die einzige Kontrollmöglichkeit darin, die gemessene Ist-Entfernung zwischen Stand- und Anschlusspunkt mit der aus den Koordinatenwerten berechneten Soll-Entfernung zu vergleichen. Das Mess-Instrument berechnet die Soll-Entfernung und zeigt am Display die Ist-Entfernung sowie die Abweichung zwischen beiden Werten an.

Um das Tachymeter zu orientieren, ist die Anzielung von lediglich einem bekannten Anschlusspunkt ausreichend. Zur Kontrolle ist es vorteilhaft, wenn mehr als nur ein Anschlusspunkt aufgemessen wird. In diesem Fall liegt eine Überbestimmung vor und es wird ein Abriss gerechnet. Anschlüsse sollten immer gleichmäßig verteilt sein.

Zur Anzielung von mehreren Anschlusspunkten kann auf die *Setup*-Methode *Orientierung und Höhenübertragung* verwendet werden. Diese erlaubt es, bis zu zehn Anschlusspunkte anzuzielen. Sobald genügend Anschlusspunkte aufgemessen wurden, kann die Stationierungsgenauigkeit berechnet werden. Die Stationierungsgenauigkeit hinsichtlich Rechtswert, Hochwert und Höhe ist im Vorfeld festzulegen. Sollten ein oder mehrere Anschlusspunkte einen stark negativen Einfluss auf die Stationierung haben, werden diese am Display angezeigt und brauchen nicht für die Stationierung berücksichtigt werden.

Das Mess-Instrument muss jedoch nicht zwangsläufig auf einem bekannten Standpunkt aufgestellt werden. Stattdessen sind auch *Freie Stationierungen* möglich. Um für einen frei gewählten Standpunkt Koordinaten bestimmen zu können, lässt sich durch Richtungsmessungen zu drei bekannten, über den Horizont verteilten Anschlusspunkten ein Rückwärtsschnitt rechnen. Bei Streckenmessungen sind mindestens zwei Anschlusspunkte anzuzielen.

Durch Messung von Richtungen und Strecken zu mindestens zwei bekannten Anschlusspunkten lassen sich Standpunktkoordinaten ermitteln. Zur Steigerung der Genauigkeit sollen jedoch immer mehr Anschlüsse als erforderlich aufgemessen werden. Diese sollten horizontal gleichmäßig verteilt sein, um schleifende Schnitte zu vermeiden. Die Genauigkeitsangaben werden für die Stationierungsmethoden *Orientierung und Höhenübertragung* und *Freie Stationierung* nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet, bei der Freien Stationierung nach Helmert über die Helmertberechnung, sofern eine Überbestimmung vorliegt. Vor dem Setzen von Stationierung und Orientierung werden dem Beobachter entsprechende Genauigkeitsangaben angezeigt, so dass Anschlusspunkte mit negativem Einfluss auf die Genauigkeit für die Berechnung nicht berücksichtigt werden müssen.

!Punkt-Nr.	Verw.	ΔHz [g]
1234567890000001	3D	0.0015
!1234567890000003	3D	-0.0022
!1234567890000006	3D	-0.0005
!1234567890000007	3D	0.0019

Abb. 18: Anschlussgenauigkeit

StatKoord	Ergebnis	StatCode	Plot
σ Ost	:		0.0003 m
σ Nord	:		0.0003 m
σ Höhe	:		0.1892 m
σ Hz Orient	:		0.0009 g
Akt. Massstab :		1.000000000000	

Abb. 19: Stationierungsgenauigkeit

Die Setup-Methode *Lokale Bogenschnitte* steht nur für Leica-Tachymeter der Serie 1200 zur Verfügung. Hierbei werden zu zwei Anschlusspunkten Richtung und Strecke gemessen. Der als erstes aufgemessene Anschlusspunkt stellt den Koordinatenursprung in einem örtlichen Koordinatensystem dar, dem zweiten Anschlusspunkt wird die horizontale Distanz zum ersten Anschlusspunkt je nach Benutzereinstellung entweder auf den Rechts- oder auf den Hochwert aufaddiert.

7.2 Polares Messen

Zur Aufmessung von Objektpunkten wird bei UIB12 das Polarverfahren angewandt. Dabei wird das Mess-Instrument auf einem koordinatenmäßig bekannten Standpunkt aufgestellt und zu einem ebenfalls bekannten Punkt Richtung und Strecke gemessen. Dieser dient als Anschlusspunkt, zu welchem die Bezugsrichtung gesetzt wird. Anschließend werden zu allen aufzumessenden Punkten Richtungen r_i und Strecken e_i bestimmt. „Der im Uhrzeigersinn gemessene Winkel zwischen der Nordrichtung und einer durch zwei Punkte festgelegten Geraden wird als Richtungswinkel bezeichnet.“ [7, S. 20] (Gl. 1.) Die Brechungswinkel β_i ergeben sich, indem von den einzelnen Richtungen r_i jeweils die Bezugsrichtung abgezogen wird (Gl. 2.)). Um die Richtungswinkel t_{s-i} vom Standpunkt zu den einzelnen Neupunkten

zu erhalten, müssen die jeweiligen Brechungswinkel β_i auf den Richtungswinkel t_{S-A} der Bezugsrichtung addiert werden (Gl. 3.)). Somit lassen sich polare Koordinatenunterschiede in rechtwinklige Koordinatenunterschiede umrechnen (G. 4.)) und die rechtwinkligen Koordinaten der Neupunkte berechnen (Gl.5.)).

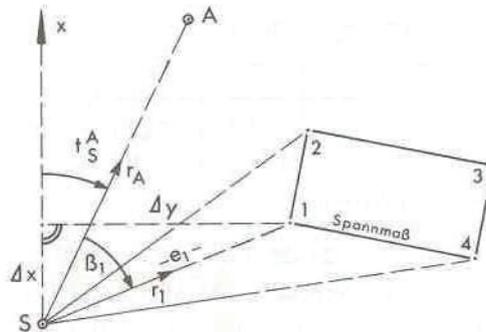


Abb. 20: Polaraufnahme

1.) Richtungswinkel der Bezugsrichtung t_{S-A} :

$$t_{S-A} = \arctan \left(\frac{y_A - y_S}{x_A - x_S} \right)$$

2.) Brechungswinkel β_i zwischen Bezugsrichtung und Richtung r_i zum jeweiligen Neupunkt:

$$\beta_i = r_i - r_A$$

3.) Richtungswinkel vom Standpunkt S zum Neupunkt P_i :

$$t_{S-i} = t_{S-A} + \beta_i$$

4.) Rechtwinklige Koordinatenunterschiede Δy und Δx zwischen Stand- und Neupunkt:

$$\Delta y_i = e_i \cdot \sin t_{S-i}$$

$$\Delta x_i = e_i \cdot \cos t_{S-i}$$

5.) Rechtwinklige Koordinaten für die Neupunkte:

$$y_i = y_S + \Delta y_i$$

$$x_i = x_S + \Delta x_i$$

S = Standpunkt

A = Anschlusspunkt

r_i = Richtung

e_i = Strecke

[7, S. 192 - 194]

Tachymeter vom System 1200 sind so konzipiert, dass in den aktuell verwendeten Mess-Jobs Punktkoordinatendateien vom Rechner eingelesen werden sollen. Diese beinhalten Lage- und optional auch Höhenangaben für Stand- und Anschlusspunkte. So ist das Mess-Instrument in der Lage, synchron zur Messung Koordinatenwerte der Neupunkte zu berechnen und in Form von ASCII-Dateien auszugeben. Dies ist

für UIB12 aber nicht erforderlich. Stattdessen werden am Rechner lediglich polare Messelemente (Richtungen und Strecken) benötigt.

Nachdem die aufbereiteten Messwerte in ein Projekt der CAD-Anwendungen CARD/1 oder CADdy eingelesen wurden, können die Stationierungen in Bezug auf koordinatenmäßig bereits bekannte Stand- und Anschlusspunkte berechnet und die Koordinaten der Neupunkte über polares Anhängen bestimmt werden. Ein Problem besteht für den Beobachter, dass das Mess-Instrument über das im vorigen Abschnitt beschriebene *Setup* zu stationieren ist, welches derartige Punktdaten benötigt. Um für die Zwecke von UIB12 reine polare Messwerte zu erhalten und auf die Verwendung von Koordinatenlisten verzichten zu können, gibt es zwei Lösungsmöglichkeiten. Beide seien nachfolgend erläutert.

Es ist zwar möglich, direkt in die Applikation *Messen* zu wechseln, jedoch kann dann kein Standpunkt definiert werden. Dieser Umstand kann wie folgt umgangen werden. Durch Betätigen der Funktionstaste F7 erscheinen alle in der aktuell verwendeten Codeliste verfügbaren Freien Codes. Bei der erstellten Codeliste erscheint ausschließlich der Freie Code „Standpunkt“, welcher durch die Attribute

- Punktnummer,
- Instrumentenhöhe,
- CARD/1

näher erläutert wird.

Punktnummer ist ein *obligatorischer* Attributtyp und *muss* bei der Stationierung (mit der Standpunktnummer) definiert werden.

Da nicht bei allen Lagemessungen Höhenangaben benötigt werden, hat *Instrumentenhöhe* einen *normalen* Attributtyp. Das heißt, dass das Attribut bereits mit dem Standardwert 1.650 (m) vordefiniert ist und bei Bedarf durch die bei der aktuellen Stationierung verwendete Instrumentenhöhe überschrieben werden kann.

Card ist ein *fester* Attributtyp und kann nicht verändert werden. Durch dieses Attribut wird in der Ausgabedatei der Steuercode in der Standpunktzeile für CARD/1 definiert. Weil in CARD/1 Standpunkte durch den Steuercode 100 definiert sind, würde ein Verändern des entsprechenden Attributes zu Fehlinterpretationen führen.



Abb. 21: Freier Code „Standpunkt“

Auswertetechnisch ist dies zufriedenstellend. Allerdings treten hierbei in der vermessungstechnischen Praxis Schwierigkeiten auf. Die mit dem gleichnamigen Attribut definierte Instrumentenhöhe wird im Job von der Firmware nicht als solche erkannt. Das Mess-Instrument geht stattdessen davon aus, dass die Instrumentenhöhe als bestimmter Parameter über das *Setup* definiert wird. Dieser Parameter ist *normal*, soll heißen er ist wie gerade erläutert bereits mit einem bestimmten Wert vorbelegt, nämlich mit der zuletzt im *Setup* definierten Instrumentenhöhe. Beim Aufrufen des *Setups* wird der Parameter durch die bei der aktuellen Stationierung verwendeten Instrumentenhöhe überschrieben. Für die Auswertung der Rohmessdaten ist dies irrelevant, da in der Ausgabedatei die Instrumentenhöhe durch das entsprechende Attribut vom Code „Standpunkt“ eingetragen und von der CAD-Anwendung als solche richtig interpretiert wird. Allerdings kommt es bei dieser Möglichkeit leicht zu Irritationen für den Beobachter.

Höhendifferenzen zwischen Stand- und Zielpunkt werden berechnet über die Formel:

$$\Delta H = i + \cos z \cdot s - t$$

ΔH = Höhendifferenz

i = Instrumentenhöhe

z = Zenitdistanz

s = Schrägstrecke

t = Reflektorhöhe

Die trigonometrischen Höhendifferenzen werden vom Mess-Instrument automatisch berechnet und erscheinen am Display. Allerdings wird für diese Berechnung nicht die über den Freien Code eingegebene Instrumentenhöhe verwendet, sondern welche im *Setup* zuletzt eingegeben wurde. Somit werden dem Beobachter für den aktuellen Mess-Job nicht die tatsächlichen Höhendifferenzen angezeigt. Um die wahren Höhendifferenzen zu erhalten, müssen Stationierungen deshalb immer über das *Setup* erfolgen. Die einzige Setup-Methode, bei der nicht zwangsläufig Koordinaten für Stand und Anschlusspunkte erforderlich sind, ist *Setze Azimut*.

Stationiert der Beobachter das Mess-Instrument mit dieser Methode, erscheint am Display die in Abbildung 22 dargestellte Anzeige. Damit keine Koordinaten für die Station bekannt sein müssen, ist an der entsprechenden Stelle *aus akt. Setup* zu wählen. In den nächsten beiden Zeilen sind Standpunktnummer und Instrumentenhöhe einzugeben, welche vom Mess-Instrument auch als solche erkannt werden. Folglich werden später die Höhendifferenzen korrekt ausgegeben.

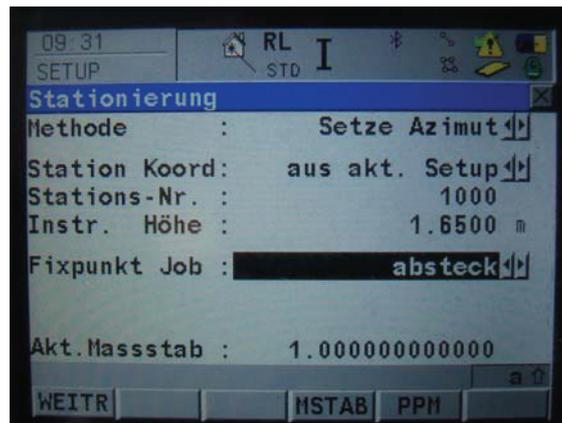


Abb. 22: Setup-Methode „Setze Azimut“

7.3 Absteckung

Zweck einer Absteckung ist es, Punkte eines vorgegebenen Objektes (z. B. Gebäude, Grenzpunkte, Achsen etc.) in die Örtlichkeit zu übertragen. Die verschiedenen Arten der Absteckung seien an dieser Stelle erläutert.

7.3.1 Absteckung von Einzelpunkten

Für die polare Absteckung von Einzelpunkten wird bei UIB12 bisher ein Tachymeter auf einem bekannten Vermessungspunkt aufgestellt und zu einem weiteren bekannten Vermessungspunkt das Azimut bzw. die Bezugsrichtung gesetzt. Jedem abzusteckenden Punkt sind in Bezug auf das Azimut Absteckelemente (Richtungswinkel und Strecke) rechnerisch zugeordnet worden. Beim Horizontalkreis des Tachymeters wird hierzu die jeweilige Richtung eingestellt, der Messgehilfe mit einem Reflektorstab in die Flucht eingewiesen und die Strecke zum Reflektorprisma gemessen. Anschließend wird auf dem Display vom Mess-Instrument die aktuelle Entfernung zum Reflektor angezeigt. Mit den entsprechenden Angaben wird der Messgehilfe nun innerhalb der Flucht vor bzw. zurück geschickt und die Strecke erneut gemessen. Dieser Vorgang ist sofort zu wiederholen, bis sich die Ist-Position des Reflektors innerhalb der zulässigen, zuvor vorgegebenen Abweichung von der Soll-Position befindet. Der Absteckpunkt kann jetzt an der Stelle vermarktet werden. Zur Kontrolle werden die in die Örtlichkeit übertragenen Punkte polar aufgemessen und am Rechner mit den Soll-Werten verglichen.

Dieses Verfahren hat einige Nachteile. Die Absteckelemente beziehen sich auf explizit vorgegebene Stand- und Anschlusspunkte sowie Bezugsrichtungen. Sind Punkte vor Ort nicht auffindbar oder besteht durch Hindernisse keine Sichtverbindung, kann keine Stationierung durchgeführt werden. Um die Absteckung von einem anderen Standpunkt bzw. mit einem anderen Anschlusspunkt durchführen zu können, müssen für diese Station zunächst die Absteckelemente neu berechnet werden. Bei UIB12 werden die polaren Absteckelemente deshalb im Vorwege in Bezug auf mehrere bekannte Punkte ermittelt. Der Vergleich zwischen Soll- und Ist-Werten ist erst später im Innendienst möglich. Dieses Verfahren erfordert ein hohes Maß an Zeit- und Arbeitsaufwand. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass bei nur einem Anschlusspunkt die Bezugsrichtung ungenau gesetzt wird und sich der daraus resultierende Orientierungsfehler auf die Absteckrichtungen auswirkt. Dieser wird erst im Innendienst festgestellt. Wenn möglich, wird von einem zweiten Standpunkt aus eine weitere Kontrollabsteckung durchgeführt.

Künftig sollen Absteckungen mit Hilfe von Punkdateien mit Koordinaten der Bezugs- und Absteckpunkte über die Applikation *Absteckung* durchgeführt werden. Dies hat den Vorteil, dass Stand- und Anschlusspunkte frei wählbar sind. Bei Freien Stationierungen sollte sich der Standpunkt den örtlichen Gegebenheiten anpassen, so dass gute Sichten zu aufzumessenden und abzusteckenden Punkten bestehen. Anschlüsse müssen nach Möglichkeit gleichmäßig verteilt sein, da spitze oder zu stumpfe Brechungswinkel schleifende Schnitte verursachen. Um Absteckpunkte möglichst genau in die Örtlichkeit übertragen zu können, sollte die Entfernung zu Anschlusspunkten stets größer als die zu den abzusteckenden Punkten sein. Zur Bestimmung der Orientierungsunbekannten wird von der Applikation ein Abriss gerechnet und bei der Freien Stationierung zusätzlich die Standpunktkoordinaten inklusive Standardabweichung bestimmt.

Nach erfolgreicher Stationierung kann die Absteckung durchgeführt werden. Zunächst sind die Absteckpunkte am Display im entsprechenden Feld zu wählen. Das Mess-Instrument richtet sich automatisch zur Horizontalrichtung der Absteckpunkte aus und der Messgehilfe kann grob in deren Lage eingewiesen werden. Anschließend kann durch Betätigen der Funktionstaste F2 DIST die aktuelle Position des Reflektors bestimmt werden. Mit den dann angezeigten Korrekturwerten ist der Messgehilfe erneut einzuweisen. Dieser Vorgang ist sooft zu wiederholen, bis die Korrekturwerte nahe bei Null sind. Die Position des vermarkten Absteckpunktes lässt sich mit F1 ALL speichern. Wird dabei die vorgegebene Absteckgenauigkeit überschritten, erscheint eine Fehlermeldung am Display vom Mess-Instrument. Absteckgenauigkeiten richten sich nach dem Zweck der Absteckung. Die Reihenfolge, in welcher die Punkte abgesteckt werden sollen, ist frei wählbar. Standardmäßig geschieht dies nach deren Reihenfolge in der Punkdatei. Alternativ dazu steht jedoch die Funktion *Nächster Nachbar* zur Verfügung. In diesem Fall wird nach der Absteckung eines Punktes derjenige Punkt als nächstes in die Örtlichkeit übertragen, welcher sich vor Ort am dichtesten beim zuvor abgesteckten Punkt befindet.



Abb. 23: Korrekturwerte Absteckung

Zur Kontrolle sind die abgesteckten Punkte von einem anderen Standpunkt aus aufzumessen und die Ist-Position sofort mit der Soll-Position zu vergleichen. Bei einer zu starken Abweichung ist die Absteckung des jeweiligen Punktes gegebenenfalls zu wiederholen. Die Ergebnisse der Absteckung lassen sich mit einem eigens erstellten Qualitätsprotokoll ausgeben.

7.3.2 Absteckmethode Schnurgerüst

Die Absteckmethode Schnurgerüst wird häufig bei Bauvorhaben zur Absteckung von Gebäuden angewandt. In den meisten Fällen wird zunächst eine Grobabsteckung durchgeführt mit Holzpflocken bei einer Genauigkeit von 5cm durchgeführt. Diese dient zum Aushub der Baugrube. Anschließend erfolgt in der fertigen Baugrube eine Feinabsteckung für abzusteckende Objekte (Rohbau, Achsen, Stützen etc.) bei einer Genauigkeit von 1 cm. Dabei können als Vermarkungsmaterial z. B. Pflöcke mit Nägeln, Bolzen, Körnerschläge etc. verwendet werden. Bei jeder Absteckung ist ein spezieller Absteckriss zu führen, in dem Sicherheits- und Kontrollmaße einzutragen sind.

Ein großes Problem bei Bauabsteckungen besteht darin, dass es meistens nicht genügt, einzelne Absteckpunkte in die Örtlichkeit zu übertragen. Deren Vermarkungen können im Zuge der Bauarbeiten beschädigt oder zerstört werden. Um die Absteckung für den gesamten Zeitraum des Bauvorhabens dauerhaft zu sichern, werden mit der Absteckmethode Schnurgerüst Sicherungspunkte vermarkt.

Hierzu werden in ausreichendem Abstand zur Baugrube bzw. innerhalb von dieser etwa 2 m breite Holzbretter parallel zu den Gebäudeseiten an zuvor in den Boden geschlagenen Pflöcken oder Pfählen befestigt. Durch Verlängerung der Baufluchten werden diese mittels Schnurlot und Kerben oder Nägeln auf den Brettern kenntlich gemacht. Nach Einspannen von Schnüren in die Kerben bzw. Nägel können die Gebäudeecken durch Überkreuzen der einzelnen Schnüre vor Ort auf wenige Millimeter genau abgelotet werden. Bei Bedarf lassen sich mit diesem Verfahren weitere Fluchten (etwa Fundament- und Sockelfluchten) darstellen.

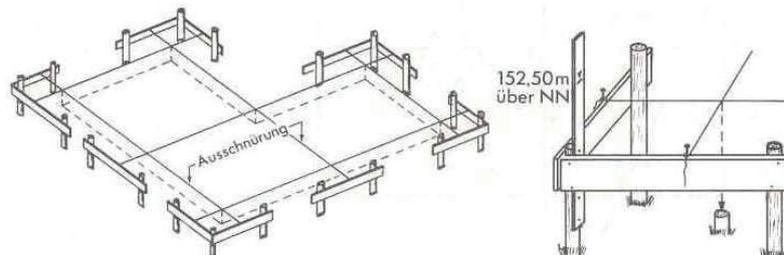


Abb. 24: Absteckmethode Schnurgerüst

Da die zu erreichende Genauigkeit beim Fluchten nur begrenzt ist, werden Nägel bei UIB12 oft mit Hilfe von Tachymetern auf den Brettern abgesetzt. Dafür werden zwei Nägel an beliebigen Stellen auf die Bretter geschlagen, welche vom Mess-Instrument lagemäßig erfasst werden. Da die Lage der Gebäudeecken für die Absteckung bereits bekannt ist, werden im Innendienst Geradenschnitte zwischen Bau- und Nagelfluchten berechnet. Den Messgehilfen wird vor Ort der Abstand des Schnittpunktes zu den Nägeln genannt, so dass sich die Schnittpunkte per Nagel auf den Brettern vermarken lassen. Tachymetern von Leica steht hierfür die Applikation *Schnurgerüst* zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Anwendung ist es möglich Baufluchten rechnerisch zu verlängern und durch Fluchtpunkte abzustecken.

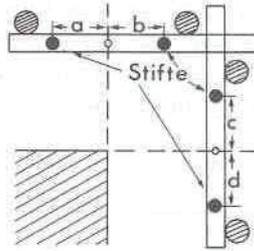


Abb. 25: Direkte Bestimmung der Fluchtpunkte auf dem Schnurgerüst

Mit der Applikation *Schnurgerüst* können zum einen Fluchtpunkte neu abgesteckt werden, zum anderen kann kontrolliert werden, inwieweit sich bereits abgesteckte Fluchtpunkte außerhalb einer Bauflucht befinden. Nachdem das Mess-Instrument übers Setup stationiert und orientiert wurde, kann der Anwender zwischen Absteckung oder (*Kontroll-*)Messung zu einer Linie wählen. In beiden Fällen sind Anfangs- und Endpunkt einer Gebäudeseite festzulegen. Sollen Fluchtpunkte abgesteckt werden, sind deren Maße bzw. Offsets in Bezug zur Gebäudeseite einzugeben. Längsmaße beziehen sich immer auf den Startpunkt der Gebäudeseite. Quermaße links von der Gebäudeseite sind mit einem negativen Vorzeichen zu versehen, rechts davon mit einem positiven. Ähnlich wie bei der Applikation *Absteckung* ist der Messgehilfe grob in die Flucht der Gebäudeseite einzuweisen und das Reflektorprisma mit F2 DIST aufzumessen. Anschließend erscheinen am Display Korrekturwerte, mit denen der Messgehilfe erneut einzuweisen ist. Sobald die Korrekturwerte nahe genug bei Null liegen, kann die Position des Absteckpunktes über F1 ALL abgespeichert und der Nagel eingeschlagen werden. Werden die vorgegebenen Toleranzen überschritten, wird eine Fehlermeldung angezeigt.

Die Applikation *Schnurgerüst* erlaubt es, Positionen von bestehenden Fluchtpunkten bezogen auf Messungslinien zu kontrollieren. Wurde die entsprechende Aufgabe in der Auswahlseite definiert, können zu kontrollierende Fluchtpunkte direkt aufgemessen werden. Mit F2 DIST werden die Abstände zur Messungslinie angezeigt. Maße längs zur Messungslinie werden sowohl auf den Start- als auch auf den Endpunkt bezogen ausgegeben. Durch F1 ALL wird die Position des Fluchtpunktes sofort abgespeichert, ohne dass die Abstände am Display angezeigt werden. Darüber hinaus lassen sich mit der Applikation *Schnurgerüst* auch Punkte bezogen auf Bögen und Gitter abstecken und kontrollieren. Hiervon wird bei UIB12 jedoch kein Gebrauch gemacht. Für die Applikation *Schnurgerüst* kann ein eigens erstelltes Qualitätsprotokoll ausgegeben werden.

7.4 Trassenabsteckung

7.4.1 Theorie

7.4.1.1 Trasse

„Im Bauwesen wird mit dem Begriff Trasse die Achse eines linienförmigen Objekts, die durch eine Folge mathematisch definierter Trassenelemente nach bautechnischen, topographischen, fahrdynamischen, ökologischen, fahrpsychologischen, ästhetischen und ökonomischen Gesichtspunkten in horizontaler und vertikaler Richtung festgelegt wurde, bezeichnet.“ [5, S. 20]

Der Begriff „Trasse“ kommt aus dem Französischen („*trace*“) und lässt sich mit „Spur“ übersetzen. Geläufig ist auch die Bezeichnung „Linienführung“, weil Trassen die Achsen von linienförmigen Bauobjekten darstellen. Diese verbinden verschiedene Orte miteinander, um Personen oder Güter zu befördern. Hierzu zählen folgende bauliche Anlagen:

- Gleisanlagen,
- Straßen,
- Wasserstraßen,
- Rohrleitungen,
- Stromleitungen.

Trassen sind räumliche Linien, welche sich bei Bearbeitung und grafischer Darstellung in horizontale Komponenten (zur ebenen Darstellung in Karten) und vertikale Komponenten (für Längsprofile) zerlegen lassen. Moderne CAD-Anwendungen ermöglichen allerdings auch räumliche Darstellungen.

Trassen bestehen aus Trassierungselementen, welche folgende Bedingungen erfüllen müssen:

- Die geometrischen Eigenschaften müssen sich den fahrdynamischen Ansprüchen der entsprechenden Verkehrsmittel anpassen.
- Sie müssen mathematisch exakt definierbar und leicht zu berechnen sein.
- Die bauliche Ausführung und spätere Instandhaltung hat einfach und ökonomisch effizient zu sein.

Der Entwurf von Trassen erfolgt in der Regel in drei Schritten:

1. Zunächst ist der horizontale Verlauf der Trasse unter Berücksichtigung von Zwangspunkten zu definieren.
2. Unter Beibehaltung des horizontalen Trassenverlaufes ist als nächstes der vertikale Verlauf festzulegen.
3. Der vorläufige Entwurf ist später im Sinne einer Feinabstimmung zu verändern.

Trassen setzen sich aus horizontalen und vertikalen Trassierungselementen zusammen. Bei horizontalen Trassierungselementen ist zwischen Trassierungselementen mit konstanter Krümmung (Gerade und Kreisbogen) sowie variabler Krümmung (Übergangsbogen) zu unterscheiden. Vertikale Trassierungselemente können ebenfalls linear steigende oder dynamische verlaufende Krümmungsänderungen aufweisen. Sogenannte Ausrundungsbögen in der Vertikalen stellen geometrisch betrachtet ebene Kurven dar.

Während Geraden im Straßenbereich heutzutage wegen fahrpsychologischen und ästhetischen Aspekten nach Möglichkeit zu vermeiden sind, sind sie im Eisenbahnbau nach wie vor von enormer Bedeutung. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Spurführungskräfte, welche auf Hochgeschwindigkeitsstrecken (z. B. ICE-Strecken) am größten sind, in der Gerade den niedrigsten Einfluss auf die Verformung der Gleise haben.

Der Kreisbogen ist die mathematisch und bautechnisch gesehen einfachste Kurve, um zwei Geraden miteinander zu verbinden. Dessen Radius ist hinsichtlich Spurweite, Fahrzeug und Geländeform zu bestimmen. Geometrisch betrachtet harmonisieren Geraden und Kreise bzw. Kreise unterschiedlicher Radien als Linienführung miteinander. Fahrdynamisch gesehen treten mit zunehmender Geschwindigkeit der Fahrzeuge jedoch Schwierigkeiten auf. In der Gerade wirken folgende Beschleunigungen auf Fahrzeuge ein:

- Die horizontale Beschleunigung in Richtung der Geraden ist die Geschwindigkeit des Fahrzeuges.
- Die Beschleunigung in Richtung der Schwerkraft der Erde ist die Fallbeschleunigung ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$; die Abhängigkeit von der geografischen Breite kann im Eisenbahnbau außer Acht gelassen werden).

Innerhalb der Bögen wirkt zusätzlich die Fliehbeschleunigung, welche die Fahrzeuge nach Bogenaußen trägt:

$$\text{Fliehbeschleunigung } a_f = v^2/r = v^2$$

v = Fahrzeuggeschwindigkeit in m/s

r = Bogenradius im Punkt m

k = Krümmung $k = 1/r$

Aus diesem Zusammenhang wird ersichtlich, dass die Fliehbeschleunigung abhängig von Radius und Geschwindigkeit ist. Da im Kreisbogen der Radius konstant ist, hat in diesem lediglich die Geschwindigkeit Einfluss auf die Fliehkraft. Um ein Entgleisen des Zuges zu verhindern und den Fahrgästen ein angenehmes Fahrgefühl zu ermöglichen, darf die Geschwindigkeit des Fahrzeuges eine bestimmte Höchstgrenze nicht überschreiten. Bei der HOCHBAHN beträgt die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf Hauptgleisen 80 km/h, auf Nebengleisen 20 km/h. Im Bahnsteigbereich ist die zulässige Höchstgeschwindigkeit auf 50 km/h herabgesetzt.

Um im Bogenbereich den seitlichen Einfluss der Fliehkraft zu beseitigen, wird die äußere Schiene um einen Betrag u angehoben. Der Parameter u wird Überhöhung bzw. Querneigung genannt. Er beträgt bei der HOCHBAHN maximal 150 mm.

$$u/s = \sin \alpha$$

u = Überhöhung

s = Spurweite (bei der HOCHBAHN 1,432 m)

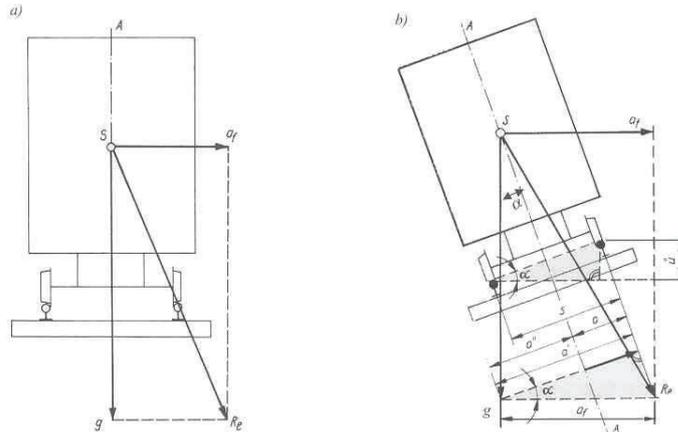


Abb. 26: Wirkung von Flieh- und Fallbeschleunigung
 a) im nicht überhöhten Gleis
 b) Eliminierung der Seitenbeschleunigung durch Gleisüberhöhung

In Abbildung 26 ist die Wirkung von Flieh- und Fallbeschleunigung im nicht überhöhten Gleis (a) und die Beseitigung der Seitenbeschleunigung durch eine Überhöhung der Gleise (b) dargestellt.

$$a' = a_f \cos \alpha$$

$$a'' = g \sin \alpha$$

$$a = a' - a'' = v^2/r \cos \alpha - g \sin \alpha \quad | \cos \alpha \sim 1 \text{ (annähernd)}$$

$$a = v^2/r - (u \cdot g)/s \quad | \text{Seitenbeschleunigung wird } \alpha = 0, \text{ wenn}$$

$$v^2/r = (u \cdot g)/s$$

Wenn genau dies der Fall ist, sind Wagenachse A,A und Resultierende R_e identisch. Die Überhöhung kann dann wie folgt berechnet werden:

$$u = (v^2 \cdot s)/(r \cdot g)$$

Wie bereits angeschnitten, sind in einem Kreisbogen Spurweite s , Fallbeschleunigung g und Radius r konstant, nur die Geschwindigkeit v ist veränderlich. Daraus geht hervor, dass die Seitenbeschleunigung nur für einen bestimmten Wert von v ausgeschlossen werden kann. Wird dieser Wert überschritten, ist $a > 0$, bleibt er hingegen darunter, ist $a < 0$. Wenn v und u so angesetzt sind, dass $a = 0$ wird, können die Parameter wie folgt zu einer Konstante zusammengetragen werden:

$$c = (v^2 \cdot s)/g$$

Die Überhöhung wird in diesem Fall:

$$u = c/r = c \cdot k$$

Aus diesen Zusammenhängen ist ersichtlich, dass Überhöhung u und Krümmung k in linearem Zusammenhang miteinander stehen. In Kreisbögen ist ihre Größe konstant, in der Geraden nimmt sie den Wert 0 an. [5, S. 20 - 24]

7.4.1.2 Übergangsbogen

Der Übergang von der Überhöhung $u = 0$ in der Geraden zur Überhöhung $u = c \cdot k$ im Kreisbögen muss „harmonisch“ erfolgen, um ruckartige Bewegungen des Fahrzeuges zu vermeiden. Deshalb ist die äußere Schiene nach einer mathematischen Gesetzmäßigkeit anzuheben, wobei von einer Überhöhungsrampe gesprochen wird. Hierfür ist ein Übergangsbogen erforderlich, dessen Krümmungsänderung mit der mathematischen Gesetzmäßigkeit der Überhöhungsrampe erfolgt. Die Wahl des Überhöhungsverlaufes übt einen entscheidenden Einfluss auf das Fahrverhalten des Fahrzeuges beim Befahren des Übergangsbogens aus.

Die bautechnisch einfachste Lösung ist die linear wachsende Überhöhung, welche lineare Überhöhungsrampe genannt wird. Wächst u im Verhältnis zur Streckenlänge l , so nimmt die Krümmung der Kurve auch entsprechend linear zu. Der auf diesem Krümmungsgesetz basierende Übergangsbogen ist die Klothoide. Diese passt sich bei entsprechender Wahl der Klothoidenparameter allen Krümmungsverhältnissen und Bedingungen gut an. Allerdings weist die lineare Überhöhungsrampe auch gewisse Nachteile auf. So kommt es beim Durchfahren der Kurve zu ruckartigen Hubbeschleunigungen an Rampenanfang und -ende. Von daher werden für Hochgeschwindigkeitsstrecken (z. B. ICE-Strecken) andere Rampenformen empfohlen:

- quadratische Parabel (Schramm-Kurve),
- kubische Parabel (Bloss-Kurve),
- Sinusoide,
- Wiener Bogen (nach dem Prinzip der Schwerpunktrassierung).

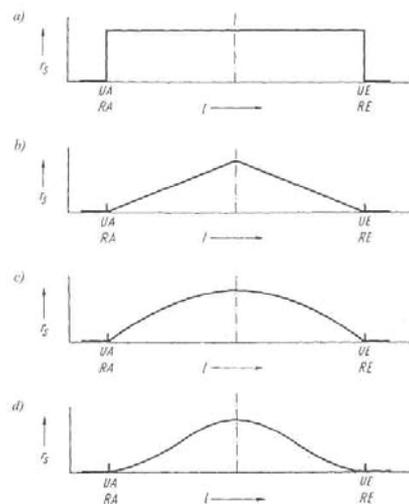


Abb. 27: Seitenrucklinie

- Klothoide
- Schramm-Kurve
- Bloss-Kurve
- Sinusoide

Da die zulässige Höchstgeschwindigkeit der HOCHBAHN jedoch nur 80 km/h beträgt, werden die aufgeführten Rampenformen außer Acht gelassen. Es wird lediglich die Klothoide als Übergangsbogen verwendet. [5, S. 20 - 25]

7.4.1.3 Klothoide

Die Klothoide ist wie die kubische Parabel ein Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie, das heißt die Krümmung verläuft geradlinig von null bis zur Krümmung des anknüpfenden Kreisbogens. Dabei ist der Punkt mit der geringsten Krümmung der Anfang des Übergangsbogen, der mit der größten Krümmung wiederum dessen Ende.

$$k = c \cdot l = 1/r$$

l = Bogenlänge von UA bis zum Punkt P

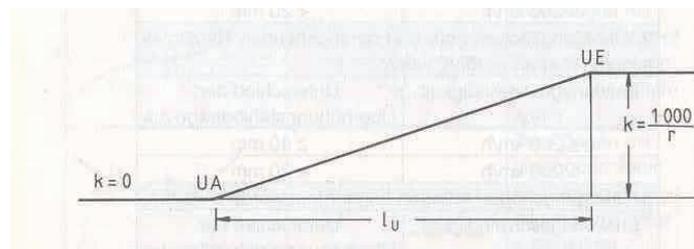


Abb. 28: Krümmungsband Übergangsbogen mit gerader Krümmungslinie

Rechtsläufige Bögen werden im Krümmungsband oberhalb der Grundlinie abgebildet (linksläufige unterhalb), der Richtungsverlauf erfolgt in Richtung der Streckenkilometrierung.

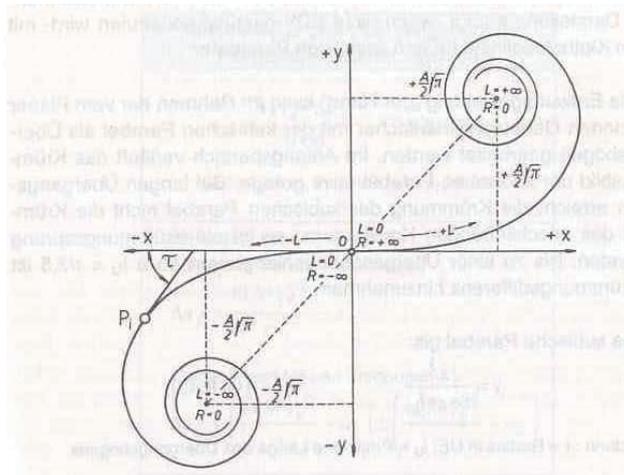


Abb. 29: Klothoide

Die Grafik macht deutlich, dass es sich bei der Klothoide um eine ebene Spiralkurve handelt. Da im Bereich des Verkehrswesens sehr große Radien verwendet werden, wird in der Praxis nur das Anfangsstück der Klothoide genutzt. Ab der ersten Wendestelle ändert sich die Bogenrichtung und der Radius geht zunehmend gegen null. Die elementare Formel der Klothoide lautet:

$$A^2 = l \cdot r$$

l = Bogenlänge im Punkt P in Bezug zum Übergangsbogenanfang,

r = Kurvenradius im entsprechenden Punkt P,

A = Maß der Krümmungszunahme.

A ist ein dimensionsloser konstanter Parameter, der das Verhältnis zwischen zunehmender Bogenlänge und dem jeweiligen Kurvenradius wiedergibt. Alle Klothoiden sind einander ähnlich, so dass sich die Elemente von einer Klothoide in die andere mit Hilfe ihrer Parameter A_1 und A_2 als Vergrößerungsfaktor umrechnen. Bei der Einheitsklothoide hat A den Wert 1. Die Klothoidenparameter sind so zu bestimmen, dass Übergangsbogen und Kreisbogen an der Stelle, an der sie zusammentreffen (das Übergangsbogenende), den selben Radius besitzen. Dementsprechend sollten beide Trassierungselemente am Übergangsbogenende eine gemeinsame Tangente haben. Der dazugehörige Winkel ergibt sich aus folgender Formel:

$$\tau = l/(2r) = l^2/(2A^2) = A^2/(2r^2) \text{ [rad]} \quad | \cdot (200/\pi) \text{ [gon]}$$

In der Vergangenheit wurden Absteckmaße für Klothoiden in sogenannten Klothoidentafeln tabellarisch aufgeführt und zeichnerisch von Hand mit Kurvenlinealen konstruiert. In der heutigen Zeit erfolgen Berechnung und grafische Darstellung hingegen schnell und effektiv über entsprechende Vermessungs- und/oder CAD-Anwendungen am Rechner. [4, S. 110 - 112]

7.4.1.4 Neigung - Neigungsverhältnis

Der vertikale Verlauf der Trasse wird Gradiente genannt und setzt sich zusammen aus:

- Gerade,
- Kreis,
- Spline-Funktion.

Die Gradiente besteht aus einer Folge sich schneidender Geraden, welche an den Schnittpunkten (Neigungswechseln) durch vertikale Kreisbögen ausgerundet werden. Um eine Gradiente berechnen zu können, werden die Stationen der Neigungswechsel und deren Höhen benötigt, um die Neigung der Gerade zu definieren.

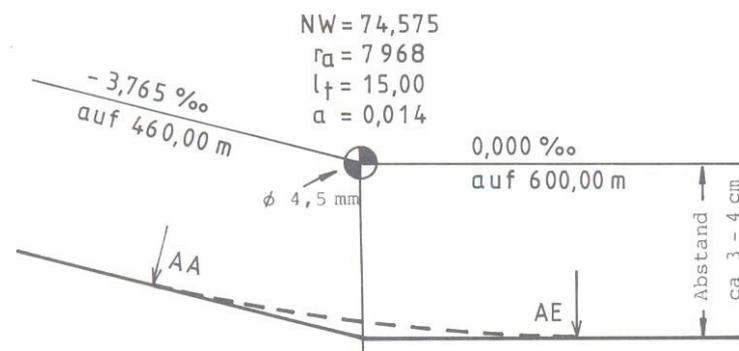


Abbildung 30: Neigungswechsel im Längsprofil

Um dem Fahrzeug auch in der Vertikalen eine angenehme Fahrdynamik zu gewährleisten, werden die sich schneidenden Geraden ausgerundet. Dies geschieht

in der Regel durch vertikale Kreisbögen. Unter Umständen, etwa um Zwangspunkte zu berücksichtigen, kann aber auch auf Spline-Funktionen zurückgegriffen werden. Spline-Funktionen werden bei der HOCHBAHN allerdings nicht eingesetzt. [5, S. 26]

7.4.1.5 Trassierung

Die horizontalen und vertikalen Trassierungselemente ergeben miteinander verknüpft eine komplexe Raumkurve. Der Einfachheit halber sollten deshalb horizontale und vertikale Trassierungselemente stets getrennt voneinander bearbeitet werden. Unter den in diesem Kapitel aufgeführten Gesichtspunkten sollten Trassen so entworfen werden, dass sie sich topografischen, geometrischen, fahrdynamischen, verkehrstechnischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten gut anpassen. In das Aufgabengebiet des Vermessungswesens fällt es hierbei, die entworfene Trasse geometrisch zu berechnen und in die Örtlichkeit zu übertragen. Dies geschieht in der Regel durch eine punktweise Absteckung. Dementsprechend müssen genügend Trassenpunkte bekannt sein, um die örtliche Herstellung der Trasse nach den vorgegebenen Genauigkeitsansprüchen auf bekannte Festpunkte bezogen näherungsweise durchführen zu können. Trassenpunkte werden unterteilt in:

- Geradenpunkte,
- Bogenhauptpunkte,
- Bogenzwischenpunkte.

Geraden sind durch einen Anfangs- und einen Endpunkt definiert. Auf längeren Geraden sollten zusätzlich ausreichend Zwischenpunkte zwischengeschaltet werden. Zu den Bogenhauptpunkten, welche Anfang und Ende von Trassenelementen darstellen, zählen:

- Kreisbogenanfang BA,
- Kreisbogenende BE,
- Übergangsbogenanfang UA,
- Übergangsbogenende UE,
- Ausrundungsbogenanfang AA,
- Ausrundungsbogenende AE.

Ausrundungsbögen sollten aufgrund der Verwindung nach Möglichkeit nicht in Übergangsbögen fallen. Die Stationen der Bogenhauptpunkte ergeben sich aus der berechneten Trassierung. Die Stationen der Bogenzwischenpunkte, mit deren Hilfe die Form des Bogenverlaufes festgelegt werden kann, hingegen sind frei wählbar. Die Punktabstände sind diesbezüglich vorwiegend von der Krümmung abhängig. Außerdem ist eine Zwangspunktidiagnose zu festen Bauwerken (Gebäude, Brücken, Masten etc.) erforderlich. Für die Zukunft ist davon auszugehen, dass die punktweise Absteckung zunehmend an Bedeutung verlieren und durch eine dynamische Steuerung der Fertiger von wenigen Festpunkten abgelöst wird. [5, S. 26 - 27]

7.4.1.6 Lichtraumprofil

Ein weiterer wichtiger Aspekt im Bahnbau ist das Lichtraumprofil. „Das Lichtraumprofil ist ein von Einbauten freizuhalten Bereich des Querschnitts einer Bahn. Er muss so bemessen sein, dass das größtzulässige Fahrzeug einschließlich seiner Ladung unter Berücksichtigung aller aus der Kinematik abzuleitenden

Randbedingungen sowie zu unterstellender Lagefehler des Gleises ohne Gefahr des Anpralls an baulichen Anlagen sicher verkehren kann. Damit ist das Lichtraumprofil ein wesentliches Element der Querschnittsgestaltung der Bahnen.“ [4, S. 42]

Jedes Bahnunternehmen verfügt über eigene Regellichtträume. Während z. B. die Deutsche Bahn AG einen Regellichtraum nach EBO verwendet, ist der Regellichtraum für die HOCHBAHN in der RUT wie in Abbildung 31 dargestellt festgelegt.

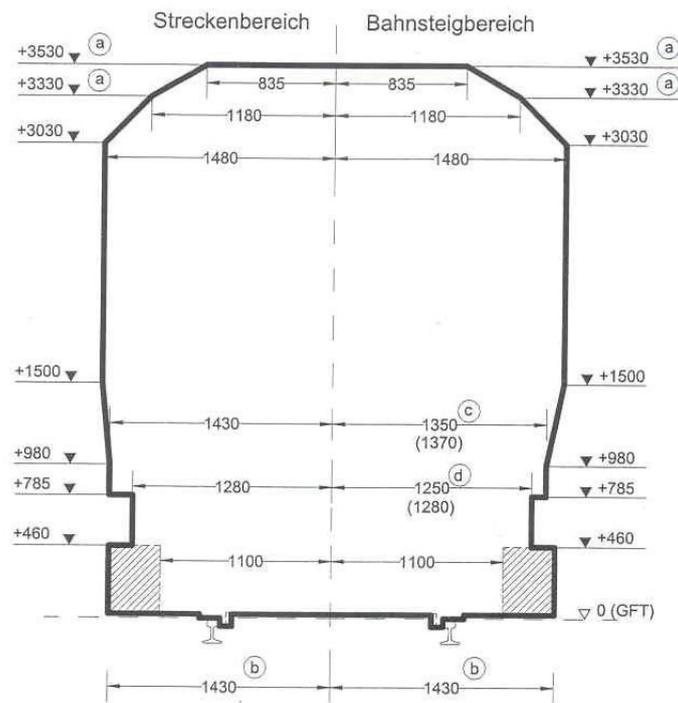


Abb. 31: Lichtraumumgrenzung gemäß RUT

Die Lichträume hinsichtlich Strecken- und Bahnsteigbereich unterscheiden sich von einander. Darüber hinaus sind folgende Festlegungen vorgegeben:

- a) bestehende Anlagen und Kreistunnel (Tübbing) dürfen noch 50 mm tiefer reichen,
- b) bei bestehenden Anlagen darf dieses Maß um 100 mm verringert werden,
- c) Gerade und Bögen mit mindestens 300 m Radius, sonst (...),
- d) Gerade und Bögen mit mindestens 300 m Radius, sonst (...).

Die Verbindungslinie der Oberkanten der Schienen ist die gemeinsame Fahrflächentangente (GFT). Als Bezugsniveau für die Höhenlage des Gleises dient die Schienenoberkante (SO) des Unterbogens. [8, S. 6 - 7]

7.4.2 Absteckung von Bahnanlagen

7.4.2.1 Vorbereitung der Absteckung

Für eine Absteckung muss ein Verzeichnis für bestehende Lage- und Höhenfestpunkte des Absteckgebietes vorliegen, auf die sich abzusteckende Trassen und Bauwerke beziehen. Trassierungsentwürfe müssen zuvor hinsichtlich

Fahrdynamik und Gleisgeometrie überprüft worden sein. Um den zeitlichen Ablauf des Baubetriebes nicht zu verzögern, ist eine Frist zu setzen, bis zu der die Absteckung allerspätestens fertigzustellen ist. Außerdem sollte in Betracht gezogen werden, dass vermarktete Punkte im Zuge der Baumaßnahmen möglicherweise beschädigt oder gar zerstört werden könnten. Für abzusteckende Zwischenpunkte ist ein geeigneter Abstand innerhalb der Achsen festzulegen. Vor Ort muss überprüft werden, ob bekannte Festpunkte tatsächlich vorhanden sind. Wenn es die Umstände erfordern, ist das Festpunktnetz entsprechend zu verdichten. [5, S. 363 - 365]

7.4.2.2 Durchführung der Absteckung

Trassenpunkte können auf verschiedene Weise vermarkt werden. Während bei über Hochspannungsleitungen elektrifizierten Bahnunternehmen wie der Deutschen Bahn AG Trassenpunkte an den Fahrleitungsmasten vermarkt sind, werden diese für durch seitliche Stromschienen elektrifizierte Bahnunternehmen wie der HOCHBAHN mit neben das Gleisbett gerammte Schienenstücke kenntlich gemacht. In jedem Fall beziehen sie sich auf das Lage- und Höhensystem der jeweiligen Trasse. Um Trassenpunkte vor Ort abzustecken, gibt es im Bahnbau verschiedene Methoden:

- Langsehnenverfahren,
- direkte Absteckung der Trassenpunkte,
- Absteckung durch Aufmessen.

Das Langsehnenverfahren beruht auf dem Prinzip, dass in Bezug auf eine Langsehne zwischen sich jeweils gegenüberliegenden Trassenpunkten sogenannte Pfeilhöhen bestimmt werden. Da dieses Verfahren in der Praxis aber kaum noch Anwendung findet, wird darauf nicht näher eingegangen. Ein gängiges Verfahren ist es hingegen Trassen- und bei Bedarf Verdichtungspunkte direkt abzustecken. Hierzu ist entlang der Trasse bezogen auf das bestehende Festpunktnetz ein Polygonzug durchzuführen. Die in das Festpunktnetz eingerechneten Trassenpunkte können anschließend von den einzelnen Polygonpunkten aus in die Örtlichkeit übertragen werden.

Wie bereits angeschnitten, werden durch Baumaßnahmen vermarktete Punkte häufig beschädigt oder entfernt. Deshalb werden zusätzlich Sicherungspunkte außerhalb der Trasse vermarkt und im System von Trasse und Gradienten lage- sowie höhenmäßig erfasst. Für die zur Verfügung stehenden Punkte lassen sich bezogen auf Soll-Trasse und -gradienten Lage- und Höhenabsteckwerte bestimmen. In vielen Fällen genügt es allerdings, lediglich Ist-Gleislage und -höhe zu bestimmen, für die zum Erreichen der Soll-Vorgaben entsprechende Verbesserungswerte zu berechnen und mit Hilfe einer Gleisricht- und Stopfmaschine oder von Hand eine Gleiskorrektur vorzunehmen. Tatsächlich abgesteckt werden Geometriehaupt- und Zwischenpunkte. Zu den Hauptpunkten zählen:

- Bogenhauptpunkte (Kreis- und Übergangsbögen),
- Neigungswechsel,
- Ausrundungsbogenanfang,
- Ausrundungsbogenende.

Für die Verlegung von Gleisen ist es jedoch von Vorteil, weitere Zwischenpunkte in der Gleisachse zu vermarken und diese als Zwischenpunkte aufzumessen. Bei der

HOCHBAHN werden diese in den Geraden etwa alle 25 m und im Bogenbereich alle 10 m aufgemessen. Haupt- und Zwischenpunkte sind in einer gemeinsamen Punktliste zu führen.

Heute stehen elektronische Mess-Instrumente mit Trassenprogrammen zur Verfügung. UIB12 besitzt das Trassenprogramm *Road Runner Rail*. Trassenprogramme ermöglichen es, von bekannten und frei stationierten Standpunkten aus Trassenpunkte abzustecken. Diesbezüglich berechnet das Programm auf dem aktuellen Standpunkt die entsprechenden Absteckelemente. Abzusteckende Hauptpunkte werden durch seitlich von der Gleisachse gelegene Sicherungspunkte in die Örtlichkeit übertragen. Punktnummern und Absteckwerte werden mit Farbe an das Schienenstück oder neben den Bolzen (im Bahnsteig- und Tunnelbereich) gezeichnet. Mit diesen Angaben ist der Baubetrieb in der Lage, die jeweiligen Absteckmaße mit Messband und Wasserwaage zur Bauausführung zu übertragen. Unmittelbar nach der Gleisverlegung wird eine Gleisstopf- und Richtmaschine das Gleis stabilisieren. Durch die anstehende Betriebsbelastung werden sich die Gleise jedoch hinsichtlich Lage und Höhe verformen, so dass nach einiger Zeit eine erneute Stopfung notwendig ist.



Abb. 32: Gleisricht- und Stopfmaschine der HOCHBAHN (Fa. E M S Gleisbau)

Von Weichen sind Anfang und Ende sowie bei Kreuzungsweichen zusätzlich die Mitte abzustecken. Gegebenenfalls werden von Weichen Zwischenpunkte abgesteckt, was vor allem im Bogenbereich der Fall ist. Da Weichen verschiedene Gleise miteinander verknüpfen, erfordern diese ein besonders hohes Maß an Absteckgenauigkeit. Weichenpunkte werden so abgesteckt, dass Gleisbauer Weichenanfang und -ende problemlos mit geringem Aufwand (z. B. Schnüre) in die Gleisachse übertragen können. Als Vermarkungsart kann hierbei auf farblich markierten Körnerschlägen an benachbarten Gleisen oder Bahnsteigen sowie Pflöcke und Nägel zurückgegriffen werden. Höhendifferenzen beziehen sich immer auf den nicht überhöhten Schienenstrang an der jeweiligen Station.

Der wichtigste Aspekt beim Abstecken von Bahnsteigkanten sind relative Lage und Höhe in Bezug auf das Gleis. Die jeweiligen Angaben sind vor Ort kenntlich zu machen und in entsprechenden Plänen festzuhalten. Oftmals werden sowohl Gleis als auch Bahnsteig zur selben Zeit errichtet. In diesem Fall muss die Absteckung nach absoluten Koordinaten erfolgen. Abzustecken sind stets Anfang und Ende des Bahnsteiges. Im Idealfall verläuft dieser streng gerade. Viele Haltestellen liegen

jedoch im Bereich von Bögen, so dass Bahnsteigachsen je nach Gegebenheit durch eine entsprechende Anzahl von Zwischenpunkten verdichtet abgesteckt werden müssen. Durch die Berücksichtigung der Wagenausschläge in der Seite und der Höhe, erhalten Bahnsteigkanten einen ähnlichen Verlauf wie die Gleisachse. Pro Achse muss mindestens ein Absteckpunkt an ein bekanntes Höhensystem angeschlossen werden. Der ausführende Baubetrieb benötigt diesbezüglich den Höhenunterschied zwischen Absteckpunkt und Fundamentoberkante. [5, S. 363 - 370, 376 - 383]

7.4.2.3 Auswertung der Absteckung

Bisher wurden von UIB12 Absteckungen von bekannten Standpunkten mit Bezug zu bestimmten Anschlusspunkten durchgeführt. Die entsprechenden Absteckelemente (Richtungen und Strecken) sind zuvor im Innendienst berechnet worden. Nach dem gleichen Verfahren in umgekehrter Reihenfolge werden anschließend die Punkte polar von bekannten Stand- und Anschlusspunkten aufgemessen. Zur Kontrolle sollte ein weiteres Aufmaß von einem anderen Standpunkt aus durchgeführt werden. Mit Hilfe der Beobachtungen werden abschließend im Innendienst mit entsprechender Software die Koordinaten der abgesteckten Punkte berechnet und diese auf die Trasse sowie die Gradienten bezogen. Per Nivellement werden die Höhen der Absteckpunkte in Bezug auf ein bestehendes Höhensystem erfasst und mit Soll-Werten verglichen.

Bei Tachymetern mit speziellen Absteckprogrammen sind die Koordinaten und demzufolge die Absteckwerte sofort verfügbar. Wichtig bei der Standpunktwahl ist es, darauf zu achten, dass sich dieser auf möglichst erschütterungsfreiem Untergrund befindet und freie Sicht zu Anschluss- und Neupunkten besteht. Abschließend sind für Absteckpunkte folgende Angaben auszugeben:

- der radiale Horizontalabstand zur berechneten Gleisachse,
- die Höhendifferenz zur vorgesehenen Gradienten in Bezug auf die nicht überhöhte Schiene,
- bei Bahnsteigen der Abstand von der Gleisachse zur Bahnsteigvorderkante sowie die Höhendifferenz zwischen der Schienenoberkante des Unterbogens und der Bahnsteigoberkante.

Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Werten sowie weitere Ergebnisse der Absteckung sind in einem erstellten Qualitätsprotokoll zu dokumentieren.

[5, S. 371 - 376]

7.4.3 Road Runner Rail

Road Runner ist eine Applikation von Leica, mit welcher Trassen in der Örtlichkeit durch TPS 1200 und GPS 1200 abgesteckt und kontrolliert werden können. Die Applikation steht für die Methoden *Straße*, *Tunnel* und *Gleis* zur Verfügung. UIB12 verwendet letztere in Form von *Road Runner Rail*. Bevor mit dieser gearbeitet werden kann, müssen Trassendaten der abzusteckenden bzw. zu kontrollierenden Gleisachse sowie Punktkoordinatendateien der Stand- und Anschlusspunkte vorliegen. Mit Hilfe der Trassendaten sind wie in Kapitel 8.3 erläutert Bahnjobs zu erstellen. Wichtig ist, dass die Bahnjobs auf der Speicherkarte vom Mess-Instrument verfügbar sind. Alternativ können die Daten am Mess-Instrument auch manuell durch

den Beobachter eingegeben und editiert werden, was für praktische Zwecke jedoch recht umständlich ist.

Mit dem Road Runner *Setup* lassen sich die Einstellungen für die Messung eingeben. Zunächst ist festzulegen, ob Trassen abgesteckt oder kontrolliert werden sollen. Als Methode kann zwischen *Straße*, *Tunnel* und *Gleis* gewechselt werden. Da UIB12 nur für letztere eine Lizenz besitzt, kann auf die andern beiden nicht zugegriffen werden. Es empfiehlt sich, den erweiterten Modus zu verwenden, da dieser dem Anwender im Vergleich zum Standardmodus mehr Einsatzmöglichkeiten bietet. In der Praxis werden verschiedene Messungen häufig an selben Orten durchgeführt. Dafür relevante Daten sind:

- Kontrollpunkte,
- Horizontalachse,
- Messdaten,
- Schienenentwurf,
- Digitales Geländemodell.

Damit nicht für jede einzelne Messung die Daten in den jeweiligen Job übertragen werden müssen, können diese in Projekten abgelegt werden. Die Projekte lassen sich für unterschiedliche Jobs verwenden. Es ist durchaus möglich, in einen Mess-Job verschiedene Bahnjobs einzulesen und nacheinander abzuarbeiten. Daten einer Trasse lassen sich am Display anzeigen und gegebenenfalls vom Anwender editieren.

Mit Road Runner Rail können folgende Parameter abgesteckt werden:

- Horizontalachse und Gradienten,
- Punkte mit bekanntem horizontalen und vertikalen Abstand zur Horizontalachse und Gradienten,
- Schienen des Gleises,
- Punkte mit bekanntem horizontalen und vertikalen Abstand von definierten Schienen.

Stationen von Absteckpunkten beziehen sich bei eingleisigen Strecken auf die Gleisachse, bei mehrgleisigen Strecken auf die gemeinsame Stationierungsachse. Optional lassen sich neben der Gleisachse auch die linke und die rechte Schiene abstecken. In der Regel ist es nicht zweckmäßig, Trassenpunkte direkt im Gleisbett abzustecken. Sobald die Gleisbauarbeiten beginnen, würden die Absteckpunkte zerstört werden. Deshalb sind Sicherungspunkte mit bestimmten vertikalen und horizontalen Abständen zur Gleisachse abzustecken. Sofern die Abstände nicht bereits in den Entwurfsdaten definiert wurden, können diese am Mess-Instrument händisch eingegeben werden.

Sind die Absteckparameter in der Seite *Allgem* definiert, kann der Reflektor über *F2 DIST* angezielt werden. Mittels Betätigen der Tasten *SHIFT* und anschließend *F4 POSIT* wird der Absteckpunkt vom Mess-Instrument automatisch grob angezielt. Entsprechende Korrekturwerte werden anschließend am Display angezeigt. Sobald die Korrekturwerte nahe genug bei Null liegen, kann der Absteckpunkt durch *F1 ALL* abgespeichert und mit der Absteckung von weiteren Trassenpunkten fortgefahren werden.

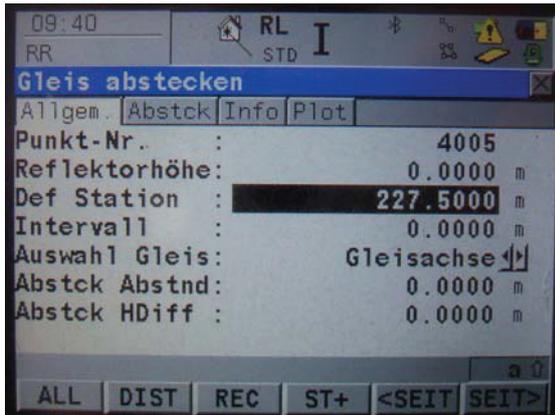


Abb. 33: RR Rail Gleisabsteckung

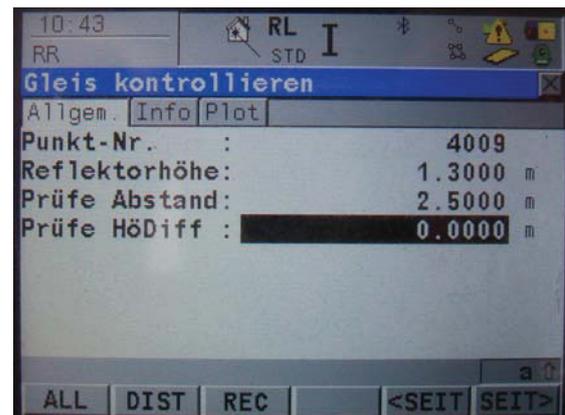


Abb. 34: RR Rail Gleiskontrolle

Nach der Absteckung von Trassenpunkten, sollten diese zur Kontrolle erneut aufgemessen werden. Auch bereits bestehende Trassenpunkte sind in bestimmten Zeitabständen oder bei Bedarf zu kontrollieren. Hierfür steht im Road Runner Setup *Kontrolle* zur Verfügung. Allerdings sollte anstelle des erweiterten Modus, der Standard-Modus verwendet werden. Die zu kontrollierende Station und gegebenenfalls die Sicherungsmaße eines Trassenpunktes sind im Mess-Instrument einzugeben und dessen Position durch *F2 DIST* aufzumessen. Anschließend werden die Abweichungen zwischen SOLL- und IST-Position am Display angezeigt. Durch Betätigen von *F1 ALL* wird die Messung abgespeichert und es können weitere Trassenpunkte kontrolliert werden. Sowohl bei der Absteckung als auch bei der Kontrolle ist zu beachten, dass an einer Station durchaus mehrere trassenpunkte liegen können.

Wie bei den anderen Applikationen, kann auch für Road Runner Rail ein Qualitätsprotokoll angefertigt werden.

8. Datenaustausch

Daten einer Messung werden von Mess-Instrumenten von Leica in sogenannten Mess-Jobs auf der Speicherkarte im Verzeichnis *\DBX* abgelegt. Diese bestehen in der Regel aus 13 binären Dateien. Die Bedeutung der einzelnen DBX-Dateien ist der Anlage O zu entnehmen. Um Daten aus Jobs auszutauschen (etwa zum Rechner), werden diese im ASCII-Format GSI (*Geo Serial Interface*) ausgegeben. Daten sind standardmäßig als Datenblöcke zusammengefasst und durch Endzeichen (CR oder CR LF) voneinander abgegrenzt. Datenblöcke bestehen aus Datenworten mit jeweils 16 Zeichen und dürfen nicht mehr als 8 Datenworte haben. Datenblöcke unterscheiden sich hinsichtlich:

- Messblöcke,
- Codeblöcke.

Messblöcke bestehen aus Punktnummern und Messwerten (Richtungen, Strecken, Zenitdistanzen, Exzentrizitäten etc.). Codeblöcke beinhalten Codierungen zur Steuerung der Datenverarbeitung und zusätzliche Informationen wie Punktcodes sowie weitere Messwerte wie z. B. Instrumenten- und Reflektorhöhen. Allen Datensätzen wird eine Blocknummer zugewiesen, welche immer mit 1 beginnt und bei jeder weiteren Registrierung jeweils automatisch mit 1 addiert wird. Datenworte von Messblöcken werden über die Einstellungen vom Mess-Instrument definiert.

GSI-Dateien werden in CARD/1 mit dem Modul *Datenübertragung und -aufbereitung* ins WSH-Format umgewandelt. Über die Codeeingabe am Display werden die SteuerCodes für CARD/1 bei der Messung erzeugt. Für CADdy werden GSI-Dateien mit dem selbst geschriebenen Programm *Transer* in DAT-Dateien umgewandelt. Zur Vereinfachung wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit Formatdateien erstellt, um Daten aus Jobs in für CARD/1 und CADdy lesbare Formate zu konvertieren und in diesen CAD-Anwendungen direkt weiterverarbeiten zu können. Dies kann sowohl im Mess-Instrument als auch am Rechner erfolgen. Für die Praxis ist es allerdings von größerem Nutzen, wenn die Konvertierung bereits im Mess-Instrument erfolgt.

[3, S. 343]

8.1 Formatdateien

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden mit dem LGO Format Manager folgende Formatdateien erstellt:

- Ausgabe von polaren Messwerten für CARD/1,
- Ausgabe von polaren Messwerten für CADdy,
- Ausgabe von Messwerten in Protokollform,
- Ausgabe von Punktdateien für CARD/1,
- Ausgabe von Punktdateien für CADdy,
- Ausgabe von Qualitätsprotokollen für die Applikationen *Absteckung*, *Schnurgerüst* und *Road Runner Rail* zur Dokumentation der erreichten Genauigkeiten.

8.1.1 Ausgabe von polaren Messwerten für CARD/1

Mit dem Modul *Vermessung* werden in CARD/1 polare Messelemente eingelesen und ausgewertet. Die entsprechenden Messwerte müssen hierfür in einer WSH-Datei im Verzeichnis des aktuell verwendeten Projekts vorliegen. WSH ist die Abkürzung für Winkel, Strecke und Höhe. Eine Besonderheit besteht darin, dass Windows ebenfalls Dateien mit der Dateiendung *.wsh (Windows Script Hosting) verwendet. Dies hat zur Folge, dass WSH-Dateien von CARD/1 aus Sicherheitsgründen nicht direkt über Windows geöffnet werden können. Hierzu ist per Doppelklick auf den Windows-Editor, den Spalteneditor oder über den Befehl „Öffnen mit“ auf Textpad 4 zurückzugreifen. WSH-Dateien beinhalten Stand- und Zielpunktzeilen, dessen einzelne Parameter zeilenweise ab bestimmten Spalten beginnen müssen und eine jeweils bestimmte Gesamtlänge und Anzahl von Nachkommastellen nicht überschreiten dürfen. Aufbau und Inhalt der Stand- und Zielpunktzeilen setzen sich wie folgt zusammen:

Standpunktzeile (Aufstellung)					Zielpunktzeile (Anzielungen)				
Bedeutung	Ab Spalte	Breite in Spalte	Typ	Anmerkung	Bedeutung	Ab Spalte	Breite in Spalte	Typ	Anmerkung
Steuerkode in Spalte 1	1	1	Ganze Zahl	Immer 1	Steuerkode in Spalte 1	1	1	Ganze Zahl	Zwischen 2 und 9
Steuerkode in Spalte 2	2	1	Ganze Zahl	Lage	Steuerkode in Spalte 2	2	1	Ganze Zahl	Lage
Steuerkode in Spalte 3	3	1	Ganze Zahl	Nicht belegt (zzt. immer 0)	Steuerkode in Spalte 3	3	1	Ganze Zahl	Nicht belegt (zzt. immer 0)
Punktnummer	4	16	Text		Punktnummer	4	16	Text	
Gerätenummer	21	20	Text		Richtung	20	11	Reelle Zahl (11.6)	In gon, geodat.
Instrumentenhöhe	62	8	Reelle Zahl (8.4)		Zenitwinkel	31	11	Reelle Zahl (11.6)	In gon, geodat.
Punktcode	86	5	Ganze Zahl		Schrägstrecke	42	11	Reelle Zahl (11.4)	
Punktbeschreibung	91	12	Text		Höhendifferenz	53	9	Reelle Zahl (9.4)	
Datum	104	10	Text (tt.mm.jjjj)		Zielstabhöhe	62	8	Reelle Zahl (8.4)	
Zeit	115	8	Text (hh:mm:ss)		Querabweichung	70	8	Reelle Zahl (8.4)	
Beobachter	124	2	Text		Längsabweichung	78	8	Reelle Zahl (8.4)	
					Punktcode	86	5	Ganze Zahl	
					Punktbeschreibung	91	12	Text	
					Datum	104	10	Text (tt.mm.jjjj)	
					Zeit	115	8	Text (hh:mm:ss)	
					Beobachter	124	2	Text	

Abb. 35: Aufbau WSH-Datei (links Stand-, rechts Zielpunktzeilenaufbau)

Zu Beginn der ersten Zeile von WSH-Dateien erscheint ein Versionstext. Dieser gibt Auskunft darüber, für welche Version von CARD/1 die Datei konzipiert ist. Ab der Version 7.5 steht an der Stelle deshalb **### Version 7.5**. Die Zeichen # und ; zu Beginn einer Zeile weisen diese als Kommentarzeile aus, so dass diese auswertetechnisch nicht berücksichtigt wird. Sie dient einzig und allein dem besseren Verständnis des Betrachters.

Während Standpunktzeilen ausschließlich Stationen beinhalten, sind in Zielpunktzeilen sowohl Anschluss- als auch Neupunkte enthalten. Zur Unterscheidung zwischen Stand-, Anschluss- und Neupunkten dienen Steuercodes, welche zu Beginn jeder Zeile aufgeführt sind. Ist ein Steuercode falsch, können die nachfolgenden Parameter von CARD/1 nicht korrekt verwendet werden. Mit Hilfe einer Formatdatei sind die Rohdaten aus Mess-Jobs so in einer ASCII-Datei nach den obigen Vorgaben anzuordnen, dass CARD/1 diese richtig interpretieren kann. [1, S. 79 - 83]

Wie bereits in Kapitel 6.2.2 erläutert, enthalten mit dem LGO Format Manager erstellte Formatdateien Header, Export Formatstrings und optional Logfiles. Da

WSH-Dateien auswertetechnischen Zwecken dienen und nicht primär als Protokolle verwendet werden, wird auf erläuternde Kopf- und Fußzeilen verzichtet. Als einzige Angabe wird mit dem Header der Versionstext ausgegeben. Für den übrigen Dateiinhalt wird auf die Exportstrings

- *TPS Station*,
- *TPS Setup Set Azimuth*,
- *Free Codes*,
- und *TPS Measurements*

zurückgegriffen. Im Exportstring *TPS Station* sind die einzelnen Stationen definiert, in *TPS Setup Set Azimuth* die jeweilige Bezugsrichtung, sofern sich über die *Setup-Methode Setze Azimut* stationiert wurde. Die Steuercodes 100 bzw. 200 sind für beide Exportstrings fest vorgegeben. Wurde sich hingegen über den Freien Code *Standpunkt* stationiert, bleiben erstere Exportstrings unberücksichtigt. Stattdessen werden die Attribute von *Standpunkt* ausgegeben. *Standpunkt* verfügt über drei Attribute. Das dritte Attribut *Card* steht in der Ausgabedatei an erster Stelle, dabei handelt es sich um den Steuercode. Diesem folgt die Punktnummer des Standpunktes, deren Attribut den gleichen Namen hat und vor Ort vergeben werden muss. Nach einem vorgegebenen Abstand wird das zweite Attribut *Instr-Höhe* aufgeführt. Dieses Attribut kann überschrieben werden, muss es aber nicht zwangsläufig. Wurde das Attribut nicht durch die aktuell verwendete Instrumentenhöhe überschrieben, wird in der Ausgabedatei der in der Codeliste vordefinierte Standardwert 1.650 (m) ausgegeben.

Der Exportstring *TPS Measurements* enthält sämtliche Neuaufmaße. In der vorgeschriebenen Anordnung sind dort die einzelnen Parameter (Richtungen, Strecken, ggf. Exzentrizitäten) enthalten. Im Gegensatz zu den übrigen Exportstrings wurde der Steuercode hier nicht mit 300 fest vorgegeben. Dies ist darauf zurückzuführen, dass häufig mehr als nur ein Anschlusspunkt aufgemessen wird. Damit weitere Anschlusspunkte von CARD/1 nicht versehentlich als Neupunkte interpretiert werden, steht an der Stelle des Steuercodes das erste Attribut der Codes aus der erstellten Codeliste. Für die als Anschlusspunkte definierten Codes 6 und 220 nimmt das Attribut den entsprechenden Wert 200 für den Steuercode an. Die übrigen Codes stehen für Neupunkte, so dass deren erstes Attribut den Wert 300 hat. Die genaue Anordnung der Exportvariablen innerhalb der einzelnen Exportstrings ist den folgenden Abbildungen zu entnehmen.

Abb. 36: Exportstring *TPS Station*:

```
100«Station ID».....«Instrument Height».....«Station Code»
```

Abb. 37: Exportstring *TPS Set Azimuth*:

```
:00«Point ID»«Horizontal Angle»«Vertical Angle»«Slope Distance»«Height Difference»«Reflector Height»«Offset Cross»«Offset Length»«Point Code»«Point Annotati
```

Abb. 38: Exportstring *Free Codes*:

```
«Attribute (free) 3»«Attribute (free) 1».....«Attribute (free) 2»
```

Abb. 39: Exportstring *TPS Measurements*:

«Attribute (point)» 1 «Point ID» «Horizontal Angle» «Vertical Angle» «Slope Distance» «Height Difference» «Reflector Height» «Offset Cross» «Offset Length» «Point Cod

8.1.2 Ausgabe von polaren Messwerten für CADdy

Die Formatdatei, um Rohmessdaten von Tachymetern des Systems 1200 im CADdy-Format auszugeben, ist ähnlich aufgebaut wie die eben erläuterte. Dateien mit polaren Messwerten haben bei CADdy die Dateiendung *.dat. Im Gegensatz zu CARD/1 verwendet CADdy keine Steuercodes, um Stand-, Anschluss- und Neupunkte voneinander trennen zu können. Diese werden über die Punktcodes als solche identifiziert. Darüber hinaus verzichtet UIB12 bei CADdy auf die Verwendung von objektbezogenen Codes. Stattdessen erhalten Standpunkte den Punktcode 00, Anschlusspunkte 220 und Neupunkte 225. Weil eine DAT-Datei durchaus mehrere Stationen beinhalten kann, beginnt jeder Satz mit einem Minuszeichen. Damit CADdy die Rohmessdaten in der Ausgabedatei im ASCII-Format richtig interpretieren kann, sind die einzelnen Parameter mit Hilfe der erstellten Formatdatei nach den folgenden Vorgaben angeordnet:

Standpunktzeile:

Parameter:	Punktnr.	Instrhöhe	Code	Bemerkung
Typ:	String	Zahl	String	String
max. Stellen:	[15]	[7]	[10]	[10]

Zielpunktzeile:

Parameter:	Punktnr.	Hzwinkel	Schrägstr.	Vertwinkel	Zielstabhöhe	Code	Bemerkung
Typ:	String	Zahl	Zahl	Zahl	Zahl	String	String
max. Stellen:	[15]	[8]	[10]	[8]	[8]	[10]	[10]

Tabellen 3 und 4: Stand- und Zielpunktzeile einer DAT-Datei

Messwerte werden von CADdy in der Ausgabedatei als Zahlen interpretiert, erläuternde Informationen hingegen als Strings bzw. Zeichenketten. Zwar bestehen Codes meist aus Zahlenwerten, allerdings können sie durchaus auch Buchstaben beinhalten. Eine maximale Anzahl von Nachkommastellen für einzelne Werte ist von CADdy zwar nicht explizit vorgeschrieben. Zur besseren Übersicht ist die Anzahl der Nachkommastellen in der Formatdatei für CADdy jedoch an die Vorgabewerte von CARD/1 angelehnt.

Im Unterschied zu WSH-Dateien müssen Parameter nicht ab bestimmten Spalten beginnen. Sie sind lediglich durch Leerzeichen voneinander zu trennen. Andere Trennzeichen wie z. B. Kommata sind unzulässig. Der Abstand zwischen den Parametern kann beliebig sein, allerdings darf eine einzelne Zeile nie mehr als 80 Zeichen aufweisen. In der zur Konvertierung für CADdy verwendeten Formatdatei werden die selben Exportstrings verwendet wie bei der Formatdatei für CARD/1:

- TPS Station,
- TPS Setup Set Azimuth,
- Free Codes,
- TPS Measurements

Zwar ist kein konkreter Abstand zwischen den Exportvariablen verlangt, jedoch wurde bei der Definition der einzelnen Exportstrings der Übersichtlichkeit halber darauf geachtet, dass z. B. Instrumentenhöhen der Standpunkte sowie Reflektorhöhen der Anschluss- und Neupunkte in der selben Spalte aufgelistet werden. Wie bei CARD/1 sind auch bei CADdy die Codierungen für die Stationierung fest vorgegeben.

Bei den Exportstrings *TPS Station* und *Free Codes* erscheint an der Stelle vom Code 00 für den Standpunkt, bei *TPS Set Azimuth* 220 für den Anschlusspunkt. Aus den selben Gründen wie bei CARD/1 ist diese Codierung bei *TPS Measurements* nicht fest vordefiniert. Werden mit den Codes 6 oder 220 aus der Codeliste weitere Anschlusspunkte aufgemessen, erscheint an der entsprechenden Stelle das zweite Attribut 220, damit diese als solche erkannt werden. Die übrigen Codes sind für Neupunkte ausgelegt und werden durch deren zweites Attribut 225 als solche richtig interpretiert. Die genaue Anordnung der Variablen in den einzelnen Exportstrings geht aus den folgenden Abbildungen hervor. Bei den Exportstrings *TPS Station* und *Free Codes* sei noch mal auf das Minuszeichen am Beginn der (Standpunkt-)Zeile hingewiesen.

Abb. 40: Exportstring *TPS Station*:

```
-«Station ID» ..... «Instrument Height» .. 00
```

Abb. 41: Exportstring *TPS Set Azimuth*:

```
«Point ID» «Horizontal Angle» «Slope Distance» «Vertical Angle» «Reflector Height» 220 «Point Annotation 1»
```

Abb. 42: Exportstring *Free Codes*:

```
-«Attribute (free) 1» ..... «Attribute (free) 2» .. 00
```

Abb. 43: Exportstring *TPS Measurements*:

```
«Point ID» «Horizontal Angle» «Slope Distance» «Vertical Angle» «Reflector Height» «Attribute (point) 2» «Point Annotation 1»
```

[14, C2-1(V1)]

8.1.3 Ausgabe von Messwerten in Protokollform

Die beiden zuvor beschriebenen Formatdateien dienen in erster Linie auswertetechnischen Zwecken. Häufig möchte der Anwender jedoch Einblick in die Messergebnisse nehmen, um Rückschlüsse über die Messung zu erhalten. Dafür lassen sich Ausgabedateien im WSH- und DAT-Format nur bedingt verwenden. Es sind lediglich die Parameter aufgeführt, welche die CAD-Anwendungen benötigen. Angaben zu Korrekturwerten, Gerätenummer etc. sind nicht enthalten. Diesbezüglich wurde eine Formatdatei erstellt, mit welcher Rohmessdaten von Tachymetern des Systems 1200 in einer ASCII-Datei in Protokollform ausgegeben werden. Die Messwerte werden ebenfalls zeilenweise in Spalten ausgegeben, allerdings erhalten die Spalten mit Hilfe von Kopfzeilen Überschriften, so dass die Parameter vom

Betrachter richtig interpretiert werden können. Zusätzlich sind im Vergleich zu den zuvor erläuterten Formatdateien weitere Parameter berücksichtigt worden.

Überschriften werden über den *Header* definiert. Um in jedem Protokoll zu Beginn die Firmenanschrift der HOCHBAHN ausgeben zu können, wurde die Information in den *General File Header for Data Export* eingegeben. Die Überschriften der Spalten für die einzelnen *Exportstrings* lassen sich über *Data Blocks* definieren.

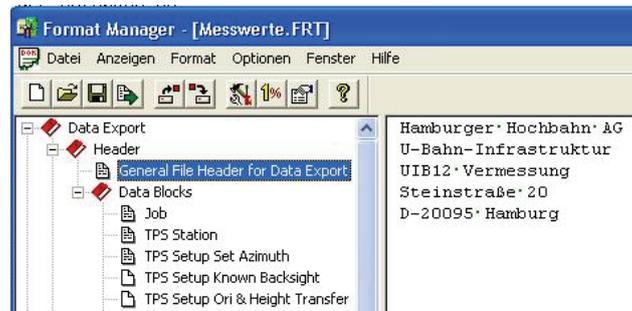


Abb. 44: Kopfzeile im LGO Format Manager

Nach der Firmenanschrift erscheinen im Gerät Informationen zur Messung:

- Name des Mess-Jobs,
- Name des Beobachters,
- Datum und Uhrzeit der Messung,
- Typ und Nummer vom Mess-Instrument.

Die Namen vom Mess-Job und des Beobachters sind beim Anlegen des Jobs im Mess-Instrument vom Beobachter manuell einzugeben. Die übrigen Angaben werden durch das Mess-Instrument automatisch ausgegeben.

Abb. 45: Anordnung der Variablen im Exportstring *Job*:

```
«Job·Name»·«Operator»·«Date·(day)»·«Date·(month)»·«Date·(long·year·2003)»·«Time·(hours-24)»·«Time·(minutes)»·«Time·(seconds)»·«Instrument·Type»·«Instrum
```

Tachymeter weisen Instrumentenfehler auf, welche Einfluss auf die Messergebnisse haben. Die entsprechenden Fehlerwerte werden im zweiten Datenblock ausgegeben. Da eine solche Kalibrierung regelmäßig durchgeführt werden sollte, erscheinen die Werte gemeinsam mit dem Datum der letzten Kalibrierung.

Abb. 46: Exportstring *TPS Calibration*:

```
Kompensatorfehler·(längs)·:·«Comp·Longitudinal·Index»
Kompensatorfehler·(quer)·:·«Comp·Transversal·Index»
Nullpunktfehler·ATR·(hz)·:·«Hz·ATR·Error»
Nullpunktfehler·ATR·(v)·:·«V·ATR·Error»
Stehachsfehler:·«Vertical·Index·Error»
Zielachsfehler:·«Hz·Collimation·Error»
Kippachsfehler:·«Tilt·Axis·Error»

Datum·der·letzten·Kalibrierung:·«Date·(day)»·«Date·(month)»·«Date·(long·year·2003)»
```

Die Messung der Schrägstrecke zwischen Stand- und Zielpunkt erfolgt mittels Laser über Laufzeitmessung. Zur Berechnung der Entfernung wird davon ausgegangen, dass der Laserstrahl sich mit Lichtgeschwindigkeit zwischen Ausgangspunkt und

Zielobjekt bewegt. Dies ist aber tatsächlich nur im Vakuum der Fall. In der Praxis haben Temperatur, Druck und Feuchtigkeit der Luft Einfluss auf die Fortbewegungsgeschwindigkeit des Laserstrahls.

Bei einer Temperatur von 12°C, einem Druck von 1013,3 Hektopascal und einer Feuchtigkeit von 60% ist der Einfluss gleich Null. Je stärker die einzelnen Parameter von diesen Werten abweichen, umso größer ist der Fehlereinfluss auf die Laufzeitmessung. Um ein möglichst genaues Messergebnis zu erhalten, sollte der Beobachter die entsprechenden Parameter messen und ins Mess-Instrument eingeben. Das Gerät ist dann in der Lage, einen entsprechenden Korrekturwert für die Laufzeitmessung zu berechnen. Die gemessenen Parameter werden zusammen mit dem Korrekturwert und dem Refraktionskoeffizienten der Erdkrümmung im dritten Datenblock ausgegeben.

Abb. 47: Exportstring *TPS Corrections*:

.....«Temperature».....«Atm Pressure».....«Humidity».....«Atmospheric Correction (ppm)».....«Refraction Coefficient»

Nachfolgend erscheinen die Messwerte für Stand-, Anschluss- und Zielpunkte. Allerdings werden diese im Vergleich zu den beiden vorher aufgeführten Formatdateien durch Spaltenüberschriften erläutert. Zusätzlich werden das verwendete Prisma und dessen Additionskonstante aufgelistet. Gegenwärtig sind von Leica folgende Prismen mit den jeweiligen Additionskonstanten verfügbar:

Prisma	Additionskonstante [mm]
Leica 360°Prisma	23,1
Leica HDS Ziel	34,4
Leica Mini 0 mm	0,0
Leica Mini 360°	30,0
Leica Miniprisma	17,5
Leica Reflektorfolie	34,4
Leica Rundprisma	0,0
reflektorlos	34,4

Tabelle 5: Additionskonstanten von Leica-Prismen

Darüber hinaus können in der Firmware des Tachymeters bei Bedarf weitere Prismen definiert werden, etwa wenn Prismen von anderen Herstellern verwendet werden sollen. Bei UIB12 wird standardmäßig mit dem Leica Rundprisma GPR1 gearbeitet. Wird versehentlich ein anderes Prisma in der Einstellung gewählt und das Rundprisma mit einer anderen Additionskonstante angezielt, hat dies einen negativen Einfluss auf die Streckenmessung. Mit Hilfe des ausgegebenen Protokolls lassen sich solche Fehler aufspüren und beheben.

Abb. 48: Exportstring *TPS Station*:

«Station ID».....«Instrument Height»

Abb. 49: Exportstring *TPS Set Azimuth*:

«Point ID»«Horizontal Angle»**«Vertical Angle»«Slope Distance»**«Height Difference»*«Reflector Height»**

Systemnummern im *Header* der Formatdatei festgelegt. Die übrigen optionalen Parameter sind durch ausgedachte Angaben definiert und können bei Bedarf in der Ausgabedatei mit der Systemverwaltung von CARD/1 verändert werden.

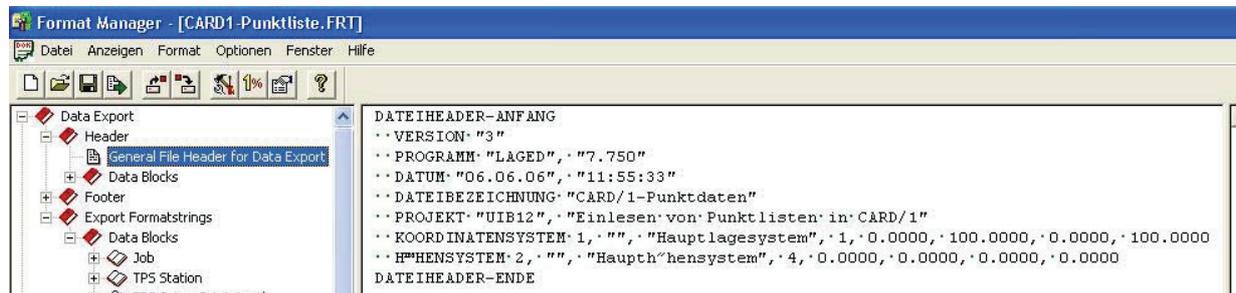


Abb. 53: Definition Dateiheader in Formatdatei

Weil deutsche Umlaute mit ASCII-Dateien nicht ohne weiteres ausgegeben werden können, ist das Ö bzw. ö durch die Zeichen [™] und " in der Formatdatei definiert. Nach der Schleife *DATEIHEADER* werden zeilenweise die einzelnen Punkte der ASC-Datei beschrieben. In den Zeilen können optional eine große Anzahl von Parametern aufgelistet werden, von denen viele für UIB12 unbedeutend sind. Stattdessen werden mit der Formatdatei lediglich die Variablen

- Punktnummer,
- Rechtswert,
- Hochwert,
- Höhe,
- Punktcode,
- Punktbemerkung

ausgegeben. Darüber hinaus ist es erforderlich, an erster Stelle der Zeilen die Zeilenkennung anzugeben. Diese gibt Auskunft darüber, ob die jeweilige Zeile Hauptsätze (*HS*) oder Nebenkoordinaten (*NK*) enthält. Da UIB12 nicht zwischen solchen unterscheidet und die entsprechende Angabe in der Ausgabedatei aufgeführt werden muss, ist die Stelle in der Formatdatei mit *HS* fest vordefiniert. Wie in *WSH*-Dateien müssen auch in *ASC*-Dateien die einzelnen Parameter ab bestimmten Spalten stehen und dürfen bestimmte Zeichenlängen und Nachkommastellen nicht überschreiten. Für die mit der erstellten Formatdatei auszugebenden Parameter existieren seitens *CARD/1* folgende Vorgaben:

Bezeichnung	ab Spalte	max. Länge	Nachkommastellen	Status	Typ
Zeilenkennung	1	2	-	erforderlich	String
Punktnummer	4	16	-	erforderlich	String
Rechtswert	29	12	4	optional	Zahl
Hochwert	42	12	4	optional	Zahl
Höhe	55	12	4	optional	Zahl
Punktcode	113	4	-	optional	String
Bemerkung	201	12	-	optional	String

Tabelle 7: Aufbau ASC-Datei

Abb. 54: Anordnung der Variablen im Exportstring *Points (measured by TPS)*:

HS: «Point·ID»······«Eastings»·«Northings»·«Ortho·Height»······«Point·Code»······«Point·Annotation·1»

Rechts- und Hochwert sind einzeln zwar optional, allerdings dürfen nicht *beide* Parameter fehlen. Außerdem muss unbedingt beachtet werden, dass Rechts- und Hochwerte sowie Höhenangaben in den Rohmessdaten von Leica-Geräten inklusive Nachkommastellen bis zu 13 Zeichen annehmen können. CARD/1 berücksichtigt jeweils allerdings maximal 12 Zeichen. Deshalb sind die entsprechenden Variablen über die Formatieroptionen so konfiguriert, dass bei 13 Zeichen das vorderste Zeichen vom Wert in der Ausgabedatei abgetrennt wird. Andernfalls würde beim Einlesen der Ausgabedatei in CARD/1 eine Fehlermeldung erscheinen. In der Praxis kann dies zu Fehlern führen, sollten Parameter in Leica-Rohdaten 13 Zeichen haben und diese bis auf das erste Zeichen identisch sind. [2, S. 25 - 30]

8.1.5 Ausgabe von Punktdateien für CADdy

Dateien mit Punktdaten haben in CADdy die Dateiendung *.kor, in welchen bis zu 32.000 Punkte gespeichert werden dürfen. Wie Messdatendateien von CADdy, müssen auch in den Koordinatendateien die einzelnen Parameter nicht ab bestimmten Spalten beginnen. Diese sind lediglich durch Leerzeichen voneinander abzugrenzen, andere Trennzeichen sind nicht erlaubt. Die von CADdy benötigten Punktdaten sind mit der erstellten Formatdatei wie folgt auszugeben:

Parameter:	Punktnr.	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Code	Bemerkung
Typ:	String	Zahl	Zahl	Zahl	String	String
max. Stellen:	[15]	[14]	[14]	[10]	[18]	[10]

Tabelle 8: Aufbau KOR-Datei

Die Zahlen in den Klammern geben die größtmögliche Anzahl von Zeichen für die einzelnen Parameter an. Eine bestimmte Anzahl von Nachkommastellen für Zahlen ist nicht vorgegeben, jedoch orientieren sich diese in der erstellten Formatdatei zur besseren Übersicht an CARD/1. Punktnummern bestehen in den meisten Fällen zwar aus Zahlenwerten, da diese jedoch auch aus Buchstaben bestehen können, sind sie als Strings bzw. Zeichenketten definiert. Punktcodes können Zusatzinformationen enthalten. Bei UIB12 erhalten Punkte generell nur die Punktcodes 00 (Standpunkte), 220 (Anschlusspunkte) oder 225 (Neupunkte). [15, C1-1(V1)]

Da Punktdateien in CADdy im Vergleich zu CARD/1 keinen *Header* haben, werden mit der erstellten Formatdatei nur über den Exportstring *Points (measured by TPS)* die Export Variablen

- Punktnummer,
- Rechtswert,
- Hochwert,
- Höhe,
- Punktcode,
- Bemerkung

in folgender Form ausgegeben:

«Point ID» «Easting» «Northing» «Ortho Height» «Point Code» «Point Annotation 1»

Abb. 55: Anordnung der Variablen im Exportstring *Points (measured by TPS)*

8.1.6 Ausgabe von Qualitätsprotokollen für die Applikationen *Absteckung*, *Schnurgerüst* und *Road Runner Rail* zur Dokumentation der erreichten Genauigkeiten

Alle bisher aufgeführten Formatdateien haben gemeinsam, dass die Parameter in der Baumstruktur des LGO Format Managers über die Kategorie *Data Export* ausgegeben werden. Für Formatdateien der Formatvorlage *System 1200_Field* steht zusätzlich die Kategorie *Logfiles* zur Verfügung, mit welcher sich Ausgabeformate für Applikationen von Leica definieren lassen.

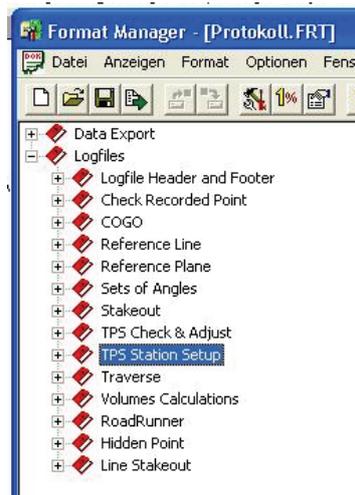


Abb. 56: Logfiles

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurde eine Formatdatei unter Zuhilfenahme der Kategorie *Logfiles* erstellt, um Qualitätsprotokolle für die Applikationen

- *Setup*,
- *Absteckung*,
- *Schnurgerüst*,
- *Road Runner Rail*

ausgegeben. Mit dem Logfile *Header* wird wie bei der in Kapitel 8.1.3 erläuterten Formatdatei zunächst die Firmenanschrift der HOCHBAHN zu Beginn aller Protokolle angezeigt.

Für die Applikation *Setup* werden eine Kopf- und eine Fußzeile mit ausgegeben. Die Kopfzeile bzw. der *Header* enthält folgende Angaben:

- verwendetes Mess-Instrument und Gerätenummer,
- Name des Jobs,
- Name des Beobachters,
- Datum und Uhrzeit der Messung.

In der Fußzeile bzw. im *Footer* sind Erläuterungen zur Stationierung angegeben.

Mit Hilfe der Applikation *Setup* kann das Mess-Instrument stationiert werden. Die Formatdatei berücksichtigt die *Setup*-Methoden

- Bekannter Anschluss,
- Abriss,
- Freie Station.

Zur Stationierung genügt in der Regel jeweils ein bekannter Stand- und Anschlusspunkt. Diesbezüglich lässt sich auf die erstgenannte *Setup*-Methode zurückgreifen. Die Anordnung der Parameter ist im Exportstring *Observations & Results* wie in Abbildung 57 dargestellt festgelegt.

Abb. 57: Exportstring *Observations & Results*:

```
«Point·ID»·«Horizontal·Angle»···«Vertical·Angle»·«Slope·Distance»··«Height·Difference»····«Reflector·Height»
Diff.·SOLL-IST·[m]:··········HzDist.:«Delta·HorizDist»········Höhe:«Delta·Height»
Standpunkt:··«Station·ID»··Instrhöhe:«Instrument·Height»
```

Wenn mehr als nur ein bekannter Anschlusspunkt angezielt wurde, liegt eine Überbestimmung vor und es wird ein Abriss zur Stationierung gerechnet. Hierfür kann auf die *Setup*-Methode *Orientierung & Höhenübertragung* zurückgegriffen werden. Mit der Formatdatei werden die Parameter für Beobachtungen und Residuen zu Anschlüssen sowie Ergebnis der Stationierung jeweils unabhängig voneinander über verschiedene Exportstrings ausgegeben.

Abb. 58: Exportstring *Observations*:

```
«Point·ID»·«Horizontal·Angle»···«Vertical·Angle»·«Slope·Distance»··«Height·Difference»····«Reflector·Height»
```

Abb. 59: Exportstring *Residuals*:

```
verwendeter·Anschlusspunkt:«Point·ID»
-----
Y-Wert:·«Target·Point·Easting»····Abw.·Richtung·[gon]:···«Delta·Hz»
X-Wert:·«Target·Point·Northing»····Abw.·Strecke·[m]:···«Delta·HorizDist»
Höhe:···«Target·Point·Ortho·Height»····Abw.·Höhe·[m]:······«Delta·Height»
```

Abb. 60: Exportstring *Results*:

```
Ergebnis:
=====
Standpunkt:···«Station·ID»···Orientunbek.·[gon]:····«Orientation·Correction»
Instrhöhe:··········«Instrument·Height»···Stdabw.·Orun.·[gon]:···«StdDev·(ori-correction)»
Code:··········«Station·Code»

y-Koordinate:·····«Station·(easting)»···Stationshöhe·[m]:···«Station·(ortho·height)»
x-Koordinate:·····«Station·(northing)»···Stdabw.·Höhe·[m]:···«StdDev·(height)»
```

Häufig ist es nicht möglich, das Mess-Instrument auf einem bekanntem Standpunkt aufzustellen. Hierfür kann die *Setup*-Methode *Freie Station* verwendet werden. Beobachtungen und Residuen zu Anschlüssen sowie Ergebnis der Stationierung werden ebenfalls voneinander getrennt durch verschiedene Exportstrings ausgegeben.

Abb. 61: Exportstring *Observations*:

```
«Point·ID»···«Horizontal·Angle»···«Vertical·Angle»···«Slope·Distance»···«Height·Difference»···«Reflector·Height»
```

Abb. 62: Exportstring *Residuals*:

```
verwendeter·Anschlusspunkt:···«Point·ID»
-----
Y-Wert:···«Target·Point·Easting»···Abw.·Richtung·[gon]:···«Delta·Hz»
X-Wert:···«Target·Point·Northing»···Abw.·Strecke···[m]:«Delta·HorizDist»
Höhe:···«Target·Point·Ortho·Height»···Abw.·Höhe···[m]:···«Delta·Height»
```

Abb. 63: Exportstring *Results*:

```
Ergebnis:
=====
Standpunkt:···«Station·ID»···Orientunbek.·[gon]:···«Orientation·Correction»
Instrhöhe:···«Instrument·Height»···Stdabw.·Orun.·[gon]:···«StdDev·(ori-correction)»
Code:···«Station·Code»

Y-Wert:···«Station·(easting)»···Stdabw.·Y-Wert·[m]:···«StdDev·(easting)»
X-Wert:···«Station·(northing)»···Stdabw.·X-Wert·[m]:···«StdDev·(northing)»
Höhe:···«Station·(ortho·height)»···Stdabw.·Höhe·[m]:···«StdDev·(height)»
```

Die Überschriften der Beobachtungen sind im *Header* Exportstrings der jeweiligen *Setup-Methode* definiert.

Durch Verwendung der Applikation *Absteckung* lassen sich Einzelpunkte in die Örtlichkeit übertragen. Über den Exportstring *Staked Points* werden die Soll-Werte der abzusteckenden Punkte und die Ist-Werte der tatsächlich abgesteckten Punkte sowie die Differenzen zwischen beiden aufgelistet.

Abb. 64: Exportstring *Staked Points*:

```
Absteckpunkt:···«Point·ID»
-----
Y-Wert·SOLL:···«Design·Point·Easting»···X-Wert·SOLL:···«Design·Point·Northing»···Höhe·SOLL:···«Design·Point·Ortho·Height»
Y-Wert·IST:···«Easting»···X-Wert·IST:···«Northing»···Höhe·IST:···«Ortho·Height»

Diff.·Y·[m]:···«Stakeout·Difference·--·Easting»·Diff.·X·[m]:···«Stakeout·Difference·--·Northing»·Diff.·Höhe·[m]:···«Stakeout·Difference·--·Height»
```

Bei Gebäudeabsteckungen werden in der Regel die Gebäudeecken und Sicherungspunkte abgesteckt. Mit Hilfe der Applikation *Schnurgerüst* lassen sich Sicherungspunkte von Gebäudefluchten auf Holzbrettern mit Nägeln vermarken. Über den Exportstring *Reference Line Info* wird die Bezugsachse angegeben, auf welche sich die Sicherungspunkte beziehen. Zusätzlich werden Anfangs- und Endpunkt sowie Länge und Neigung der Bezugsachse im Protokoll angezeigt.

Abb. 65: Exportstring *Reference Line Info*:

```
Bezugsachse:···«Reference·Line·ID»
-----

Anfangspunkt:···«Line·Start·Point·ID»
Y-Wert:···«Line·Start·Point·Easting»···X-Wert:···«Line·Start·Point·Northing»···Höhe:···«Line·Start·Point·Ortho·Height»

Endpunkt:···«Line·End·Point·ID»
Y-Wert:···«Line·End·Point·Easting»···X-Wert:···«Line·End·Point·Northing»···Höhe:···«Line·End·Point·Ortho·Height»

Länge:···«Line·Length»·[m]·Neigung:···«Grade·(angular)»·[gon];···«Grade·(percentage)»·[%]
```

Die Applikation *Schnurgerüst* bietet zwei unterschiedliche Modi, um Bauachsen in die Örtlichkeit zu übertragen. Oftmals sind durch die Baufirma bereits Schnurgerüste auf der Baustelle errichtet worden und der Vermesser soll für diesen auf die Gebäudeachse bezogene Fluchtpunkte (sogenannte Schnurnägel) auf den Schnurgerüsten vermarken. Die Koordinaten der abgesteckten Schnurnägel werden mitsamt den Abständen zu Anfangs- und Endpunkt der Bezugsachse sowie gegebenenfalls Exzentrizitäten von dieser durch den Exportstring *Measure Points* ausgegeben.

Abb. 66: Exportstring *Measure Points*:

```
Schnurnägel: «Point ID»
-----
Y-Wert: «Easting» X-Wert: «Northing» Höhe: «Ortho Height»

Abstand vom Startpunkt: «Distance from StartPoint» Abstand vom Endpunkt: «Distance from End Point»
Exzentrizität quer: «Offset» Exzentrizität Höhe: «Height Offset»
```

In einigen Fällen sind bestimmte Abstände vom zu errichtenden Gebäude vorgegeben. Bei einem Abstandsmaß von z. B. 3,50 m lässt sich in der Regel ausschließen, dass die Vermarkung im Zuge der Bauarbeiten beschädigt oder zerstört wird. Soll- und Ist-Werte sowie Differenzen zwischen diesen werden für die einzelnen Absteckparameter durch den Exportstring *Stakeout Points* exportiert.

Abb. 67: Exportstring *Stakeout Points*:

```
Sicherungspunkt: «Point ID»
-----
Y-Wert SOLL: «Design Point Easting» X-Wert SOLL: «Design Point Northing» Höhe SOLL: «Design Point Ortho Height»
Y-Wert IST: «Easting» X-Wert IST: «Northing» Höhe IST: «Ortho Height»

Diff. Y [m]: «Stakeout Difference Easting» Diff. X [m]: «Stakeout Difference Northing» Diff. Höhe [m]: «Stakeout Difference Height»

Abst. vom Startpunkt SOLL: «Design Distance along Line» Abst. vom Startpunkt IST: «Staked Distance From Start Point»
Abst. vom Endpunkt SOLL: «Design Distance from End Point» Abst. vom Endpunkt IST: «Staked Distance From End Point»
Exzentrizität quer SOLL: «Design Offset» Exzentrizität quer IST: «Staked Offset»
Exzentrizität hoch SOLL: «Design Height Offset» Exzentrizität hoch IST: «Staked Height Offset»
```

Mit den beiden eben genannten Applikationen lassen sich Einzelpunkte abstecken. Im Bereich des Bahnbaus müssen jedoch häufig auch Trassenpunkte in die Örtlichkeit übertragen werden. Diesbezüglich steht die Applikation *Road Runner Rail* zur Verfügung, mit welcher Trassenpunkte abgesteckt bzw. schon bestehende Trassenpunkte kontrolliert werden können.

Ist ein Trassenpunkt zu kontrollieren, müssen dessen Station und gegebenenfalls die Abstände in Bezug auf die Gleisachse bekannt sein. Über den Exportstring *Check Track* werden Soll- und Ist-Werte sowie die Abweichen zwischen diesen ausgegeben. Werden Trassenpunkte nur in der Ebene kontrolliert, bleibt der Wert für die Überhöhung leer.

Abb. 68: Exportstring *Check Track*:

```
Sicherungspunkt: «Point ID»
-----
Y-Wert: «Easting» X-Wert: «Northing» Höhe: «Ortho Height»
Station: «Current Chainage» Überhöhung: «Current Cant»

SOLL-Abstand zur Gleisachse: hz: «Stake Offset (defined)» vert: «Stake Height Difference (defined)»
IST-Abstand zur Gleisachse: hz: «Offset From Centre-Line» vert: «Height Difference From Centre-Line»

Abweichung SOLL-IST [m]: hz: «Delta Offset» vert: «Delta Height»
```

Auch mit *Road Runner Rail* lassen sich Sicherungspunkte mit bestimmten Abständen zur Gleisachse abstecken. Soll- und Ist-Werte der Absteckpunkte sowie Differenzen

zwischen diesen werden mit Hilfe des Exportstrings *Stake Track* ausgegeben. Während einige Anwender die Angaben in Bezug zur Gleisachse und zur Station benötigen, brauchen andere Anwender hingegen absolute Koordinatenwerte. Im Protokoll sind deshalb beide Ausgabeformate aufgeführt.

Abb. 69: Exportstring *Stake Track*:

```
Sicherungspunkt: «Point ID»
-----
Y-Wert SOLL: «Design Point Easting» X-Wert SOLL: «Design Point Northing» Höhe SOLL: «Design Point Ortho Height»
Y-Wert IST: «Easting» X-Wert IST: «Northing» Höhe IST: «Ortho Height»

Diff. Y [m]: «Stakeout Difference - Easting» Diff. X [m]: «Stakeout Difference - Northing» Diff. Höhe [m]: «Stakeout Difference - Height»

Station SOLL: «Defined Chainage» Abst. hz SOLL: «Stake Offset (defined)» Abst. vert SOLL: «Stake Height Difference (defined)»
Station IST: «Current Chainage» Abst. hz IST: «Offset From Centre-Line» Abst. vert IST: «Height Difference From Centre-Line»

Diff. längs [m]: «Delta Chainage» Diff. quer [m]: «Delta Offset» Diff. hoch [m]: «Delta Height»
```

Im Header von *Road Runner Rail* wird der verwendete Bahnjob angezeigt. Mittels Footer erfolgt der Hinweis, dass sich die Abstände auf die Gleisachse beziehen. Alternativ können mit *Road Runner Rail* Abstände auch auf innere oder äußere Schiene (Unter- bzw. Oberbogen) bezogen werden.

Die Variablen wirken in den Abbildungen, als seien sie im Editierfeld nicht bündig übereinander angeordnet. Dies liegt daran, dass die einzelnen Variablen unterschiedlich lang sind. Die einzelnen Variablen wurden so angeordnet, dass deren Werte in der Ausgabe datei deckungsgleich untereinander aufgeführt werden.

8.2 Exportvorlagen

Der Großteil des Datenaustausches wurde im Rahmen dieser Diplomarbeit mit Hilfe des LGO Format Managers erstellten Formatdateien realisiert. Allerdings ist es mit diesen ausschließlich möglich, vom Mess-Instrument Daten zur Weiterverarbeitung am Rechner zu konvertieren. Es müssen jedoch auch Daten vom Rechner zum Instrument übertragen werden, z. B. Koordinatendateien für Bezugs- und Absteckpunkte.

Punktdateien sind über Exportvorlagen so auszugeben, dass sie vom Mess-Instrument richtig erkannt und verwendet werden können. Hierfür bestehen zwei verschiedene Lösungswege. Zum einen verfügt das Leica Geo Office Tools über die Applikation Koordinaten Editor, um ASCII-Dateien in Leica-kompatible Punktdateien umzuwandeln. Von CARD/1 besteht diesbezüglich die Möglichkeit, Exportvorlagen bzw. Formatdefinitionen zu erstellen oder zu überarbeiten.

8.2.1 Exportvorlagen für Punktdaten über den LGO Tools Koordinaten Editor

Mit dem Koordinaten Editor wurden im Rahmen dieser Diplomarbeit zwei Exportvorlagen erstellt, um sowohl aus CARD/1 als auch aus CADy Punktdateien in Leica-Tachymetern verwenden zu können. Die dafür notwendigen Schritte wurden in Kapitel 6.2.3 erläutert. An dieser Stelle soll darauf eingegangen werden, wie über den Koordinaten Editor ausgegebene Punktdateien sich in der Praxis bewähren.

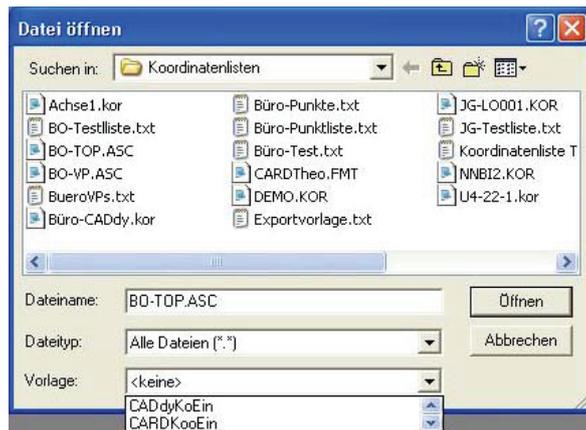


Abb. 70: LGO Tools Koordinaten Editor

Werden Punktdateien aus CARD/1 oder CADdy mit speziell für beide Anwendungen entwickelten Exportvorlagen geöffnet, erscheint am Rechner das gleiche Fenster, mit dem Punktdateien im Koordinaten Editor manuell erstellt werden können. Enthalten sind:

- Punktnummer,
- Rechtswert,
- Hochwert,
- Höhe,
- Code.

Es ist vorteilhaft, dass Exportdaten gegebenenfalls händisch geändert werden können. Sind die Punktdaten in Ordnung, lassen sich diese auf die Speicherkarte vom Mess-Instrument übertragen. Für die Zieldatei stehen die Dateitypen

- IDEX (Dateiendung *.idx),
- ASCII (*.txt),
- GSI-8 (*.gsi),
- GSI-16 (*.gsi)

zur Auswahl. Zum Vergleich wurde die selbe Punktdatei in allen vier Dateitypen ausgegeben. Durch öffnen der Dateien mit einem Editor zeigt sich, dass alle vier Dateien den selben Inhalt haben. Lediglich der Kopf bzw. Header unterscheidet sich jeweils durch die Angabe vom Namen des entsprechenden Dateityps.

```

HEADER
  VERSION          1.31
  SYSTEM           "Leica SurveyOffice: Coordinate Editor 1.0"
  SEPARATOR        ', '
  TERMINATOR       '; '
  UNITS
    LINEAR         METRE
  END UNITS
  PROJECT
    NAME           "ASCII"
    CREATION_DATE  29-04-2008/09:36:56.0
  END PROJECT
END HEADER

```

Zusätzlich zum Dateityp sind im Header Name und Version des verwendeten Koordinaten Editors sowie Datum und Uhrzeit des Exports aufgelistet. Als Trennzeichen zwischen den einzelnen Parametern sind Kommata fest vorgeben. Der Vorteil von Kommata gegenüber Leerzeichen als Trennzeichen wird im aktuellen Beispiel gut ersichtlich, da in diesem keine Höhenangaben vorliegen. Zeilenumbrüche sind durch Semikolon definiert, die Längeneinheit ist metrisch. Der Inhalt der Datei ist in drei Schleifen unterteilt:

- DATABASE,
- POINTS,
- THEMINFO.

Die den beiden anderen Schleifen übergeordnete Schleife DATABASE enthält den Inhalt der Koordinatenliste. Die Schleife POINTS legt zunächst fest, welche Parameter in der Punktdatdatei enthalten sind:

- PointNo,
- PointID,
- Code,
- East,
- North,
- Elevation,
- Class.

Der Parameter PointNo darf nicht mit der Punktnummer verwechselt werden. Diese wird durch den Parameter PointID wiedergegeben. PointNo steht stattdessen für die Anzahl der Punkte in der Liste von 1 fortlaufend. Da Punktnummern in Punktdateien nicht zwangsläufig ab 1 beginnen und einzelne Punktnummern oft übersprungen werden, kann dies in der Praxis an dieser Stelle leicht zu Fehlinterpretationen führen.

East und North stehen für Rechts- und Hochwerte, Elevation für Höhen. Da die exportierte Punktdatdatei keine Höhenangaben enthält, sind die Höhen in der Ausgabedatei nicht definiert. Die entsprechende Stelle in der Ausgabedatei bleibt somit leer, wird jedoch durch zwei direkt aufeinanderfolgende Kommata eindeutig abgegrenzt. So kann es nicht dazu kommen, dass stattdessen der nachfolgende Parameter (hier die Klasse) irrtümlich als Höhe interpretiert wird. Solche auswertetechnische Fehler können auftreten, wenn als Trennzeichen Leerzeichen verwendet werden. Die Punktklassen sind im Beispiel *fest*.

```
POINTS (PointNo,PointID,Code,East,North,Elevation,CLASS)
      1, "6001", "65", 67101.961, 40841.427, , FIX;
```

Innerhalb der Schleife THEMINFO wird festgelegt, in welcher Reihenfolge die einzelnen Parameter in den Eigenschaften am Mess-Instrument angezeigt werden. Der ausführliche Inhalt der Datei ist Anlage E zu entnehmen. Es ist allerdings fragwürdig, warum eine per Leica-Software erstellte Exportvorlage Punktdaten nicht automatisch in der Form ausgibt, dass Mess-Instrumente von Leica diese standardmäßig erkennen.

Die Schritte, um die Ausgabedatei auf das Mess-Instrument zu übertragen, sind in Kapitel 8.4.1.1 erläutert. Sind die Import-Einstellungen am Mess-Instrument nicht so

konfiguriert, wie in dem Kapitel beschrieben, kann das Mess-Instrument die Punktdaten nicht verwenden.

8.2.2 Exportvorlagen für Punktdaten aus CARD/1

Um aus dem aktuellen Arbeitsprojekt von CARD/1 Punktdaten auszugeben, muss eine entsprechende Formatdefinition mit der Dateiendung *.FMT im Zentralprojekt *CARD* vorhanden sein. Hierauf haben alle CARD/1-Anwender Zugriff. Andernfalls müsste die Formatdefinition über das Modul *Vermessung/Lageplan - Lageplandaten importieren/exportieren - Punkte - fremdes Format neu definieren* vom Anwender selbst erstellt werden. Diese wird dann im aktuellen Projekt gespeichert. Im Rahmen der Diplomarbeit wurde eine Formatdefinition mit dem Namen *CARDTHEO* erstellt, mit welcher Punktdaten von CARD/1 als ASCII-Dateien ausgegeben werden, so dass diese direkt in Mess-Instrumenten von Leica verwendet werden können.

	ab (Spalte)	Länge	Genauigkeit	Ausrichtung	Standardwerte
Punktnummer	Ja	1	16	Links	
Rechtswert	Ja	18	15	Rechts	
Hochwert	Ja	34	15	Rechts	
Höhe	Ja	50	15	Rechts	0,000
Punktkode	Ja	66	5	Rechts	225
Bemerkungen	Nein	0	0	Links	
Vermarkungsart	Nein	0	0	Links	
Vermarkungstiefe	Nein	0	0	Links	
konstanter Text	Nein	0	0	Links	

Abb. 71: Formatdefinition für CARD/1 bearbeiten

In der Datenbank von CARD/1 sind jedem Punkt die Parameter

- Punktnummer,
- Rechtswert,
- Hochwert,
- Punktkode,
- Bemerkungen,
- Vermarkungsart,
- Vermarkungstiefe,
- konstanter Text

zugeordnet. Für die Zwecke von UIB12 sind in der Regel lediglich die ersten fünf Parameter von Bedeutung, die übrigen werden deshalb nicht berücksichtigt. Die Ausgabe der Parameter erfolgt zeilenweise für jeden einzelnen Punkt, wobei die einzelnen Parameter ab einer bestimmten Spalte angeordnet sind und eine vorgegebene Länge nicht überschreiten dürfen. Die Länge der Parameter richtet sich nach der größtmöglichen Länge der jeweiligen Parameter in der Firmware des Tachymeters. Versucht der Anwender Punktnummern oder Werte zu exportieren,

deren Länge das Maximum überschreitet, würden die überschüssigen Stellen am Anfang der entsprechenden Werte in der Ausgabedatei abgeschnitten werden.

Der Abstand zwischen den einzelnen Parametern innerhalb einer Zeile dient lediglich der besseren Übersicht. Ein konkreter Abstand bzw. Beginn ab einer bestimmten Spalte ist im Gegensatz zu anderen Datentransfers (z. B. beim Einlesen von polaren Messwerten oder Punktdateien in CARD/1) für das Tachymeter irrelevant. Eine links- oder rechtsbündige Anordnung der Werte dient ausschließlich der besseren Veranschaulichung. Optional können Standardwerte für die einzelnen Parameter vorgegeben werden.

Punkte werden, falls nicht anders vorher festgelegt, mit dem allgemeinen Objektcode 225 ausgegeben. Die Dateiendung der Ausgabedatei ist von Leica nicht vorgeschrieben. Da jedoch viele ASCII-Dateien im Tachymeter die Dateiendung *.txt aufweisen, wurde diese als Standard für die Formatdefinition festgelegt. Bei Bedarf lässt sich dies ändern.

Oft werden bei reinen Lagemessen Höhen nicht benötigt. Sind bei zu exportierenden Punktdateien keine Höhen definiert, werden diese mit dem Wert 0.000 ausgegeben. Alternativ könnte die entsprechende Stelle in der Ausgabedatei frei bleiben. Da die Parameter in der Ausgabedatei jedoch durch Leerzeichen voneinander getrennt sind, würde der Tachymeter beim Import der Daten dann den darauffolgenden Wert (also den Code) als Höhe interpretieren. Zwar könnten diesbezüglich die Importbedingungen am Mess-Instrument geändert werden, aus praktischen Gründen ist dies jedoch zu vermeiden. Fehlerhafte Höhen brauchen später beim Import nicht berücksichtigt werden.

Punkte							
Tabelle	Bearbeiten	Markieren	Suchen	Einstellungen	Prüfen	Zurücknehmen	Info
Punktnummer	Rechtswert	Hochwert	Höhe	Kode	Va	Vt	Bemerkungen
1234567890000001	12341000.000	12341004.948	0.000	999	0	0	
1234567890000002	12341000.655	12341004.198	1.352	225	0	0	
1234567890000003	12341005.168	12341003.092	2.045	14	0	0	
1234567890000005	12341002.324	12341000.471	0.708	22	0	0	
1234567890000006	12341004.796	12340996.334	1.799	61	0	0	
1234567890000007	12341001.568	12340994.418	2.446	35	0	0	
1234567890000009	12341000.290	12340998.048	2.225	55	0	0	
1234567890000011	12340997.816	12340998.309	2.239	85	0	0	
1234567890000012	12340998.524	12340999.794	1.809	133	0	0	
1234567890001000	12341000.000	12341000.000	0.000	166	0	0	

Abb. 72: Markierte Punkte werden exportiert

Nachdem die gewünschte Formatdefinition ausgewählt bzw. überarbeitet oder erstellt worden ist, sind die zu exportierenden Punkte festzulegen. Hierzu ist im aktuellen Fenster *Punkte* anzuklicken, so dass wie oben abgebildet eine Liste mit allen Punkten des aktuellen Projekts angezeigt wird. In dieser sind die auszugebenden Punkte zu markieren, unmarkierte Punkte werden beim Export nicht berücksichtigt. Der Export wird über *markierte ausgeben - fremdes Format* durchgeführt.

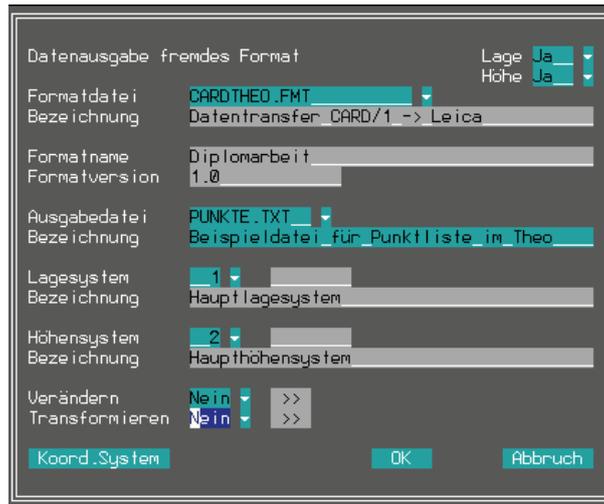


Abb. 73: Datenausgabe fremdes Format

Abbildung 73 zeigt das dann erscheinende Fenster. An dieser Stelle können zunächst alle für das Projekt zur Verfügung stehenden Exportvorlagen ausgewählt werden. Für die Ausgabedatei ist der Name einzugeben. Die vordefinierte Dateiendung wird dem Anwender vorgeschlagen, kann aber durch diesen geändert werden. Als Koordinatensystem stehen von CARD/1 das Hauptlage- und das Haupthöhenystem zur Verfügung. Benötigt der Außendienstmitarbeiter für Messungen keine Höhenangaben, kann die Punktdatei optional ohne Höhen ausgegeben werden. Die Werte lassen sich bei Bedarf ändern oder transformieren.

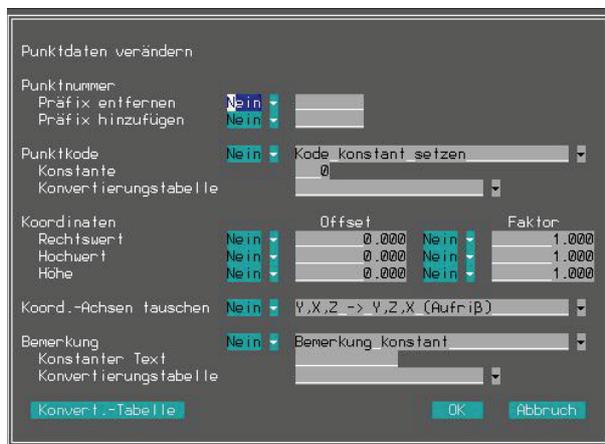


Abb. 74: Punktdaten verändern

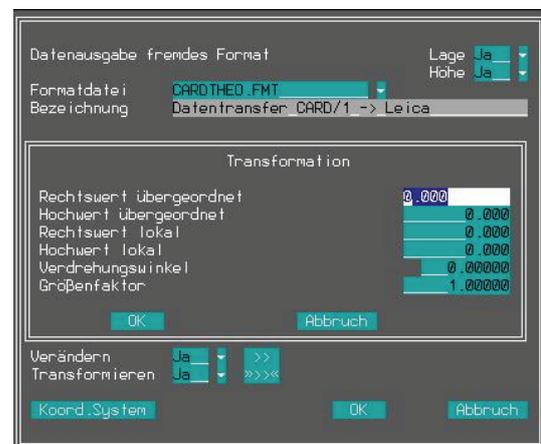


Abb. 75: Koordinatentransformation

Über *Punktdaten verändern* lassen sich Punktnummern oder -codes sowie Koordinatenwerte verändern. Außerdem besteht die Möglichkeit die Koordinatenachsen zu vertauschen. Wenn örtliche Koordinaten in übergeordnete Systeme oder umgekehrt zu überführen sind, kann auf die Funktion *Transformation* zurückgegriffen werden. Da für einen in beiden Koordinatensystemen vorliegenden Punkt jeweils Rechts- und Hochwert sowie Rotationswinkel und Maßstabsfaktor bekannt sein müssen, handelt es sich um eine Affin-Transformation mit 6 Parametern.

Es sollte jedoch darauf verzichtet werden, Punktdaten beim Export zu verändern oder zu transformieren. Schließlich hat der Anwender keine Möglichkeit, die Richtigkeit von Veränderungen bzw. Transformationen bei diesem Vorgang zu

kontrollieren. Stattdessen sollten Veränderungen oder Transformationen bereits vorher stattfinden und nur fertige Punktdaten exportiert werden. Ist der Anwender mit allen Einstellungen zufrieden, ist der Export zu vollziehen. Im Falle eines Fehlers beim Export erscheint eine Fehlermeldung. Die ausgegebene Datei wird im aktuellen Projekt gespeichert und kann von dort auf die Speicherkarte vom Mess-Instrument kopiert werden. Dort kann die Punktdatei nach den in Kapitel 8.4.1.1 aufgeführten Abläufen weiterverwendet werden.

8.2.3 Exportvorlagen über CADdy

Es ist nicht notwendig, Punktdateien aus CADdy über eine Exportvorlage in ein bestimmtes Format für Leica-Tachymeter vom System 1200 umzuwandeln. Stattdessen können KOR-Dateien direkt in das Mess-Instrument eingelesen werden. Wichtig ist dabei nur, dass die Import-Einstellungen richtig eingestellt sind. Im Gegensatz zu CARD/1 haben Punktdateien in CADdy keine Kopfzeilen und verzichten auf die Auflistung von zahlreichen Punktinformationen. Nur die elementaren Parameter

- Punktnummer,
- Rechtswert,
- Hochwert,
- Höhe,
- Punktcode,
- Bemerkung

werden ausgegeben. Allerdings ist darauf zu achten, dass Höhenwerte mit auszugeben sind. Sollte auf Höhenangaben verzichtet werden, müssen diese mit dem Wert 0 ausgegeben werden. Andernfalls würde das Mess-Instrument den Code als Höhe interpretieren. Zwar lassen sich die Einstellungen für den Import im Mess-Instrument ändern, aus praxisbezogenen Gründen soll hierauf jedoch verzichtet werden. Mit einer Ausgangshöhe von 0 werden bei der Messung demzufolge Neupunkten falsche Höhen zugewiesen, jedoch können diese bei der späteren Auswertung der Messdaten in CADdy außer Acht gelassen werden.

8.2.4 Vergleich

Es wurden sowohl mit dem LGO Tools Koordinaten Editor als auch mit CARD/1 Exportvorlagen erstellt, um Punktdateien aus der CAD-Anwendung vom Rechner zum Mess-Instrument zu übertragen. Von beiden Möglichkeiten ist letztere zu empfehlen. Wenn Punktdaten direkt über CARD/1 ausgegeben werden, kann der Arbeitsschritt, extra das Leica Geo Office Tools und den Koordinaten Editor aufrufen zu müssen, übersprungen werden. So lassen sich Zeit- und Arbeitsaufwand reduzieren. Hinzu kommt, dass UIB12 gegenwärtig lediglich über zwei Lizenzen für das Leica Geo Office verfügt und somit nicht jeder CAD-Bearbeiter auf den LGO Tools Koordinaten Editor zurückgreifen kann. Außerdem hat sich gezeigt, dass es beim Import der Punktdaten im Mess-Instrument bei der Verwendung von über den Koordinaten Editor erstellten Dateien leichter zu Fehlern kommen kann, als wenn diese über CARD/1 ausgegeben werden.

8.3 Datenaustausch von Trassendaten

Bei der HOCHBAHN ist es oft erforderlich, Trassen abzustecken. Etwa um verschiedene Gleisstücke miteinander zu verbinden, bestehende Gleise zu erneuern oder neue Gleise zu verlegen. In der Vergangenheit wurden dafür häufig Absteckwerte für Trassenpunkte im Innendienst berechnet und anschließend in die Örtlichkeit übertragen. Genau genommen handelt es sich dabei jedoch um keine Trassenabsteckung, sondern um eine Absteckung von Einzelpunkten.

Zunehmend können jedoch mit modernen Programmen Trassen als Ganzes in die Örtlichkeit übertragen werden. UIB12 steht diesbezüglich die Applikation *Road Runner Rail* von Leica zur Verfügung. An dieser Stelle soll darauf eingegangen werden, wie entsprechende Trassendaten vom Rechner auf das Mess-Instrument übertragen werden. Für die Absteckung einer ebenen Trasse wird lediglich die Lage der Achshauptpunkte benötigt. Soll die Trasse hingegen räumlich in die Örtlichkeit übertragen werden, müssen für die Gradienten Lage und Höhe der Neigungswechsel bekannt sein. Die den auftretenden Fliehkräften entgegenwirkenden Überhöhungen komplettieren die Trassendaten.

Folgender Ablauf sei anhand eines praktischen Beispiels erläutert. Bis 2011 soll in Hamburg die U-Bahn-Linie U4 fertiggestellt werden, welche den neu entstehenden Stadtteil Hafencity verkehrstechnisch an die Innenstadt anschließt.



Abb. 76: Trassenverlauf U-Bahnlinie U4

Für die ca. 4 Km lange und zweigleisige Trasse liegen Achs-, Gradienten- und Überhöhungsdaten für CARD/1 vor, welche in einem Job für Road Runner Rail ausgegeben werden sollen. Wichtig ist hierbei zu beachten, dass beide Gleise getrennt voneinander bearbeitet werden müssen. Es besteht zwar die Möglichkeit, zweigleisige Strecken in einem gemeinsamen Job auszugeben, allerdings muss dann eine gemeinsame Stationierungsachse bzw. Kilometerlinie vorliegen. Dies ist bei der aktuellen Trasse nicht der Fall. Ein gängiges Datenformat im Straßen- und Gleisbau ist das REB-Format.

REB ist die Abkürzung *Regelungen für elektronische Bauabrechnung*, welche Berechnungsmethoden und Methoden zum Austausch von beschreiben und für verschiedene Bereiche des Ingenieurwesens verfügbar sind. GAEB ist eine Weiterentwicklung der REB. GAEB steht für den Gemeinsamen Ausschuss Elektronik im Bauwesen, welcher als normierendes Gremium für das Bauwesen fungiert und seinen Sitz im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung in Bonn hat. Hinter REB versteckt sich die Idee, den Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen und Baufirmen zu vereinheitlichen bzw. zu standardisieren. Es gibt eine große Anzahl unterschiedlicher Anwendungen, von denen nahezu jede ein eigenes Datenformat besitzt. Dies hat zur Folge, dass Datensätze eines Systems nicht direkt in einem anderen System verwendet werden können. Dieser Umstand lässt sich durch spezielle Regelungen zum Datenaustausch beheben. Entsprechende Regelungen werden durch den GAEB festgelegt. Wichtigste Verfahrensbeschreibung für das Bauwesen ist die REB - VB 23.003 zur allgemeinen Bauabrechnung. Die Ausgabe von Trassendaten im REB-Format erfolgt in CARD/1 mit den Modulen *Achsen* und *Längsschnitt*. [15]

Zur Übertragung von Trassendaten stehen folgende Dateiformate zur Verfügung:

Datenart	Dateiformat	Dateiendung	
Achsdaten	Kartenart 040	*.040	
Achsdaten	REB Datenart 50	*.d40	
Gradienten	Kartenart 21	*.021	<i>Längsprofile</i>
Gradienten	REB Datenart 45	*.d21	<i>Längsprofile</i>
Gradienten	REB Datenart 58	*.d21	<i>Längsprofile</i>
Überhöhungen	Kartenarten 55 - 58	*.055 - *.058	<i>Querprofile</i>
Überhöhungen	REB Datenart 66	*.d66	<i>Querprofile</i>

Tabelle 9: Dateiformate von Trassendaten

8.3.1 Übertragung von Achsdaten

Sowohl Kartenart 040 als auch REB Datenart 50 basieren auf der Programmiersprache FORTRAN. Aus diesem Grund sind Trennzeichen für Nachkommastellen optional. Da die Datenfelder beider Dateiformate sehr begrenzt sind, ist es empfehlenswert, auf Trennzeichen zu verzichten. Diese werden dann an der im F-Format angegebenen Stelle eingefügt. Aus den angehängten Beispielen in den Anlagen K und L ist zu erkennen, dass sich beide Dateiformate in Reihenfolge und Inhalt der Spalten unterscheiden.

Achsen lassen sich in CARD/1 bis zum größtmöglichen Wert 999 nummerieren. In der Kartenart 040 sind Achsnummern jedoch nur zweistellig angegeben. Bei größeren Achsnummern werden grundsätzlich nur die letzten beiden Zahlen berücksichtigt, so dass etwa aus Achse 523 anschließend Achse 23 wird. Vorsicht geboten ist vor allem bei Achsnummern, deren letzten beiden Zahlen identisch sind (312 & 612 → 12 & 12). Während die REB Datenart 50 für jedes Trassierungselement Anfangs- und Endstation ausgibt, enthält die Kartenart 040 lediglich die jeweilige Anfangsstation. Schließlich ist die folgende Anfangsstation identisch mit dem Ende des vorangegangenen Trassenelementes. Trassenlängen werden zwar dargestellt, sind aber nur zur Berechnung vom Ende der Achse von Bedeutung.

Ein Vorteil bei der REB Datenart 50 besteht darin, dass für Massenberechnungen im gekrümmten Achsbereich ein zusätzlicher Korrekturfaktor zur Verfügung steht. Beide Dateiformate berücksichtigen als Übergangsbogen lediglich Klothoiden. Dies stellt allerdings kein Problem dar, weil diese die einzige von der HOCHBAHN verwendete Übergangsbogenart ist.

Achsdaten können mit CARD/1 über das Modul *Achsen* im REB-Format ausgegeben werden. Nachdem ins Projekt der Achse gewechselt wurde, ist das Modul *Achsen - Achshauptpunkte importieren/exportieren* und anschließend die Funktion *Achshauptpunkte exportieren* zu wählen. Danach erscheint das in Abbildung 77 dargestellte Fenster. In diesem können eine oder auch mehrere Gleisachsen ausgewählt, das gewünschte Datenformat festgelegt und der Dateiname definiert werden.



Abb. 77: Achse exportieren aus CARD/1

Achsdateien in Karten 040 und REB Datenart 50 sind wie folgt aufgebaut:

Kartenart 040	Spalten	Stellen
Kartenart	1 - 3	3
Achsnummer	4 - 5	2
Station	6 - 15	10.3
Länge	16 - 23	8.3
Radius	24 - 35	12.4
Klothoidenparameter	36 - 44	9.3
Tangentenrichtung [gon]	45 - 56	12.7
Rechtswert	57 - 68	12.3
Hochwert	69 - 80	12.3

REB Datenart 50	Spalten	Stellen
Datenart	1 - 2	2
Station Elementanfang	10 - 18	9.3
Station Elementende	22 - 30	9.3
Radius Elementanfang	32 - 40	9.3
Klothoidenparameter	42 - 50	9.3
Rechtswert	51 - 60	10.3
Hochwert	61 - 70	10.3
Tangentenrichtung [gon]	71 - 80	10.7

.x --> Anzahl Nachkommastellen

Tabellen 10 und 11: Aufbau Kartenart 040 und REB Datenart 50

8.3.2 Übertragung von Gradienten

Gradienten lassen sich in CARD/1 in der Kartenart 021 mit Hilfe des Moduls *Längsschnitt* ausgeben. Nachdem in dieses Modul gewechselt wurde, ist *Gradienten entwerfen* und anschließend *Bearbeiten Gradiente* anzuklicken. Im erscheinenden Fenster ist die Achse der auszugebenden Gradiente festzulegen und *Gradiente exportieren* zu wählen. In dem in Abbildung 78 dargestellten Fenster werden Name von Achse und Gradiente sowie deren Bezeichnung aufgeführt. Durch den Anwender sind Dateiformat und Name der Ausgabedatei zu definieren.



Abb. 78: Gradiente exportieren aus CARD/1

Eine Gradientendatei in Kartenart 21 ist wie folgt aufgebaut:

Parameter	Spalten
Datenart	1 - 3
Station vom Tangentenschnittpunkt	6 - 15
Höhe vom Neigungswechsel	16 - 23
Ausrundungsradius	24 - 33

Tabelle 12: Aufbau Kartenart 21

8.3.3 Übertragung von Überhöhungen

Überhöhungen lassen sich in CARD/1 mit dem Modul *Querprofile* ausgeben. Allerdings können diese dort nicht kompatibel für Road Runner Rail ausgegeben werden. Während die zur Erstellung des Bahnjobs verwendete Applikation *Entwurf fürs Feld* Achs- und Gradientendaten im REB-Format akzeptiert, werden Überhöhungsdaten ausschließlich im neuen LandXML-Format erkannt.

XML steht für Extensible Markup Language und ist eine Auszeichnungssprache, um hierarchisch strukturierte Daten als Textdatei ausgeben zu können. XML wird vor allem zum Datenaustausch zwischen verschiedenen Softwareprodukten verwendet. Hierbei handelt es sich um eine Metasprache, nach deren Grundlage über strukturelle und inhaltliche Einschränkungen anwenderbezogene Sprachen entwickelt werden können. XML-Dokumente setzen sich zusammen aus Textzeichen, wie z. B. ASCII. LandXML ist ein Datenformat zum Datenaustausch von Vermessungs- und Tiefbaudaten mit anderen Applikationen und wurde von den Firmen Bentley und Autodesk entwickelt. Letztere ist Hersteller der CAD-Anwendung AutoCAD.

IB&T will in absehbarer Zeit selbst Schnittstellen zur Verfügung stellen, um Daten über CARD/1 im LandXML-Format ausgeben zu können. Da diese Möglichkeit zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht zur Verfügung steht, können Überhöhungsdaten manuell mit dem Rail Editor für bestimmte Stationen definiert werden. Mit den folgenden Schritten lassen sich über das Leica Geo Office Bahnjobs mit Trassendaten erstellen.

8.3.4 Anlegen eines Bahnjobs

Nachdem im LGO die Anwendung *Entwurf fürs Feld* gestartet wurde, kann der Anwender zwischen Gleisbau-, Straßen-, Tunnel- und DGM Daten sowie Punkte, Linien & Flächen als zu konvertierende Typen wählen. Für Bahnjobs sind erstere zu verwenden. Zum weiteren Vorgehen sind Konverter erforderlich, die wie

dessen Speicherkarte herzustellen. Dies ist jedoch recht umständlich, da der Tachymeter hierfür sich immer in unmittelbarer Nähe des Rechners befinden muss. Außerdem ist die Übertragungsrates (Datenmenge pro Sekunde) niedriger als bei der zweiten Variante. Stattdessen werden bei UIB12 Daten zwischen beiden Systemen über ein Kartenlesegerät des Rechners und der Speicherkarte des Tachymeters ausgetauscht. UIB12 verwendet als Kartenlesegerät ein internes OMNI Drive Laufwerk der Firma CSM, welches über einen USB-Anschluss mit dem Rechner verbunden ist.

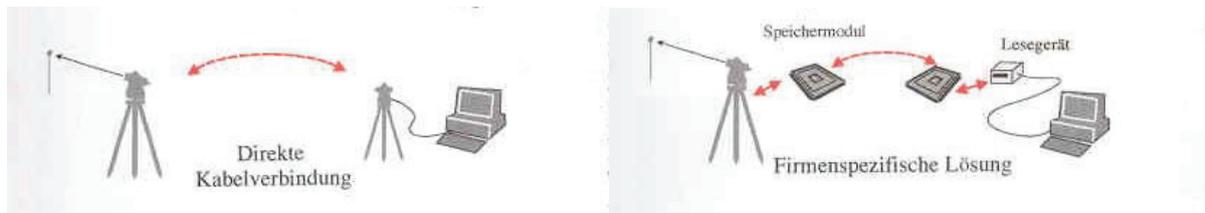


Abb. 80: Datentransfer zwischen Mess-Instrument und Rechner (links per seriellen Kabel, rechts per Speicherkarte)

8.4.1 Übertragung der Daten vom Rechner zum Tachymeter

8.4.1.1 Übertragung von Punktdateien

Für bestimmte Vorhaben mit dem Tachymeter ist es unerlässlich, Punktdateien in diesen einzulesen. KOR-Dateien von CADDy können direkt auf den Tachymeter übertragen werden. ASC-Dateien aus CARD/1 werden diesbezüglich mit einer in CARD/1 erstellten Exportvorlage in eine entsprechende Form gebracht. Wenn der Anwender mit dem Inhalt der Ausgabedatei am Rechner zufrieden ist, kann diese dort in das Verzeichnis `\Data` der Speicherkarte kopiert werden. Um die Datei in den aktuellen Mess-Job zu importieren, ist im Hauptmenü der Firmware vom Mess-Instrument ins Verzeichnis `4 Im/Export` zu wechseln und dort `2 Import in Job` zu wählen. Wurde dies getan, erscheint am Display vom Mess-Instrument in Abbildung 81 aufgeführte Fenster. Importiert werden können Daten im ASCII- oder GSI-Format. In den beiden weiteren Zeilen sind die zu importierende Datei und der entsprechende Job zu wählen. Bevor die Datei importiert wird, kann ihr Inhalt über `F3 ZEIGE` vom Anwender eingesehen werden. Später lassen sich die Daten direkt im Job anzeigen und gegebenenfalls verändern.



Abb. 81: Datenimport in Job



Abb. 82: Importeinstellungen

Wichtig beim Datenimport sind die richtigen Einstellungen. Sollen Dateien mit *Headern* bzw. Kopfzeilen eingelesen werden, kann deren Anzahl eingegeben werden. Die übrigen Einstellungen sind zu konfigurieren. Als Trennzeichen zwischen den einzelnen Parametern kann zwischen

- Kommata,
- Leerzeichen,
- Tabulatoren,
- Strichpunkten,
- Zeilenvorschüben

gewählt werden. Für Punktdaten benötigt das Mess-Instrument lediglich folgende Parameter:

- Punktnummer,
- Ost- bzw. Rechtswert,
- Nord- bzw. Hochwert,
- Höhe,
- Punktcode.

Um die Spalten mit den entsprechenden Parametern richtig zu interpretieren, kann in dem Fenster deren Position festgelegt werden. Da Werte eines Parameters unterschiedlich lang sein können, muss *Mehrfach Leer*: mit *Ja* eingestellt sein. Wäre dies verneint, würde jedes einzelne Leerzeichen als Trennzeichen verwendet werden. Sollte z. B. vor einer Punktnummer ein Leerzeichen stehen, wird der Punkt nicht eingelesen. Oder folgen auf eine Punktnummer zwei Leerzeichen, würde das Mess-Instrument den Rechtswert als Hochwert interpretieren.

Grundsätzlich ist es zu vermeiden, Einstellungen für den Datenimport am Mess-Instrument zu verändern. Dies kann in der Praxis leicht zu Fehlern führen. Die in Abbildung 82 aufgeführten konfigurierten Importeinstellungen sind auf beiden Tachymetern von UIB12 so vordefiniert, dass aus CADdy und über die erstellte CARD/1-Exportvorlage ausgegebenen Punktdateien problemlos in Jobs importiert werden können.

8.4.1.2 Übertragung von Bahnjobs

Bahnjobs müssen ins Verzeichnis *\DBX* der Speicherkarte kopiert werden, wo auch Mess-Jobs abgespeichert werden. Allerdings sind beide nicht miteinander zu verwechseln. Im Gegensatz zu letzteren bestehen Bahnjobs nicht aus 13, sondern lediglich aus sieben Dateien. Außerdem sind diese über die Firmware vom Mess-Instrument unter *3 Manage* und *1 Jobs* nicht aufrufbar. Bahnjobs stehen ausschließlich für die Applikation *Road Runner Rail* zur Verfügung und sind beim Starten der Applikation vom Anwender in den aktuell verwendeten Job einzulesen.

8.4.1.3 Übertragung von Formatdateien und Codelisten

Um beim Messen mit Tachymetern von Leica auf Codelisten zurückgreifen zu können und Daten aus Jobs mit Formatdateien exportieren zu können, sind diese auf den internen Speicher des Mess-Instruments zu übertragen. Am Rechner erstellte Formatdateien sind hierfür zunächst ins Verzeichnis *\Convert* der Speicherkarte zu

kopieren. Codelisten wiederum müssen auf dieser im Verzeichnis \Code abgelegt werden. Dort muss die Codeliste mit Hilfe der Codelisten Verwaltung des Leica Geo Office registriert werden. Andernfalls kann das Mess-Instrument die Codeliste nicht auf der Speicherkarte erkennen.

Nachdem die Speicherkarte ins Mess-Instrument eingelegt wurde, ist im Hauptverzeichnis der Firmware ins Verzeichnis *6 Tools* zu wechseln und anschließend *2 Transferobjekte* aufzurufen. Im dann erscheinenden Fenster (siehe Abbildung 83) können *01 Codelisten* und *06 Formatdateien* eingelesen werden. Es können entweder einzelne oder alle auf der Speicherkarte verfügbaren Codelisten bzw. Formatdateien auf den internen Speicher übertragen werden.



Abb. 83: Übertragung von Objekten aufs Mess-Instrument

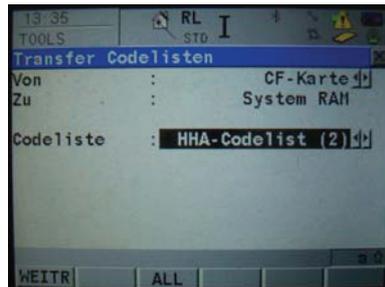


Abb. 84: Übertragung von Codelisten aufs Mess-Instrument

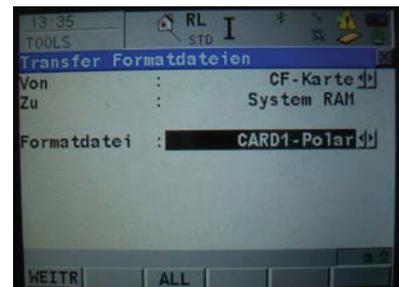


Abb. 85: Übertragung von Formatdateien aufs Mess-Instrument

8.4.2 Übertragung der Daten vom Tachymeter zum Rechner

Die Daten einer Messung werden in Tachymetern von Leica in Jobs abgelegt. Diese Jobs bestehen aus insgesamt 13 Binärdateien, welche auf der Speicherkarte abgelegt werden. Wie bereits erwähnt wurde, haben Binärdateien keinen lesbaren Inhalt. Für die direkte Weiterverwendung in anderen Systemen sind die Dateien von Jobs somit ungeeignet.

Stattdessen werden die von den CAD-Anwendungen CARD/1 und CADdy benötigten Daten der Jobs mit Hilfe von mit dem LGO Format Manager erstellten Formatdateien in ASCII-Dateien ausgegeben. Der Datenexport kann sowohl über das Leica Geo Office als auch direkt am Mess-Instrument erfolgen. Um die Daten am Rechner im Leica Geo Office konvertieren zu können, ist dieses zu starten und die Anwendung *Ausgabe vom Job* aufzurufen.

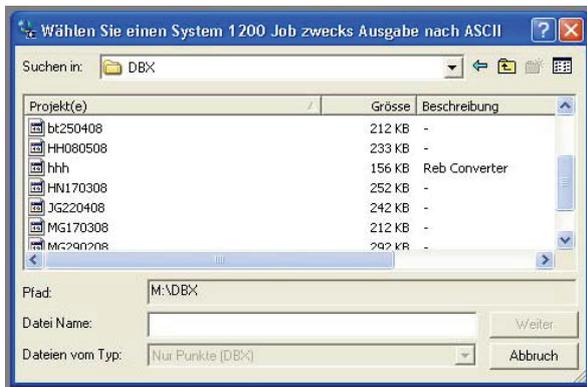


Abb. 86: Ausgabe vom Job

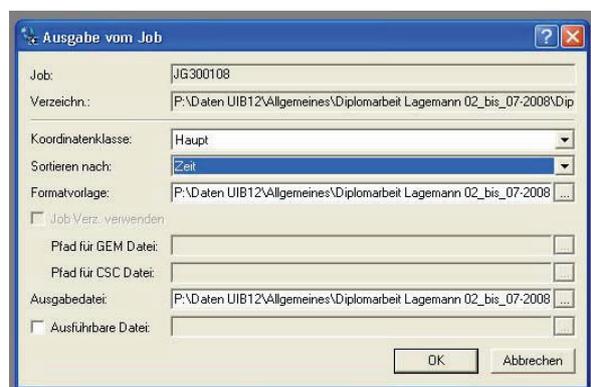


Abb. 87: Formatdatei und Zielverzeichnis

Im zunächst erscheinenden, in Abbildung 86 aufgeführten Fenster ist der Job zu wählen, aus welchem Daten exportiert werden sollen. Daten aus Bahnjobs lassen sich nicht über diesen Weg konvertieren. Wurde der gewünschte Job gewählt, können im folgenden, in Abbildung 87 dargestellten Fenster die entsprechende Formatdatei und das Zielverzeichnis gewählt werden, in welchem die Ausgabedatei gespeichert werden soll. Wichtig ist darauf zu achten, dass die Zieldatei die richtige Dateiendung erhält, um vom Zielsystem korrekt interpretiert zu werden.



Abb. 88: Datenexport im Tachymeter

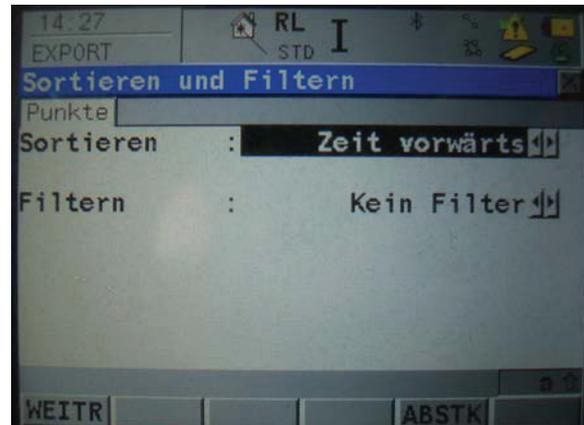


Abb. 89: Exporteinstellungen

Es ist ebenfalls möglich, direkt am Mess-Instrument Daten aus Jobs zu exportieren und die Ausgabedateien später von der Speicherkarte auf den Rechner zu übertragen. Hierzu ist im Hauptmenü der Firmware vom Mess-Instrument ins Verzeichnis *4 Im/Export* zu wechseln und danach *1 Export aus Job* zu wählen. Für die Zieldatei sind der Job, das Zielverzeichnis, die Formatdatei und die entsprechende Dateiendung einzugeben.

In beiden Fällen ist es wichtig, dass die einzelnen Messwerte zeitlich sortiert ausgegeben werden. Unter Umständen macht es jedoch Sinn, Messdaten punktwise auszugeben. Allerdings werden dann als Freie Codes definierte Punkte nicht mit ausgegeben, da diese lediglich zeitbezogene Informationen enthalten. Die Verwendung eines Filters, um etwa nur bestimmte Punkte auszugeben, ist für die Zwecke von UIB12 nicht nötig.

9. Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Diplomarbeit wurden mit dem Format Manager des Leica Geo Office Formatdateien erstellt. Mit Hilfe der Formatdateien ist es nun möglich polare Messwerte und Punktdaten aus Leica-Tachymetern vom System 1200 in den CAD-Anwendungen CARD/1 und CADdy direkt weiterverarbeiten zu können. Darüber hinaus lassen sich durch Formatdateien Qualitätsprotokolle für polare Messungen sowie für die Leica-Applikationen *Setup*, *Absteckung*, *Schnurgerüst* und *Road Runner Rail* in Klartextform vom Rechner ausdrucken. Nachteilig ist, dass die Formatdateien nur für das System 1200 kompatibel sind. Sollte UIB12 zu einem späteren Zeitpunkt Mess-Instrumente einer anderen Instrumentenklasse verwenden, muss diesbezüglich eine neue Lösung zum Datenaustausch gefunden werden.

In umgekehrter Reihenfolge sollen Punktdateien von CARD/1 und CADdy für Stationierungen und Absteckungen auf das Tachymeter übertragen werden. Während Punktdateien aus CADdy direkt vom Mess-Instrument verwendet werden können, lassen sich Punktdateien aus CARD/1 über zwei unterschiedliche Wege zum Mess-Instrument übertragen. Auf der einen Seite ist es möglich, Punktdateien aus CARD/1 über Exportvorlagen, welche mit dem Koordinaten Editor des Leica Geo Office Tools erstellt wurden, in eine für Leica-Tachymeter interpretierbare Form zu bringen. Auf der anderen Seite lassen sich bereits in CARD/1 Formatdefinitionen erzeugen. Durch diese können Punktdateien direkt von CARD/1 Leica-kompatibel ausgegeben werden. Nach Gegenüberstellung beider Möglichkeiten, empfiehlt der Verfasser letztere Variante.

Um Trassierungselemente abstecken und kontrollieren zu können, steht die Applikation *Road Runner Rail* zur Verfügung. Daten für Achsen, Gradienten und Überhöhungen werden dafür durch die Anwendung *Entwurf fürs Feld* des Leica Geo Office in Bahnjobs zusammengefasst. CARD/1 ist in der Lage, diese Daten im REB-Format auszugeben. Während *Entwurf fürs Feld* Achs- und Gradienten im REB-Format akzeptiert, müssen Überhöhungsdaten im LandXML-Format vorliegen. In absehbarer Zeit will CARD/1 eine Schnittstelle bereitstellen, um Überhöhungsdaten im LandXML exportieren zu können. Bis dahin müssen Überhöhungsdaten gegebenenfalls mit dem Rail Editor oder direkt am Mess-Instrument durch den Anwender manuell eingegeben werden.

Die Arbeitsschritte, um Daten zwischen Rechner und Mess-Instrument auszutauschen sowie mit den Applikationen *Setup*, *Absteckung*, *Schnurgerüst* und *Road Runner Rail* arbeiten zu können, sind in einer Kurzanleitung dokumentiert. Diese ist in Anlage P mitaufgeführt. Die Mitarbeiter von UIB12 wurden bei Testmessungen geschult, die Kurzanleitung praktisch zu verwenden. Dabei wurden einzelne Unstimmigkeiten aufgedeckt und die Kurzanleitung dementsprechend überarbeitet.

10. Quellennachweis

10. 1 Literaturverzeichnis

Bei der Anfertigung dieser Diplomarbeit wurden folgende Fachbücher bzw. Quellen von mir als Hilfe verwendet:

[1] Basedow, Harry u. a.: „*CARD/1 Dokumentation*“, Version 8.2, IB&T GmbH · Norderstedt

[2] Basedow, Harry u. a.: „*CARD/1 Dokumentation*“, Version 7.750, IB&T GmbH · Norderstedt

[3] Deumlich, Fritz & Staiger, Rudolf: „*Instrumentenkunde der Vermessungstechnik*“, 9. Auflage 2002, Herbert Wichmann Verlag · Heidelberg

[4] Matthews, Volker: „*Bahnbau*“, 3. Auflage 1996, B. G. Teubner Stuttgart

[5] Müller, Gerhard u. a.: „*Handbuch Ingenieurgeodäsie - Eisenbahnbau*“, 2. Auflage 2000, Herbert Wichmann Verlag · Heidelberg

[6] Ottmann, Thomas & Widmeyer, Peter: „*Algorithmen und Datenstrukturen*“, 3. Auflage 1996, Spektrum Akademischer Verlag Heidelberg · Berlin · Oxford

[7] Schmidt, Hubert & Witte, Bertold: „*Vermessungskunde und Grundlagen der Statistik für das Bauwesen*“, 2. Auflage 1991, Verlag Konrad Wittwer · Stuttgart

[8] RUT: Richtlinien für Planung, Entwurf und Bau von U-Bahn-Anlagen in Hamburg

[9] Wild, Heinrich u. a.: „*Hilfe*“ des LEICA Geo Office, Version 6.0 2007, LEICA Geosystems AG Heerbrugg

[10] Wild, Heinrich u. a.: „*Hilfe*“ des LGO Format Managers, Version 6.0 2007, LEICA Geosystems AG Heerbrugg

[11] Wild, Heinrich u. a.: „*Hilfe*“ des LGO Koordinaten Editors, Version 2.2 2003, LEICA Geosystems AG Heerbrugg

[12] Wild, Heinrich u. a.: „*Leica RoadRunner Rail Technisches Referenzbuch*“, Version 3.0 2007, LEICA Geosystems AG Heerbrugg

[13] Wild, Heinrich u. a.: „*Leica TPS1200+ Gebrauchsanweisung*“, Version 5.5 2007, LEICA Geosystems AG Heerbrugg

[14] Ziegler u. a.: „*CADdy Branchenmodul V1 Geodätische Berechnungen*“, Version 15.0 1998, Ziegler-Informatics GmbH

Darüber hinaus habe ich auf folgenden Internetseiten recherchiert:

[15] <http://www.mwm.de/download/download.php>

[16] <http://www.wikipedia.org>

10.2 Abbildungsverzeichnis

Abb.:	Inhalt [Quelle]	Seite
1	CADdy - Logo [14]	16
2	Screenshot CARD/1 - Logo	17
3	Foto TCRP 1201+	19
4	Datenstruktur Speicherkarte	21
5	Screenshot LGO Codelisten Verwaltung - Codeliste	23
6	Display TCRP 1201+ - Codeliste	24
7	Display TCRP 1201+ - Codeeigenschaften	24
8	Registrieren von Codelisten	26
9	LGO Format Manager - Aufbau [10]	27
10	Screenshot LGO Format Manager - Aufbau	28
11	Screenshot LGO Tools Koordinanten Editor - Punktdatei	30
12	Screenshot LGO Tools Koordinanten Editor - Import	30
13	Screenshot LGO Tools Koordinanten Editor - Import	30
14	Screenshot LGO Tools Koordinanten Editor - Import	31
15	Screenshot LGO Tools Koordinanten Editor - Import	31
16	Screenshot LGO Entwurf fürs Feld - Typ, Konverter	32
17	Screenshot LGO Entwurf fürs Feld - Rail Editor	32
18	Display TCRP 1201+ - Anschlüsse	34
19	Display TCRP 1201+ - Stationierungsgenauigkeit	34
20	Polare Aufnahme [7, S. 193]	35
21	Display TCRP 1201+ - Freier Code	36
22	Display TCRP 1201+ - Setup-Methode "Setze Azimut"	38
23	Display TCRP 1201+ - Korrekturwerte Absteckung	39
24	Absteckmethode Schnurgerüst [7, S. 564]	40
25	Absteckmethode Schnurgerüst [7, S. 565]	41
26	Wirkung von Flieh- und Fallbeschleunigung [5, S. 23]	44
27	Seitenrucklinien der Übergangsbögen [5, S. 183]	45
28	Krümmungsband der Klothoide [4, S. 110]	46
29	Klothoide [4, S. 111]	46
30	Neigungswechsel im Längsprofil [4, S. 80]	47
31	Lichtraumprofil gemäß RUT	49
32	Foto Gleisstopf- und Richtmaschine	51
33	Display TCRP 1201+ - Road Runner Rail Gleisabsteckung	54
34	Display TCRP 1201+ - Road Runner Rail Gleiskontrolle	54
35	CARD/1-WSH-Datei - Aufbau [1, S. 81, 82]	56
36	Screenshot Exportstring TPS Station (für CARD/1)	57
37	Screenshot Exportstring TPS Set Azimuth (für CARD/1)	57
38	Screenshot Exportstring TPS Free Codes (für CARD/1)	57
39	Screenshot Exportstring TPS Measurements (für CARD/1)	58
40	Screenshot Exportstring TPS Station (für CADdy)	59
41	Screenshot Exportstring TPS Set Azimuth (für CADdy)	59
42	Screenshot Exportstring TPS Free Codes (für CADdy)	59
43	Screenshot Exportstring TPS Measurements (für CADdy)	59
44	Screenshot Kopfzeile im LGO Format Manager	60
45	Screenshot Variablen im Exportstring Job	60
46	Screenshot Exportstring TPS Calibration	60

47	Screenshot Exportstring TPS Corrections	61
48	Screenshot Exportstring TPS Station (fürs Protokoll)	61
49	Screenshot Exportstring TPS Station Set Azimuth	61
50	Screenshot Exportstring TPS Free Codes (fürs Protokoll)	62
51	Screenshot Exportstring TPS Measurements (fürs Protokoll)	62
52	Screenshot Dateiheader ASC-Datei	62
53	Screenshot Definition Dateiheader in Formatdatei	63
54	Screenshot Variablen im Exportstring Points (measured by TPS)	63
55	Screenshot Variablen im Exportstring Points (measured by TPS)	64
56	Screenshot Logfiles	65
57	Exportstring Observations & Results	66
58	Exportstring Observations	66
59	Exportstring Residuals	66
60	Exportstring Results	66
61	Exportstring Observations	67
62	Exportstring Residuals	67
63	Exportstring Results	67
64	Exportstring Staked Points	67
65	Exportstring Reference Line Info	67
66	Exportstring Measure Points	68
67	Exportstring Stakeout Points	68
68	Exportstring Check Track	68
69	Exportstring Stake Track	69
70	Screenshot LGO Tools Koordinanten Editor - Export	70
71	Screenshot CARD/1 - Formatdefinition bearbeiten	72
72	Screenshot CARD/1 - Punktdatei für Export	73
73	Screenshot CARD/1 - Datenausgabe fremdes Format	74
74	Screenshot CARD/1 - Punktdaten verändern	74
75	Screenshot CARD/1 - Koordinatentransformation	74
76	Trassenverlauf U4 [HOCHBAHN]	76
77	Screenshot CARD/1 - Achshauptpunkte exportieren	78
78	Screenshot CARD/1 - Gradiente exportieren	79
79	Screenshot LGO Entwurf fürs Feld - Export	80
80	Datentransfer zwischen Mess-Instrument und Rechner [3, S. 341]	81
81	Display TCRP 1201+ - ASCII Import in Job	81
82	Display TCRP 1201+ - ASCII Importeinstellungen	81
83	Display TCRP 1201+ - Transferobjekte	83
84	Display TCRP 1201+ - Codeliste laden	83
85	Display TCRP 1201+ - Formatdatei laden	83
86	Screenshot LGO Ausgabe vom Job	83
87	Screenshot LGO Ausgabe vom Job	83
88	Display TCRP 1201+ - ASCII Export	84
89	Display TCRP 1201+ - ASCII Export	84

10.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle	Inhalt	Seite
1	Inhalt der Speicherkarte	21
2	Steuercodes	24
3	Standpunktzeile DAT-Datei	58
4	Zielpunktzeile DAT-Datei	58
5	Additionskonstanten Leica-Prismen	61

6	Dateiheader ASC-Datei	62
7	Aufbau ASC-Datei	63
8	Aufbau KOR-Datei	64
9	Dateiformate Trassendaten	77
10	Aufbau Kartenart 040	78
11	Aufbau REB Datenart 50	78
12	Aufbau Kartenart 21	79

10.4 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
*.kor	Koordinatendatei
*.wsh	Winkel, Strecke und Höhe
a	Fliehbeschleunigung
A	Klothoidenparameter
AA	Ausrundungsbogenanfang
ADT	abstrakter Datentyp
AE	Ausrundungsbogenende
ASCII	American Standard Code for Information Interchange
BA	Bogenanfang
BE	Bogenende
c	Konstante
CAD	Computer Aided Design
CARD/1	Computer Aided Road Design
EBO	Eisenbahnbau- und Betriebsordnung
g	Fallbeschleunigung
GAEB	Gemeinsamer Ausschuss Elektronik im Bauwesen
GFT	gemeinsame Fahrflächentangente
GPS	Globales Positionierungssystem
GSI	Geo Serial Interface
IB&T	Ingenieurbüro Basedow und Tornow
k	Krümmung
l	Bogenlänge
LGO	Leica Geo Office
NW	Neigungswechsel
r	Radius
RAM	Random Access Memory (interner Speicher)
REB	Regelungen für elektronische Bauabrechnungen
RUT	Richtlinien für Planung, Entwurf und Bau von U-Bahnanlagen in Hamburg
s	Spurweite
SO	Schienenoberkante
TPS	Tachymeter Positionierungssystem
u	Überhöhung
UA	Übergangsbogenanfang
UE	Übergangsbogenende
UIB12	Sachgebiet Vermessung
v	Geschwindigkeit
α	Kippung
τ	Tangentenwinkel der Klothoide

Anlage A: Aufbau WSH-Datei (polare Messwerte CARD/1)

```

### Version 7.5
100VP405
200VP404
3008600
3008601
3008602
3008603
3008604
3008605
3008606
3008607
3008608
3008609
3008610
3008611
3008612
3008613
3008614
3008615
3008616
3008617
3008618
3008619
3008620
3008621
3008622

        62.799603 100.074206      199.6367      0.0310      1.5640
        246.168564 104.830080      20.6042     -0.1977      1.3000
        240.928184 100.534588      20.4680      0.0922      0.2000
        238.629353 101.154918      20.5116     -0.1081      1.3000
        237.748784 100.797062      12.6498      0.1056      1.3000
        234.102300 101.881086      12.7671     -0.1132      1.3000
        54.714986 100.446781      20.5173      0.1200      1.3000
        56.991311 101.127163      20.5699     -0.1002      1.3000
        53.343761 100.193112      51.9296      0.1067      1.3000
        54.251083 100.464388      51.9383     -0.1147      1.3000
        47.665794 100.407501      52.2322     -0.0702      1.3000
        48.567663 100.312154      51.2913      0.0127      1.3000
        53.563215  99.915324      86.3910      1.5994      0.0800
        53.469473 100.240425      89.2725     -0.0726      1.3000
        54.835768 100.125232      88.9908      0.0895      1.3000
        55.370348 100.292501      88.9691     -0.1442      1.3000
        54.468800 100.134297      119.4688     0.0130      1.3000
        54.859019 100.127008      118.5453      0.0285      1.3000
        56.459309 100.103713      118.9285      0.0712      1.3000
        56.857613 100.224870      118.8571     -0.1549      1.3000
        58.021316 100.102273      145.8691      0.0311      1.3000
        58.344669 100.194103      145.8074     -0.1791      1.3000
        57.065044 100.156405      161.5262     -0.1311      1.3000
        264.352155 110.252294      13.6081     -0.6180      0.0000
    
```

Anlage B: Aufbau DAT-Datei (polare Messwerte CADdy)

-VP405				1.5640	00
VP404	62.7996	199.6367	100.0742	1.3000	220
8600	246.1686	20.6042	104.8301	0.2000	225
8601	240.9282	20.4680	100.5346	1.3000	225
8602	238.6294	20.5116	101.1549	1.3000	225
8603	237.7488	12.6498	100.7971	1.3000	225
8604	234.1023	12.7671	101.8811	1.3000	225
8605	54.7150	20.5173	100.4468	1.3000	225
8606	56.9913	20.5699	101.1272	1.3000	225
8607	53.3438	51.9296	100.1931	1.3000	225
8608	54.2511	51.9383	100.4644	1.3000	225
8609	47.6658	52.2322	100.4075	1.3000	225
8610	48.5677	51.2913	100.3122	1.3000	225
8611	53.5632	86.3910	99.9153	0.0800	225
8612	53.4695	89.2725	100.2404	1.3000	225
8613	54.8358	88.9908	100.1252	1.3000	225
8614	55.3703	88.9691	100.2925	1.3000	225
8615	54.4688	119.4688	100.1343	1.3000	225
8616	54.8590	118.5453	100.1270	1.3000	225
8617	56.4593	118.9285	100.1037	1.3000	225
8618	56.8576	118.8571	100.2249	1.3000	225
8619	58.0213	145.8691	100.1023	1.3000	225
8620	58.3447	145.8074	100.1941	1.3000	225
8621	57.0650	161.5262	100.1564	1.3000	225
8622	264.3522	13.6081	110.2523	0.0000	225

Anlage C: Aufbau ASC-Datei (Punktdatei CARD/1)

```

DATEIHEADER-ANFANG
VERSION "3"
PROGRAMM "LAGED", "7.750"
DATUM "06.06.06", "11:55:33"
DATEIBEZEICHNUNG "CARD/1-Punktdatei"
PROJEKT "UIB12", "Einlesen von Punktlisten in CARD/1"
KOORDINATENSYSTEM 1, "", "Hauptlagesystem", 1, 0.0000, 100.0000, 0.0000, 100.0000, 100.0000
H"SENSYSTEM 2, "", "Haupt"ensystem", 4, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000, 0.0000
DATEIHEADER-ENDE
HS 8600 65830.4628 36646.8029 -13.0517 225
HS 8601 65831.8197 36645.7966 -12.7618 225
HS 8602 65832.3957 36645.3307 -12.9620 225
HS 8603 65837.0218 36651.6883 -12.7483 225
HS 8604 65837.5764 36651.2039 -12.9671 225
HS 8605 65859.6314 36675.5722 -12.7339 225
HS 8606 65860.1393 36675.0392 -12.9541 225
HS 8607 65882.6869 36696.9191 -12.7473 225
HS 8608 65883.1838 36696.3704 -12.9686 225
HS 8609 65879.6444 36700.4399 -12.9241 225
HS 8610 65879.5330 36699.2526 -12.8413 225
HS 8611 65908.4994 36719.7525 -11.2545 225
HS 8612 65910.5597 36721.7704 -12.9266 225
HS 8613 65911.6098 36720.1470 -12.7645 225
HS 8614 65912.0771 36719.5635 -12.9982 225
HS 8615 65934.2842 36740.5218 -12.8410 225
HS 8616 65934.0618 36739.3661 -12.8255 225
HS 8617 65936.2706 36737.3225 -12.7827 225
HS 8618 65936.6828 36736.6992 -13.0088 225
HS 8619 65959.3791 36751.5433 -12.8228 225
HS 8620 65959.7822 36750.9188 -13.0331 225
HS 8621 65970.2529 36763.0418 -12.9850 225
HS 8622 65832.7095 36655.0435 -13.4720 225

```

Anlage D: Aufbau KOR-Datei (Punktdatei CADdy)

8600	65830.462	36646.802	-13.051	225
8601	65831.819	36645.796	-12.761	225
8602	65832.395	36645.330	-12.962	225
8603	65837.021	36651.688	-12.748	225
8604	65837.576	36651.203	-12.967	225
8605	65859.631	36675.572	-12.733	225
8606	65860.139	36675.039	-12.954	225
8607	65882.686	36696.919	-12.747	225
8608	65883.183	36696.370	-12.968	225
8609	65879.644	36700.439	-12.924	225
8610	65879.533	36699.252	-12.841	225
8611	65908.499	36719.752	-11.254	225
8612	65910.559	36721.770	-12.926	225
8613	65911.609	36720.147	-12.764	225
8614	65912.077	36719.563	-12.998	225
8615	65934.284	36740.521	-12.841	225
8616	65934.061	36739.366	-12.825	225
8617	65936.270	36737.322	-12.782	225
8618	65936.682	36736.699	-13.008	225
8619	65959.379	36751.543	-12.822	225
8620	65959.782	36750.918	-13.033	225
8621	65970.252	36763.041	-12.985	225
8622	65832.709	36655.043	-13.472	225

Anlage E: über LGO Tools Koordinaten Editor erstellte Punktdatetei

```
HEADER
  VERSION      1.31
  SYSTEM       "Leica SurveyOffice: Coordinate Editor 1.0"
  SEPARATOR    ','
  TERMINATOR   ';'
  UNITS
    LINEAR     METRE
  END UNITS
  PROJECT
    NAME       "ASCII"
    CREATION_DATE 29-04-2008/09:36:56.0
  END PROJECT
END HEADER
```

```
DATABASE
  POINTS (PointNo,PointID,Code,East,North,Elevation,CLASS)
    1, "6001", "65", 67101.961, 40841.427, , FIX;
    2, "6002", "13", 67104.921, 40842.264, , FIX;
    3, "6003", "13", 67104.976, 40841.235, , FIX;
    4, "6004", "22", 67104.748, 40840.970, , FIX;
    5, "6005", "22", 67104.636, 40842.463, , FIX;
    6, "6006", "13", 67106.785, 40842.381, , FIX;
    7, "6007", "134", 67106.792, 40841.942, , FIX;
    8, "6008", "13", 67106.854, 40841.356, , FIX;
    9, "6009", "25", 67106.910, 40840.538, , FIX;
    10, "6010", "25", 67106.731, 40843.176, , FIX;
    .....
    296, "6298", "13", 67207.786, 40848.760, , FIX;
    297, "6299", "13", 67212.197, 40846.048, , FIX;
    298, "6300", "13", 67212.129, 40846.962, , FIX;
  THEMINFO (PointNo,PointID,Attribute,Value)
    1, "6001", "Info 1", "";
    1, "6001", "Info 2", "";
    1, "6001", "Info 3", "";
    1, "6001", "Info 4", "";
    1, "6001", "Info 5", "";
    1, "6001", "Info 6", "";
    1, "6001", "Info 7", "";
    1, "6001", "Info 8", "";
    2, "6002", "Info 1", "";
    .....
    297, "6299", "Info 8", "";
    298, "6300", "Info 1", "";
    298, "6300", "Info 2", "";
    298, "6300", "Info 3", "";
    298, "6300", "Info 4", "";
    298, "6300", "Info 5", "";
    298, "6300", "Info 6", "";
    298, "6300", "Info 7", "";
    298, "6300", "Info 8", "";
  END THEMINFO
END POINTS
END DATABASE
```

Anlage F: über CARD/1-Formatdefinition erstellte PunktdatEI

101	993.566	1006.276	8.808	10
102	989.318	1006.322	8.836	10
103	1000.085	993.753	7.939	225
104	996.563	990.319	7.994	225
105	994.925	993.982	8.084	225
106	992.303	995.717	8.125	225
107	990.310	996.170	8.158	225
108	980.853	995.973	8.128	225
109	976.216	1000.884	8.117	225
110	990.267	1001.150	8.131	225
111	993.258	1002.008	8.115	225
112	995.703	1004.537	8.115	225
113	996.539	1007.970	8.079	225
114	996.556	1030.033	8.110	225
115	1000.114	1034.818	8.124	225
116	993.590	1025.570	7.329	225
117	996.561	1030.029	8.108	225
118	996.028	1032.131	8.155	225
119	995.370	1032.952	8.160	225
120	993.698	1033.850	8.167	225
121	977.435	1034.028	8.122	225
122	993.575	1030.781	8.255	61
201	993.585	1025.567	8.945	10
202	989.335	1025.570	8.911	10
1000	1000.000	1000.000	8.000	6
1001	993.556	1006.422	10.677	225
1002	1002.764	1004.965	10.480	225
1003	1000.465	994.057	10.278	225
1004	1000.663	1021.858	10.498	225
2000	999.976	1030.060	8.090	6
3000	1000.000	1089.945	8.352	6

Anlage G: Protokoll für polare Messungen

Hamburger Hochbahn AG
 U-Bahn-Infrastruktur
 UIB12 Vermessung
 Steinstraße 20
 D-20095 Hamburg
 Tel.: 040/3288-2650

Jobname: BNO30608
 Beobachter: HALLING
 Datum: 03.06.2008
 Uhrzeit: 12:52:50
 Messgerät: TCRP1201+
 Instrnr.: 237904

Fehler ----- Wert [gon]
 Kompensatorfehler (längs): 0.0009
 Kompensatorfehler (quer): -0.0048
 Nullpunktfehler ATR (hz): 0.0017
 Nullpunktfehler ATR (v): 0.0012
 Stehachsfehler: 0.0016
 Zielachsfehler: 0.0004
 Kippachsfehler: 0.0010

Datum der letzten Kalibrierung: 22.04.2008

Temperatur [°C] 12.0
 Luftdruck [hPa] 1013.3
 rel. Luftfeuchte [%] 60.0
 ppm-Wert [mm/km] 0
 Refrkoeff. 0.13

Standpunkt
 VP405

Instrhöhe
 1.5640

Anschluss	Richtung	Zenitdist.	Schrägstr.	Höhendiff.	Reflhöhe	Querexz.	Längsexz.	Prisma	Addkonst.	Code
VP404	62.79960	100.07421	199.6367	0.0310	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
Zielpunkte	Richtung	Zenitdist.	Schrägstr.	Höhendiff.	Reflhöhe	Querexz.	Längsexz.	Prisma	Addkonst.	Code
8600	246.16856	104.83008	20.6042	-0.1977	0.2000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8601	240.92818	100.53459	20.4680	0.0922	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8602	238.62935	101.15492	20.5116	-0.1081	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8603	237.74878	100.79706	12.6498	0.1056	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8604	234.10230	101.88109	12.7671	-0.1132	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8605	54.71499	100.44678	20.5173	0.1200	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8606	56.99131	101.12716	20.5699	-0.1002	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8607	53.34376	100.19311	51.9296	0.1067	1.3000	0.0000	0.0000	Rundprisma	0.0000	225
8608	264.35216	110.25229	13.6081	-0.6180	0.0000	0.0000	0.0000	Kein(e)	0.0344	225

Anlage H: Protokoll für Stationierungen

Hamburger Hochbahn AG
U-Bahn-Infrastruktur
UIB12 Vermessung
Steinstraße 20
D-20095 Hamburg
Tel.: 040/3288-2650

Mess-Instrument: TCRP1201+
Gerätenummer: 237904

Jobname: SETUP100608
Beobachter: Lagemann
Datum: 10.06.08
Uhrzeit: 15:39:19

Freie Stationierung
=====

angezielte Anschlusspunkte:

Anschlüsse	Richtung	Zenitdist.	Schrägstr.	Höhendiff.	Reflhöhe
1234567890000002	270.14092	94.59418	4.2037	1.3165	0.0000
1234567890000003	325.58402	89.08258	6.1519	2.0098	0.0000
1234567890000006	0.37686	91.76318	6.2216	1.7627	0.0000
1234567890000007	40.37319	84.66389	6.0907	2.4131	0.0000

verwendeter Anschlusspunkt: 1234567890000002

Y-Wert: 12340996.2280	Abw. Richtung [gon]:	0.00016
X-Wert: 12340998.0990	Abw. Strecke [m]:	-0.0006
Höhe: 2.2730	Abw. Höhe [m]:	0.0000

verwendeter Anschlusspunkt: 1234567890000003

Y-Wert: 12340994.3850	Abw. Richtung [gon]:	0.00033
X-Wert: 12341002.3630	Abw. Strecke [m]:	-0.0000
Höhe: 2.9660	Abw. Höhe [m]:	-0.0006

verwendeter Anschlusspunkt: 1234567890000006

Y-Wert: 12341000.0000	Abw. Richtung [gon]:	-0.00217
X-Wert: 12341006.1620	Abw. Strecke [m]:	0.0005
Höhe: 2.7200	Abw. Höhe [m]:	0.0005

verwendeter Anschlusspunkt: 1234567890000007

Y-Wert: 12341003.4680	Abw. Richtung [gon]:	0.00193
X-Wert: 12341004.7560	Abw. Strecke [m]:	-0.0008
Höhe: 3.3700	Abw. Höhe [m]:	0.0001

Ergebnis:

=====

Standpunkt: 666	Orientunbek. [gon]:	88.56096
Instrhöhe: 0.9600	Stdabw. Orun. [gon]:	0.00095
Code:		

Y-Wert: 12340999.9637	Stdabw. Y-Wert [m]:	0.0003
X-Wert: 12340999.9920	Stdabw. X-Wert [m]:	0.0002
Höhe: 0.9565	Stdabw. Höhe [m]:	0.0003

Zunächst werden alle bei der Stationierung angezielten Anschlusspunkte aufgeführt. Bevor die Stationierung gesetzt wird, gibt der Tachymeter Angaben zur Genauigkeit der Stationierung aus. Haben bei einer Überbestimmung Anschlusspunkte negativen Einfluss auf die Stationierungsgenauigkeit, können diese zur Setzung der Stationierung nicht berücksichtigt werden.

Mess-Instrument: TCRP1201+
Gerätenummer: 237904

Jobname: SETUP100608
Beobachter: Lagemann
Datum: 10.06.08
Uhrzeit: 15:45:22

Bekannter Anschlusspunkt
=====

Messwerte:

Anschluss Richtung Zenitdist. Schrstr. Höhendif. Reflhöhe
1234567890000006 0.37469 91.75107 6.2215 1.7639 0.0000

Diff. SOLL-IST [m]: HzDist.: 0.0008 Höhe: -0.0007

Standpunkt: 666 Instrhöhe: 0.9600

Mess-Instrument: TCRP1201+
Gerätenummer: 237904

Jobname: SETUP100608
Beobachter: Lagemann
Datum: 10.06.08
Uhrzeit: 15:45:39

Abriss
=====

angezielte Anschlusspunkte:

Anschlüsse Richtung Zenitdist. Schrstr. Höhendif. Reflhöhe
1234567890000001 259.83380 87.08189 4.9603 1.9596 0.0000
1234567890000001 259.84129 87.08473 4.9602 1.9594 0.0000
1234567890000005 348.72901 107.43180 2.4706 0.6722 0.0000
1234567890000009 46.59366 66.02424 2.4163 2.1892 0.0000
1234567890000011 113.54168 72.92731 3.0150 2.2039 0.0000

verwendeter Anschlusspunkt:1234567890000001

Y-Wert:12340996.0400 Abw. Richtung [gon]: 0.00726
X-Wert:12340997.1270 Abw. Strecke [m]: -0.0001
Höhe: 2.9160 Abw. Höhe [m]: 0.0001

verwendeter Anschlusspunkt:1234567890000005

Y-Wert:12340998.1930 Abw. Richtung [gon]: -0.00687
X-Wert:12341001.6930 Abw. Strecke [m]: 0.0016
Höhe: 1.6290 Abw. Höhe [m]: 0.0003

verwendeter Anschlusspunkt:1234567890000009

Y-Wert:12341001.3530 Abw. Richtung [gon]: -0.00893
X-Wert:12341001.5390 Abw. Strecke [m]: -0.0010
Höhe: 3.1460 Abw. Höhe [m]: 0.0003

verwendeter Anschlusspunkt:1234567890000011

Y-Wert:12341002.6470 Abw. Richtung [gon]: -0.01203
X-Wert:12340999.4130 Abw. Strecke [m]: -0.0014
Höhe: 3.1610 Abw. Höhe [m]: 0.0007

Ergebnis:

Standpunkt: 666 Orientunbek. [gon]: 0.00459
Instrhöhe: 0.9600 Stdabw. Orun. [gon]: 0.00320

Code:

y-Koordinate:	12340999.9637	Stationshöhe [m]:	0.9565
x-Koordinate:	12340999.9920	Stdabw. Höhe [m]:	0.0002

Zunächst werden alle bei der Stationierung angezielten Anschluss-
punkte aufgeführt. Bevor die Stationierung gesetzt wird,
gibt der Tachymter Angaben zur Genauigkeit der Stationierung
aus. Haben bei einer Überbestimmung Anschlusspunkte negativen
Einfluss auf die Stationierungsgenauigkeit, können diese zur
Setzung der Stationierung nicht berücksichtigt werden.

Schnurnagel: 3001

Y-Wert: 993.5514 X-Wert: 1003.1715 Höhe: 8.2037
Abstand vom Startpunkt: 22.3955 Abstand vom Endpunkt: -3.1045
Exzentrizität quer: 0.0116 Exzentrizität Höhe: -0.5822

Applikation: SCHNURGERÜST Version: 5.50
=====

Bezugsachse:

Anfangspunkt: 102
Y-Wert: 989.3180 X-Wert: 1006.3220 Höhe: 8.8360
Endpunkt: 202
Y-Wert: 989.3350 X-Wert: 1025.5700 Höhe: 8.9110
Länge: 19.2480 [m] Neigung: 0.2481 [gon]; 0.39 [%]

Schnurnagel: 3002

Y-Wert: 989.3069 X-Wert: 1004.1450 Höhe: 8.2598
Abstand vom Startpunkt: -2.1770 Abstand vom Endpunkt: 21.4250
Exzentrizität quer: -0.0092 Exzentrizität Höhe: -0.5677

Applikation: SCHNURGERÜST Version: 5.50
=====

Bezugsachse:

Anfangspunkt: 202
Y-Wert: 989.3350 X-Wert: 1025.5700 Höhe: 8.9110
Endpunkt: 102
Y-Wert: 989.3180 X-Wert: 1006.3220 Höhe: 8.8360
Länge: 19.2480 [m] Neigung: -0.2481 [gon]; -0.39 [%]

Sicherungspunkt: 130

Y-Wert SOLL: 989.3162 X-Wert SOLL: 1004.3200 Höhe SOLL: 8.8282
Y-Wert IST: 989.3131 X-Wert IST: 1004.3227 Höhe IST: 8.1698
Diff Y [m]: 0.0031 Diff. X [m]: -0.0027 Diff. Höhe [m]: 0.6584
Abst. vom Startpunkt SOLL: 21.2500 Abst. vom Startpunkt IST: 21.2473
Abst. vom Endpunkt SOLL: -2.0020 Abst. vom Endpunkt IST: -1.9993
Exzentrizität quer SOLL: 0.0000 Exzentrizität quer IST: 0.0031
Exzentrizität hoch SOLL: 0.0000 Exzentrizität hoch IST: -0.6584

Applikation: SCHNURGERÜST Version: 5.50
=====

Bezugsachse:

Anfangspunkt: 101

Y-Wert: 993.5660 X-Wert: 1006.2760 Höhe: 8.8080
 Endpunkt: 102
 Y-Wert: 989.3180 X-Wert: 1006.3220 Höhe: 8.8360
 Länge: 4.2482 [m] Neigung: 0.4196 [gon]; 0.66 [%]

Sicherungspunkt: 131

 Y-Wert SOLL: 994.5659 X-Wert SOLL: 1006.2652 Höhe SOLL: 8.8014
 Y-Wert IST: 994.5730 X-Wert IST: 1006.2603 Höhe IST: 8.1587

Diff Y [m]: -0.0070 Diff. X [m]: 0.0049 Diff. Höhe [m]: 0.6427

Abst. vom Startpunkt SOLL: -1.0000 Abst. vom Startpunkt IST: -1.0071
 Abst. vom Endpunkt SOLL: 5.2482 Abst. vom Endpunkt IST: 5.2553
 Exzentrizität quer SOLL: 0.0000 Exzentrizität quer IST: -0.0048
 Exzentrizität hoch SOLL: 0.0000 Exzentrizität hoch IST: -0.6427

Anlage J: Protokoll für die Applikation „Road Runner Rail“

Hamburger Hochbahn AG
U-Bahn-Infrastruktur
UIB12 Vermessung
Steinstraße 20
D-20095 Hamburg
Tel.: 040/3288-2650

Mess-Instrument: TCRP1201+
Gerätenummer: 237904

Jobname: U4JG3005
Beobachter: AS
Datum: 30.05.08
Uhrzeit: 11:48:04

Bekannter Anschlusspunkt
=====

Messwerte:

Anschluss	Richtung	Zenitdist.	Schrstr.	Höhendif.	Reflhöhe
4000	18.94236	111.29273	8.3167	0.0275	0.0800

Diff. SOLL-IST [m]: HzDist.: -0.0017 Höhe: -0.0115

Standpunkt: 4003 Instrhöhe: 1.5750

Applikation: ROAD RUNNER RAIL Version: 5.60
=====

Projekt: U4NEUBAU
Bahnjob:

Kontrollaufmaß:

Standpunkt: 4003 Instrhöhe: 1.5750

Sicherungspunkt: 301

Y-Wert: 65841.1158	X-Wert: 36660.4159	Höhe: -13.8882
Station: 229.3693	Überhöhung:	

SOLL-Abstand zur Gleisachse	hz: 0.0000	vert: 0.0000
IST-Abstand zur Gleisachse	hz: 0.0209	vert: -0.1607

Abweichung SOLL-IST [m] hz: -0.0209 vert: 0.1607

Sicherungspunkt: 302

Y-Wert: 65853.8551	X-Wert: 36657.0359	Höhe: -13.9235
Station: 216.1893	Überhöhung:	

SOLL-Abstand zur Gleisachse	hz: 0.0000	vert: 0.0000
IST-Abstand zur Gleisachse	hz: -0.0042	vert: -0.1768

Abweichung SOLL-IST [m] hz: 0.0042 vert: 0.1768

Sicherungspunkt: 303

Y-Wert: 65860.1569	X-Wert: 36655.3822	Höhe: -13.9079
Station: 209.6741	Überhöhung:	

SOLL-Abstand zur Gleisachse	hz: 0.0000	vert: 0.0000
IST-Abstand zur Gleisachse	hz: 0.0008	vert: -0.1508

Abweichung SOLL-IST [m] hz: -0.0008 vert: 0.1508

Sicherungspunkt: 304

Y-Wert: 65870.8317	X-Wert: 36652.5714	Höhe: -13.9323
Station: 198.6355	Überhöhung:	

SOLL-Abstand zur Gleisachse hz: 0.0000 vert: 0.0000

IST-Abstand zur Gleisachse hz: 0.0002 vert: -0.1574
Abweichung SOLL-IST [m] hz: -0.0002 vert: 0.1574

Alle Abstände sind auf die Gleisachse bezogen.

Applikation: ROAD RUNNER RAIL Version: 5.60
=====

Projekt: U4NEUBAU
Bahnjob:

Absteckung:

Standpunkt: 4003 Instrhöhe: 1.5750

Sicherungspunkt: 305

Y-Wert SOLL: 65849.7891 X-Wert SOLL: 36656.5595 Höhe SOLL: -13.7405
Y-Wert IST: 65849.7886 X-Wert IST: 36656.5529 Höhe IST: -13.9049

Diff. Y [m]: -0.0005 Diff. X [m]: -0.0067 Diff. Höhe [m]: -0.1644

Station SOLL: 220.0000 Abst. hz SOLL: -1.5000 Abst. vert SOLL: 0.0000
Station IST: 219.9988 Abst. hz IST: -1.5066 Abst. vert IST: -0.1644

Diff. längs [m]: 0.0012 Diff. quer [m]: 0.0066 Diff. hoch [m]: 0.1644

Sicherungspunkt: 306

Y-Wert SOLL: 65859.4596 X-Wert SOLL: 36654.0138 Höhe SOLL: -13.7566
Y-Wert IST: 65859.4352 X-Wert IST: 36654.0073 Höhe IST: -13.9137

Diff. Y [m]: -0.0244 Diff. X [m]: -0.0065 Diff. Höhe [m]: -0.1571

Station SOLL: 210.0000 Abst. hz SOLL: -1.5000 Abst. vert SOLL: 0.0000
Station IST: 210.0220 Abst. hz IST: -1.5125 Abst. vert IST: -0.1571

Diff. längs [m]: -0.0220 Diff. quer [m]: 0.0125 Diff. hoch [m]: 0.1571

Sicherungspunkt: 307

Y-Wert SOLL: 65854.6244 X-Wert SOLL: 36655.2867 Höhe SOLL: -13.7485
Y-Wert IST: 65854.6203 X-Wert IST: 36655.2903 Höhe IST: -13.9160

Diff. Y [m]: -0.0040 Diff. X [m]: 0.0037 Diff. Höhe [m]: -0.1674

Station SOLL: 215.0000 Abst. hz SOLL: -1.5000 Abst. vert SOLL: 0.0000
Station IST: 215.0048 Abst. hz IST: -1.4975 Abst. vert IST: -0.1675

Diff. längs [m]: -0.0048 Diff. quer [m]: -0.0025 Diff. hoch [m]: 0.1675

Alle Abstände sind auf die Gleisachse bezogen.

Anlage K: Dateiaufbau Kartenart 040 (Achsdaten)

04010	0.000	0.000	509.9443	0.000	316.0486264	66068.628	36620.989
04010	33.219	33.219	600.0000	0.000	320.1957608	66036.752	36630.316
04010	43.219	10.000	430.0000	0.000	321.2567937	66027.277	36633.514
04010	60.460	17.241	0.0000	0.000	323.8093035	66011.106	36639.490
04010	85.336	24.876	0.0000	108.167	323.8093035	65987.950	36648.578
04010	115.336	30.000	-390.0000	0.000	321.3607668	65959.887	36659.178
04010	135.823	20.487	-390.0000	-88.317	318.0165902	65940.375	36665.413
04010	155.822	20.000	0.0000	0.000	316.3842362	65921.078	36670.669
04010	226.614	70.791	0.0000	138.996	316.3842362	65852.619	36688.687
04010	272.614	46.000	420.0000	0.000	319.8704873	65808.361	36701.204
04010	323.779	51.166	420.0000	-163.951	327.6259696	65760.744	36719.839
04010	387.779	64.000	0.0000	201.990	332.4764061	65704.131	36749.655
04010	507.779	120.000	-340.0000	0.000	321.2419391	65596.297	36801.922
04010	676.645	168.866	-340.0000	556.611	289.6232398	65429.769	36816.167
04010	721.644	44.999	-324.0000	0.000	280.9895884	65385.991	36805.905
04010	1204.240	482.596	-324.0000	-197.180	186.1655101	65164.931	36426.387
04010	1324.240	120.000	0.0000	189.737	174.3762551	65204.978	36313.460
04010	1444.240	120.000	300.0000	0.000	187.1086505	65244.456	36200.366
04010	1569.907	125.667	300.0000	-189.737	213.7760930	65243.589	36075.619
04010	1689.907	120.000	0.0000	0.000	226.5084882	65202.543	35963.084
04010	1708.394	18.487	0.0000	184.608	226.5084882	65195.066	35946.177
04010	1804.394	96.000	-355.0000	0.000	217.9006726	65160.260	35856.792
04010	2098.950	294.556	-355.0000	219.925	165.0780888	65198.404	35573.167
04010	2202.950	104.000	-1500.0000	0.000	153.5460077	65261.895	35490.981
04010	2202.950	0.000	-1500.0000	0.000	153.5460077	65261.895	35490.981
04010	2492.081	289.131	-1500.0000	246.279	141.2749173	65474.157	35295.321
04010	2568.081	76.000	-520.9167	0.000	135.0181188	65536.549	35251.979
04010	2877.594	309.513	-520.9167	-218.916	97.1920560	65831.823	35175.646
04010	2969.594	92.000	0.0000	0.000	91.5703301	65923.303	35185.100
04010	3538.091	568.497	0.0000	154.920	91.5703301	66486.824	35260.157
04010	3570.091	32.000	750.0000	0.000	92.9284566	66518.573	35264.156
04010	3744.867	174.776	750.0000	-154.920	107.7638856	66692.951	35263.208
04010	3776.867	32.000	0.0000	0.000	109.1220128	66724.654	35258.863
04010	3963.840	186.972	0.0000	173.205	109.1220128	66909.710	35232.164
04010	3983.840	20.000	1500.0000	0.000	109.5464260	66929.499	35229.264
04010	4018.840	35.000	0.0000	0.000	111.0318721	66964.042	35223.632
04010	4048.840	30.000	0.0000	0.000	111.0318721	66993.593	35218.459
000							
04011	0.000	0.000	-509.9443	0.000	316.5258801	66065.145	36612.376
04011	33.219	33.219	-400.0000	0.000	312.3787444	66032.784	36619.851
04011	47.012	13.793	-400.0000	-69.282	310.1835152	66019.207	36622.282
04011	59.012	12.000	0.0000	0.000	309.2285865	66007.342	36624.075
04011	94.457	35.445	0.0000	69.282	309.2285865	65972.269	36629.195
04011	106.457	12.000	400.0000	0.000	310.1835247	65960.404	36630.988
04011	136.507	30.049	400.0000	-84.524	314.9660252	65930.945	36636.884
04011	154.367	17.861	0.0000	0.000	316.3873336	65913.640	36641.302
04011	225.318	70.950	0.0000	158.745	316.3873336	65845.028	36659.364
04011	281.318	56.000	450.0000	0.000	320.3485252	65791.189	36674.738
04011	348.830	67.512	450.0000	-158.745	329.8995160	65728.925	36700.671
04011	404.830	56.000	0.0000	189.737	333.8607059	65680.091	36728.060
04011	524.830	120.000	-300.0000	0.000	321.1283098	65573.036	36781.801
04011	1162.224	637.394	-300.0000	-189.737	185.8690605	65182.649	36432.126
04011	1282.224	120.000	0.0000	195.959	173.1366649	65224.322	36319.822
04011	1402.224	120.000	320.0000	0.000	185.0732857	65266.472	36207.668
04011	1535.447	133.223	320.0000	-195.959	211.5770843	65269.951	36075.452
04011	1655.447	120.000	0.0000	0.000	223.5137061	65233.758	35961.236
04011	1681.482	26.035	0.0000	207.846	223.5137061	65224.359	35936.957
04011	1801.482	120.000	-360.0000	0.000	212.9033774	65187.363	35822.958
04011	2092.060	290.578	-360.0000	204.167	161.5178563	65243.785	35545.891
04011	2180.060	88.000	-1500.0000	0.000	151.8695287	65300.134	35478.410
04011	2180.060	0.000	-1500.0000	0.000	151.8695287	65300.134	35478.410
04011	2443.613	263.553	-1500.0000	222.452	140.6839994	65496.815	35303.487
04011	2511.613	68.000	-490.0000	0.000	134.8236427	65552.886	35265.059
04011	2759.407	247.794	-490.0000	246.871	102.6296144	65787.518	35193.978
04011	2859.407	100.000	-2500.0000	0.000	94.8602551	65887.398	35197.314
04011	2859.407	0.000	-2500.0000	0.000	94.8602551	65887.398	35197.314
04011	2978.578	119.172	-2500.0000	-223.611	91.8255772	66005.908	35209.752
04011	2998.579	20.001	0.0000	0.000	91.5709189	66025.737	35212.366
04011	3236.348	237.769	0.0000	138.564	91.5709189	66261.425	35243.756
04011	3260.348	24.000	800.0000	0.000	92.5258485	66285.230	35246.805
04011	3316.048	55.700	800.0000	-129.615	96.9583137	66340.729	35251.399
04011	3337.048	21.000	0.0000	134.164	97.7938771	66361.713	35252.219
04011	3367.048	30.000	-600.0000	0.000	96.2023277	66391.684	35253.508
04011	3392.014	24.965	-600.0000	-151.322	93.5534395	66416.567	35255.514
04011	3430.178	38.164	0.0000	0.000	91.5287764	66454.444	35260.176

04011	3486.836	56.658	0.0000	236.701	91.5287764	66510.601	35267.693
04011	3588.704	101.868	550.0000	0.000	97.4243385	66611.899	35278.082
04011	3669.764	81.061	550.0000	-148.324	106.8070298	66692.841	35275.391
04011	3709.764	40.000	0.0000	0.000	109.1220108	66732.495	35270.160
04011	3975.564	265.800	0.0000	0.000	109.1220108	66995.571	35232.204
000							

Anlage L: Dateiaufbau REB Datenart 50 (Achsdaten)

50	0	33219	509944	0	66068628	366209893160486264
50	33219	43219	600000	0	66036752	366303163201957608
50	43219	60460	430000	0	66027277	366335143212567937
50	60460	85335	0	0	66011106	366394903238093035
50	85335	115335	0	108166	65987950	366485783238093035
50	115335	135822	-390000	0	65959887	366591783213607668
50	135822	155822	-390000	-88317	65940375	366654133180165902
50	155822	226613	0	0	65921078	366706693163842362
50	226613	272613	0	138996	65852619	366886873163842362
50	272613	323779	420000	0	65808361	367012043198704873
50	323779	387779	420000	-163951	65760744	367198393276259696
50	387779	507779	0	201990	65704131	367496553324764061
50	507779	676645	-340000	0	65596297	36801922312419391
50	676645	721644	-340000	556611	65429769	368161672896232398
50	721644	1204239	-324000	0	65385991	368059052809895884
50	1204239	1324239	-324000	-197180	65164931	364263871861655101
50	1324239	1444239	0	189736	65204978	363134601743762551
50	1444239	1569907	300000	0	65244456	362003661871086505
50	1569907	1689907	300000	-189736	65243589	360756192137760930
50	1689907	1708394	0	0	65202543	359630842265084882
50	1708394	1804394	0	184607	65195066	359461772265084882
50	1804394	2098950	-355000	0	65160260	358567922179006726
50	2098950	2202950	-355000	219924	65198404	355731671650780888
50	2202950	2202950	-1500000	0	65261895	354909811535460077
50	2202950	2492080	-1500000	0	65261895	354909811535460077
50	2492080	2568080	-1500000	246278	65474157	352953211412749173
50	2568080	2877594	-520916	0	65536549	352519791350181188
50	2877594	2969594	-520916	-218916	65831823	35175646 971920560
50	2969594	3538091	0	0	65923303	35185100 915703301
50	3538091	3570091	0	154919	66486824	35260157 915703301
50	3570091	3744867	750000	0	66518573	35264156 929284566
50	3744867	3776867	750000	-154919	66692951	352632081077638856
50	3776867	3963839	0	0	66724654	352588631091220128
50	3963839	3983839	0	173205	66909710	352321641091220128
50	3983839	4018839	1500000	0	66929499	352292641095464260
50	4018839	4048839	0	0	66964042	352236321110318721
000						
50	0	33219	-509944	0	66065145	366123763165258801
50	33219	47012	-400000	0	66032784	366198513123787444
50	47012	59012	-400000	-69281	66019207	366222823101835152
50	59012	94457	0	0	66007342	366240753092285865
50	94457	106457	0	69282	65972269	366291953092285865
50	106457	136506	400000	0	65960404	366309883101835247
50	136506	154367	400000	-84523	65930945	366368843149660252
50	154367	225317	0	0	65913640	366413023163873336
50	225317	281317	0	158745	65845028	366593643163873336
50	281317	348829	450000	0	65791189	366747383203485252
50	348829	404829	450000	-158745	65728925	367006713298995160
50	404829	524829	0	189736	65680091	367280603338607059
50	524829	1162223	-300000	0	65573036	367818013211283098
50	1162223	1282223	-300000	-189736	65182649	364321261858690605
50	1282223	1402223	0	195959	65224322	363198221731366649
50	1402223	1535446	320000	0	65266472	362076681850732857
50	1535446	1655446	320000	-195959	65269951	360754522115770843
50	1655446	1681481	0	0	65233758	359612362235137061
50	1681481	1801481	0	207846	65224359	359369572235137061
50	1801481	2092059	-360000	0	65187363	358229582129033774
50	2092059	2180059	-360000	204167	65243785	355458911615178563
50	2180059	2180059	-1500000	0	65300134	354784101518695287
50	2180059	2443612	-1500000	0	65300134	354784101518695287
50	2443612	2511612	-1500000	222452	65496815	353034871406839994
50	2511612	2759406	-490000	0	65552886	352650591348236427
50	2759406	2859406	-490000	246870	65787518	351939781026296144
50	2859406	2859406	-2500000	0	65887398	35197314 948602551
50	2859406	2978578	-2500000	0	65887398	35197314 948602551
50	2978578	2998579	-2500000	-223611	66005908	35209752 918255772
50	2998579	3236348	0	0	66025737	35212366 915709189
50	3236348	3260348	0	138564	66261425	35243756 915709189
50	3260348	3316048	800000	0	66285230	35246805 925258485
50	3316048	3337048	800000	-129614	66340729	35251399 969583137
50	3337048	3367048	0	134164	66361713	35252219 977938771
50	3367048	3392013	-600000	0	66391684	35253508 962023277
50	3392013	3430177	-600000	-151322	66416567	35255514 935534395
50	3430177	3486835	0	0	66454444	35260176 915287764
50	3486835	3588703	0	236701	66510601	35267693 915287764

50	3588703	3669764	550000	0	66611899	35278082	974243385
50	3669764	3709764	550000	-148323	66692841	352753911	1068070298
50	3709764	3975564	0	0	66732495	352701601	1091220108
000							

Anlage M: Dateiaufbau Kartenart 21 (Gradienten)

021	0.000	-14.035	0.000
021	37.219	-14.035	0.001
021	278.018	-13.647	2000.000
021	419.095	-20.701	3840.000
021	550.461	-25.956	2560.000
021	1300.944	-30.158	3840.000
021	2514.984	-28.932	3840.000
021	2653.599	-28.239	2560.000
021	3062.072	-11.900	2000.000
021	3265.312	-11.900	2000.000
021	3346.562	-14.500	2560.000
021	3476.470	-14.760	2560.000
021	3568.306	-11.546	2560.000
021	3672.963	-9.452	2000.000
021	3748.366	-9.000	2000.000
021	3975.564	-9.000	0.001

Anlage N : Bedeutung der DBX-Dateiendungen eines Jobs

DBX-Dateiinhalte	Dateiendung
Punktinformationen	*.X01
zusätzliche Informationen	*.X02
Informationen über Freie Codes	*.X03
Codegruppen, Codebeschreibungen und Attributbeschreibungen	*.X06
Informationen zu Applikationen	*.X08
Vektorinformationen	*.X09
Punktergebnisse und weitere Ergebnisse	*.X10
TPS Korrekturwerte	*.X11
Informationen zum Instrument, Aufstellung, TPS Kalibrierung und GPS Referenzstation	*.X12
TPS Messwerte	*.X13
Code- und Attributbeispiele	*.X14
Stationierungen und deren Gleichungen	*.X15
Features und Beziehungen zwischen diesen	*.X16
Job-spezifische Konvertierungseinstellungen	*.X18
Road Runner: Überhöhungen, Aufstellungen und Protokolle	*.X20
grafische Informationen	*.X22
Informationen zu verwendeten Versionen	*.X23
geometrische Objekte	*.X24
Index-bezogene Punktinformationen	*.X30
Quadtree (spezielle Baumstruktur aus je vier nachf. Knoten)	*.X50
Informationen zum Job	*.XCF

Anlage O: englische Fachbegriffe und deren deutsche Bedienung

engl. Fachbegriff	deutsche Bedeutung
accuracy	Genauigkeit
against curve	Gegenbogen
angle	Winkel bzw. Richtung
annotation	Bemerkung
area	Fläche
atmospheric pressure	Luftdruck
ATR	automat. Zielsuche bei EDM
ATR zero point error	Nullpunkfehler bei ATR (<i>horizontal & vertikal</i>)
average	durchschnittlich
backsight point	Anschlusspunkt
baseline	Basislinie
calibration	Kalibrierung
cant	Überhöhung im akt. aufgem. Punkt
chainage	Station/Kilometrierung
corrections	Korrekturwerte
cross	quer
curve	Kurve/Bogen
default rotation axis	Standardlage der Gleisachse
define	definieren, festlegen
design point	abzusteckender Punkt
difference	Abstand/Abweichung
easting	Ost- bzw. Rechtswert
EDM	Elektronische Distanzmessung
footer	Fußzeile (im Protokoll)
gauge	Spurweite [1,432 m]
grade	Neigung
header	Kopfzeile (im Protokoll)
height	Höhe
humidity	Luftfeuchtigkeit
hz collimation error	Zielachsfehler
ID	Nummer bzw. Kennung
INF (radius = infinity)	Radius nähert sich dem Unendlichen
job	Name des Projekts
known	bekannt
left	links
length	längs
level	Nivellier
long range	große Entfernung
longitudinal	längs
longitudinal index error	Kompensatorfehler längs zur Zielachse
low	tief/unter
lowest rail	Unterbogen
map projection	Kartenprojektion
measurement	Messung
none	reflektorlos
northing	Nord- bzw. Hochwert
observation	Beobachtung
offset	Exzentrizität, Abweichung

orientation	Orientierung
point	(Vermessungs-)punkt
point of interest	Zwischenpunkt in der Achse
power search	Instrumentensensor zur automat. Zielsuche
ppm	mm/km (<i>parts per million</i>)
provide	bereitstellen
rail	Schiene/Gleis
RCS	Bedienung vom Theo per Fernbedienung
reference line	Bezugslinie bei Appl. Schnurgerüst
resection	Freie Stationierung
residuals	Residuen/Abweichungen
result	Messergebnis
right	rechts
rotation axis	Gleisachse
rotation point	Unterbogenmitte (<i>Drehpunkt der Überhöhung</i>)
round prisma	Rundprisma
scale	Maßstab
setup	Stationierung
shift	Abweichung
slope distance	Schrägstrecke
spiral	Klothoide
staked point	abgesteckter Punkt
stakeout	Absteckung
standard deviation	Standardabweichung
station	Standpunkt
store	<i>hier: einen Wert annehmen (sonst: "lagern")</i>
stringline	Gerade
superelevation	Überhöhung
superelevation base	Dist. Schienenmitten [1,500 m]
tape	Reflektorfolie
target point	Zielpunkt
task	Aufgabe(nstellung)
tilt	neigen, kippen
tilting axis error	Kippachsfehler
TPS	Totalstation (-positionierungssystem)
trace	Trasse, Linienführung
transfer	Übertragung/Austausch
transversal	quer
transversal index error	Kompensatorfehler quer zur Zielachse
traverse	Trasse, Linienführung
vertical index error	Stehachsfehler

Anlage P: Kurzanleitung zur Bedienung des Tachymeters TCRP 1201+

Kurzanleitung für den TCRP 1201+

Inhaltsverzeichnis

- Polarmessung..... 2
- Codeliste..... 3
- Datenexport..... 4
- Absteckung..... 5
- Schnurgerüst..... 7
- Abriss..... 9
- Freie Station..... 10
- Erstellen eines Bahnjobs..... 11
- Road Runner Rail..... 12
- Konfiguration/Toleranzen..... 14
- Belegung Funktionstasten..... 16
- Codeliste..... 17
- Formatdateien..... 18

Einfache Polar-messung

- SHIFT und F12: einspielen Dosenlibelle und Laserlot ...
- WEITRF1
- „3 Manag“ ... „1 Jobs?“ WEITRF1 ... NEUWF2
- > blättern mit SEITE/F8
- als Codeliste „HHA-Codeliste“ verwenden ... Mittelmodus
- auf AUS! stellen
- SPEIC/F1 ... WEITRF1

einfache Polar-messung über Setup-Methode „Setze Azimut“

- „1 Messen“ ... stationieren mit SETUP/F3
- „Methode“: „Setze Azimut“
- > „Station Koord“: „aus aktuellem Setup“
- „Stations-Nr“ und „Instr. Höhe“ eingeben
- Fixpkt.-Job nur hier beliebig -> WEITRF1
- **99% vorher über PRÜF/F5 Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeitsgeber (für Atmosphärendr. Geomp. FW auf 0 setzen)**
- Anschlusspunkt ... „Anschluss-Nr.“ und „Reflektorhöhe“ eingeben
- ACHTUNG: Steckle vom Stand- zum Anschlusspunkt muss manuell über DIST/F2 gemessen werden
- setzen der Orientierung über SETZE/F1
- für Messen zur Seite „Code“ wechseln
- „Punkt-Nr.“ und „Reflektorhöhe“ eingeben ... div.
- Punktcodes in Codeliste
- ggf. Exzentritäten über Seite „Offset“ eingeben
- wechseln zwischen Prisma und Reflektolot mit F11

Codeliste

Code	Bedeutung
220	Anschlusspunkt
225	Neupunkt allg.
1	Aufnahmepunkt AP
2	Grenzpunkt GP
6	Vermessungspunkt
10	Betriebsgebäude
14	Tunnel
22	Fundament
23	Stütze
24	Träger
25	Bahnsteig
30	Zaun
31	Kabelkanal
33	Stromschiene
35	Gleise/diese
55	Weiche
61	Signal
85	Schacht
133	HST-Ausrüstung allg.

← auch an Techn. Repunkt

Auslesen der Daten am Instrument

- „4 ImExport“ ... „1 Export aus Job“ ... WEITRF1
- Daten vom gewünschten „Mess Job“ ins „Verzeichnis“ „GSI“ übertragen
- „Formatdatei“ wählen ... „Dateiname“ eingeben
- wichtig: polare Werte für CARDY1 mit Dateiendung .wsh und für CADdy .dat
- Reihenfolge die Daten ausgegeben werden: i. d. R. „Zeit vorwärts“
- Protokoll mit Formatdatei „Messwerte“ (Dateiendung *.bt)

Datenexport

Formatdatei	Dateiendung	Zielverzeichnis
CADdy-polar	*.dat	GSI
CADdy-Punktliste	*.kor	Data
CARDY1-polar	*.wsh	GSI
CARDY1-Punktliste	*.asc	Data
Messwerte	*.bt	Data _{par}
Protokoll	*.bt	Data _{App}

4

Applikation Absteckung

- Punktliste mit Koordinaten der Bezugs- und Absteckpunkte ins Verzeichnis \Data der Speicherkarte kopieren
- SHIFT und F12: einspielen Dosenbelle und Laserlot ... WEITRF1
- anlegen eines Jobs unter „3 Manager“ – „1 Jobs“ → Mittelbildung aus!
- „F1 SPEICHER“ → „F1 WEITR“
- einlesen der Punktliste über „4 ImExport“ – „2 Import in Job“ → WEITRF1
- starten über „2 Prog“ ... „3 Absteckung“
- „Absteck Job“: angelegten Job wählen
- stationieren mit F3 SETUP
- Methode „Bek. Anschluss“punkt
- Station Koord Von Job!
- „Stations-Nr.“ und „Instr. Höhe“ eingeben
- Fixpkt-Job wählen → WEITRF1
- ggf. vorher über *PRüf-5 Temperatur, Luftdruck und Luftdruckkorrektur* (für Atmosphärr benötigt *Geometrie* auf 0 stellen)
- „Anschluss-Nr.“ und „Reflektorhöhe“ eingeben
- ACHTUNG: Stecke und Höhendifferenz vom Stand- zum Anschlusspunkt muss manuell über DIST/F2 gemessen werden
- setzen der Orientierung über SETZE/F1
- ggf. Methoden „Aussis“ oder „Free Station“ → s. 9 & 10
- auf Seite „Absteckung“ Absteckpunkt aus Liste wählen

5

- Reflektor mit F2 DIST anzielen → Korrekturwerte werden angezeigt
- sooft wdh., bis nahe null → Speichern mit F1 ALL
- bei Überschreiten der Toleranz erfolgt eine Warnung
- zur Kontrolle erneut aufstellen und Absteckung wdh.
- dabei mit F1 ALL vermarkte Punkte direkt aufmessen
- bei zu hoher Abw. erscheint eine Fehlermeldung

6

Applikation Schnurgerüst

- Punktliste mit Koordinaten der Bezugs- und Absteckpunkte ins Verzeichnis \Data der Speicherkarte kopieren
 - SHIFT und F12: einspielen Dosenblende und Laserlot ... „WEITR/F1“
 - anlegen eines Jobs unter „3 Manage“ – „1 Jobs“ → Mittelbildung aus! → „F1 SPEC“hem → „F1 WEITR“ einlesen der Punktliste über „4 ImExport“ – „2 Import in Job“ → F1
 - starten über „2 Prog“ – „5 Schnurgerüst“
 - „Kontroll Job“; angelegten Job wählen
 - Stationierung über F3/Setup
 - Methode „Bek. Anschluss“punkt
→ Station Koord Von Job!
 - „Stations-Nr“ und „Instr. Höhe“ eingeben
 - Fixpkt.-Job wählen → „WEITR/F1“
 - ggf. vorher über *PAWFS Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit* eingeben (für AtmosPAW benötigt GeompAW zur Üstärker)
 - „Anschluss-Nr.“ und „Reflektorhöhe“ eingeben
 - ACHTUNG: Steckle und Höhendifferenz vom Stand- zum Anschlusspunkt muss manuell über DIST/F2 gemessen werden
 - setzen der Orientierung über SETZE/F1
- ggf. Methoden „Abwiser oder Freie Station“ → s. 9 & 10

7

„Aufgabe“ festlegen:

- Messung zu Linie:
- Start- und Endpunkt für Messungslinie festlegen → „F1 WEITR“
 - Fluchtpunkt mit „F2 DIST“ aufmessen
 - Maße auf Messungslinie bezogen erscheinen am Display
 - Speichern mit „F1 ALL“
 - ggf. mit ESC zurück und neue Messungslinie festlegen
- Absteckung zu Linie:
- Start- und Endpunkt für Messungslinie festlegen → „F1 WEITR“
 - Maße für Fluchtpunkt auf Messungslinie bezogen eingeben → F1 WEITR
 - Reflektor mit „F2 DIST“ anzielen → Korrekturwerte werden angezeigt
 - sofort wdh., bis nahe null → Speichern mit „F1 ALL“
 - bei Überschriften der Toleranz erfolgt eine Warnung
 - ggf. mit ESC zurück und neue Messungslinie festlegen

8

Setup-Methode Abriss

- Punktliste mit Koordinaten der Stand- und Anschlusspunkte ins Verzeichnis \Data der Speicherkarte kopieren
- anlegen eines Jobs unter „3 Manage“ – „1 Jobs“ → Mittelbildung aus! → „F1 SPEC“hem → „F1 WEITR“ einlesen der Punktliste über „4 ImExport“ – „2 Import in Job“ → „F1 WEITR“
- starten vom Setup über „2 Programme“ – „2 SETUP“ → „F1 WEITR“
- Methode „Ori.&Hö Übertr.“ wählen
- Stationskoordinaten „Von Job!“
- Standpunktnummer wählen und Instrumentenhöhe eingeben
- Fixpkt.-Job wählen → „F1 WEITR“
- ggf. vorher über *PAWFS Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit* eingeben
- bei „Punkt-Nr.“ Anschlusspunkte wählen und mit „F1 ALL“ anzielen
- wenn genau angestrichelt → „F5 RECHN“
- Stationierungsgenauigkeit auf Seite „Ergebnis“
- wenn Genauigkeit nicht erreicht → „F4 Info“
- fehlerhafte Anschlüsse durch „F1“ hervorheben
- entspr. Anschluss löschen durch „F4 ENTF“ und „F1 NEU B.“ errechnen
- wenn Stationierungsgenauigkeit gut → „F1 SETZE“
- unter „2 Programme“ Applikation starten

9

Setup-Methode Freie Stationierung

- Punktliste mit Koordinaten der Anschlusspunkte ins Verzeichnis \Data der Speicherkarte kopieren
- anlegen eines Jobs unter „Manage“ – „1 Jobs“ → Mittelbildung aus!
→ „F1 SPEIC“hem → „F1 WEITR“
- einlesen der Punktliste über „4 ImvExport“ – „2 Import in Job“ → „F1 WEITR“
- starten vom Setup über „2 Prog“ – „2 Setup“ → „F1 WEITR“
- Methode „Freie Station“ wählen
- Standpunktnummer und Instrumentenhöhe eingeben
- Fixpkt.-Job wählen → „F1 WEITR“
- ggf. vorher unter „F5 PARAM. Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchte“ eingeben
- bei „Punkt-Nr.“ Anschlusspunkte wählen und mit „F1 ALL“ anzeigen
- wenn genug Anschlüsse angezielt (mindestens 3) → „F5 RECHN“
- Stationierungsgenauigkeit auf Seite „Ergebnis“
- wenn Genauigkeit nicht erreicht → „F4 Info“
- fehlerhafte Anschlüsse durch „I“ hervorheben
- entspr. Anschluss löschen durch „F4 ENT“ und „F1 NEU B.“ errechnen
- wenn Stationierungsgenauigkeit gut → „F1 SETZE“
- unter „2 Programme“ Applikation starten

10

Road Runner Rail

Anlegen eines Bahnjobs im Leica Geo Office

- zuvor müssen aus CARD/1 Achsdaten in Kartenart 040 und Gradienten in Kartenart 021 ausgegeben werden
- starten „JGU“ – „Extras“ – „Einwurf ins Feld“
- zu konvertierender Typ „Gleisbaudaten“, Konverter „Rab ...“ → „Einlesen“
- Gleis – eingeleist → „Weiter“
- Datei für Achse und ggf. Gradienten wählen,
- Überhöhungen manuell über Rail Editor → „Weiter“
- Toleranzen festlegen → „Weiter“
- Datenimport → „Weiter“
- ggf. Stationsbereich eingrenzen → „Weiter“
- „Export stellen“
- „Export“ wählen
- Name des Bahnjobs eingeben und alle 7 Dateien ins Verzeichnis \DBX der Speicherkarte kopieren
- Toleranzen festlegen → „OK“
- Koordinatenlisten der Stand- und Anschlusspunkte ins Verzeichnis \Data der Speicherkarte kopieren

11

Arbeiten mit Road Runner Rail

- SHIFT und F12: einspielen Dosenbelle und Laserlot → „F1 WEITR“
- in „3 Manage“ – „1 Jobs“ neuen Job anlegen
- Codeliste „HhA.Codeliste“, Mittelmodus „Aus“ → „F1 SPEIC“hem → „F1 WEITR“
- über „4 ImvExport“ – „2 Import in Job“ Koordinatenliste in Job kopieren → „F1 WEITR“
- Stationieren über „2 Prog“ – „2 Setup“ → „F1 WEITR“
- Methode „Bek. Anschluss“punkt
→ Station Koord Von Job!
„Stations-Nr“ und „Instr. Höhe“ eingeben
- Fixpkt.-Job wählen → „WEITR/F1“
- ggf. zuvor über „PARAM. Temperatur, Luftdruck und Luftfeuchtigkeit“ eingeben (für AtmosPRM benötigt GeomPAR auf 0 stellen)
- „Anschluss-Nr.“ und „Reflektorhöhe“ eingeben
- ACHTUNG: Stecke und Höhendifferenz vom Stand- zum Anschlusspunkt muss manuell über DIST/F2 gemessen werden
- setzen der Orientierung über SETZE/F1
→ ggf. im Router „Anvis“ oder „Freie Station“ → s. Zeil 9
- Starten über „2 Prog“ – „9 RoadRunner“ → „F1 WEITR“ → im RoadRunner Setup festlegen, ob „Absteckung“ oder „Kontrolle“
- über „F4 PRQU“ Seite „Jobs“ Bahnjob festlegen → „F1 SPEIC“hem

12

- Über „F5 TrData“ können Trasse und Stationen eingesehen und ggf. editiert werden
- „Absteckung“ im Modus „Erweitert“ → „F1 WEITR“
ggf. mit „F2 NEU“ neue Absteckungsbereiche definieren → „F1 WEITR“
→ „F1 WEITR“ → „F1 WEITR“ → „F1 FBRYO“
- Punktnummer und Station vom Absteckpunkt eingeben
ggf. Reflektorhöhe sowie horiz. und vert. Abstände von
Gleisachse für Sicherungspunkte eingeben
- aufmessen über „F2 DIST“
- Konnektivität über Seite „Abstok“
wenn Abw. nahe bei Null, speichern mit „F1 ALL“
- „Kontrolle“ im Modus „Standard“ → „F1 WEITR“
zu kontrollierende Station eingeben → „F1 WEITR“
- Punktnummer und ggf. Abstände eingeben → Messen mit
„F2 DIST“
- Auf Seite „Info“ Abweichungen → Speichern mit „F1 ALL“

13

- ### Konfiguration
- starten der Applikation über „2 Prog“ → WEITR/F1
 - starten der Konfiguration in der Applikation über „F2 KONF“
 - Seite „Prüf“: Zieldaten und Formatdatei für
Qualitätsprotokoll wählen
- #### Setup
- Seite „Parameter“: Stationierungseigenheiten festlegen
 - Horizontale Genauigkeit
 - Lagegenauigkeit
 - Höhen Genauigkeit
 - Seite „Prüfung“: Bekannte Anschlussprüfung
 - Lagegenauigkeit Anschlusspunkt
 - Höhen Genauigkeit Anschlusspunkt

14

Absteckung & Schnurgerüst

- Seite „Checks“: Abstecktoleranzen
 - Lage des Absteckpunktes
 - Höhe des Absteckpunktes

- #### Road Runner Rail
- ACHTUNG: - nach Starten „F2 KONF“ ... „2. Bahn Konfig“ → WEITR/F1
- Seite „Allgem.“: u. a. Arbeitsbereich festlegen
 - Seite „Gleis“: u. a. Spurweite festlegen
 - Seite „Checks“: Kontrolltoleranzen festlegen
 - Abw. längs zur Station
 - Abw. quer von Gleisachse bzw. Sicherungsmaß
 - Abw. oberhalb der SOLL-Höhe
 - Abw. unterhalb der SOLL-Höhe

15

Belegung der Funktionstasten

Taste	Aufgabe
hot/ shift	TCRP 1201 + & TCRA 1201
F7	Freie Codes
F8	Daten des akt. Jobs
F9	Prismenauswahl
F10	ATR ein/aus (automat. Zielsuche)
F11	EDM (Prisma oder reflektorlos)
F12	Laserpoint permanent ein/aus
shift F7	Freie Codes
shift F8	Daten des akt. Jobs aufzeichnen
shift F9	Informationen zum Standpunkt
shift F10	Liste, um Messeinstell. zu ändern
shift F11*	Einstell. Licht, Display, Beep, Text
shift F12*	elektr. Libelle und Laserlot
*	fest vordefiniert

16

Codeliste

- öffnen der Codelisten Verwaltung über Leica Geo Office Combined ... Extras ... Codelisten Verwaltung

Überarbeiten der Codeliste:

- „+“ vor „HHA-Codeliste“ und dann „Standard“ anklicken
- zu kopierenden Code mit rechter Maustaste anklicken und „Kopieren“ wählen
- anschließend wieder rechter Mausklick und „Einfügen“

Durch Rechtsklick auf neuen Code „Eigenschaften“ definieren:

- Codennummer und Beschreibung (z. B. 23 – Stütze)
- Durch Linksklick auf „Code Name“ Codes sortieren

Durch anklicken von „+“ vor Code „Attribute“ definieren:

Attribut	Anschluss	Neupunkt
CARDM	200	300
CADdy	220	225

Übertragen der Codeliste aufs Taehymeter.

- wenn Codeliste fertig, in Ordner \Code der Speicherkarte kopieren
- im Startfenster der Codelisten Verwaltung Rechtsklick machen und „Registrieren“ wählen
- in Baumstruktur zur Speicherkarte wechseln und dort unter \Code zu registrierende Codeliste wählen → „OK“
- Speicherkarte in Taehymeter einlegen und diesen starten
- Codeliste unter „B Tools“ ... „2 Transfer Objekte“ ... „D1 Codelisten“ auswählen → „F1 WEITER“

17

Formatdateien

- Formatdatei über LGO FormatManager bearbeiten
- Kopieren in Ordner \Convert der Speicherkarte
- Speicherkarte in Taehymeter einlegen und dieses starten
- Formatdatei unter „B Tools“ ... „2 Transfer Objekte“ ... „D6 Formatdateien“ auswählen → „F1 WEITER“

18

Anlage Q: CD-ROM

Die beigefügte CD-ROM enthält folgende Dateien:

- Textfassung dieser Diplomarbeit im PDF-Format,
- mit dem LGO Format Manager erstellte Formatdateien,
- mit der LGO Codelisten Verwaltung erstellte Codeliste,
- mit CARD/1 erstellte Formatdefinition.