

Vergleich von topographischen Aufnahmeverfahren und Visualisierung am Beispiel eines Golfplatzes

Ingo Kruse
Institut für Kartographie und Geoinformatik
Universität Hannover
Appelstrasse 9a
30167 Hannover

Arbeitsgruppe „Automation in der Kartographie“ (AgA)
12. – 13. September 2005 in Wien



Vergleich von topographischen Aufnahmeverfahren und Visualisierung am Beispiel eines Golfplatzes

Gliederung

1. Motivation
2. Aufnahmeverfahren
3. Bereinigung der LaserScan – Daten
4. Beurteilung der Genauigkeiten
5. Beurteilung der Wirtschaftlichkeit
6. Darstellung der Ergebnisse im Golfplatz Informations System GOLFIS
7. Darstellung der Golfbahnen mit CINEMA 4D
8. Berechnung eines Überfluges über eine Golfbahn
9. Zusammenfassung



Motivation

- Erfassung

- gesamte Golfplatzanlage
- Leitungsnetz und Beregnungsanlagen
- Begrenzungslinien
- alle künstlichen und natürlichen Hindernisse
- alles als 3D - Objekte

- Darstellung und Auswertung

- Gesamtdarstellung oder einzelne Bahnen
- einzelne Ebenen (Objekte)
- Analyse der Bahnen (Flächen und Längen)
- 3-dimensionale Darstellung (auch Bäume und Büsche)
- Ausgabe auf Drucker / Plotter
- Präsentation im Internet und „Birdie-Buch“

- Druck der Graphiken auf Abschlagtafeln (Wetterbeständigkeit)



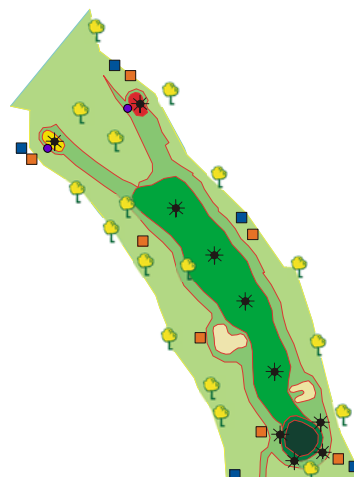
3



Schema einer Golfbahn – Objekte

Legende

	Bahnnullpunkt	
	Beregnungsanlage	
	Baum, Strauch, Büsche	
	Standpunkte LaserScanner	
	Standpunkte Tachymetrie	
	Rough	90 - 130 mm
	Semirough	35 - 50 mm
	Fairway	15 - 25 mm
	Voigrün	08 - 10 mm
	Grün	05 - 07 mm
	Bunker	08 - 10 mm
	Herenabschlag	08 - 10 mm
	Damenabschlag	08 - 10 mm



4



Schema einer Golfbahn – Objekte



5



Aufnahmeverfahren

Anforderungen an das Aufnahmeverfahren:

- Möglichst wirtschaftlich
- Spielbetrieb kann nicht unterbrochen werden
- Objekte und Höhenpunkte in einem Zuge aufnehmen
- Fachthematische Gesichtspunkte haben Vorrang (Absprache mit Nutzern)
- Hohe Genauigkeit in der Höhe
- Bestehende Daten sollen genutzt werden
- Einbindung der Aufnahme in das Landesnetz (Lage und Höhe)

6

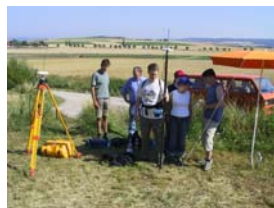


Benutzte Aufnahmeverfahren

Tachymeter - Messungen



DGPS - Messungen



Terrestrischer Laserscanner



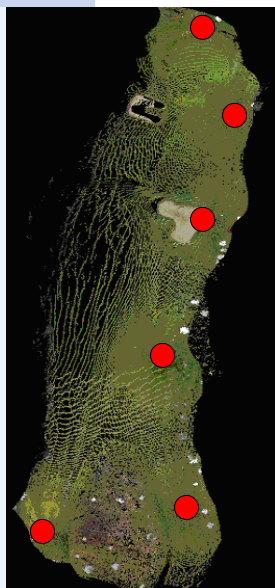
Vorhandene DGM-Daten und Orthophoto



7



Aufnahme mit LaserScanner

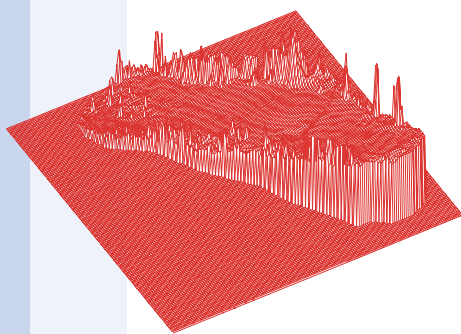


8



Darstellung aus LaserScanner - Daten

- aus 4.4 Mio. Punkten
- Bäume, Büsche und andere Hindernisse im DGM enthalten



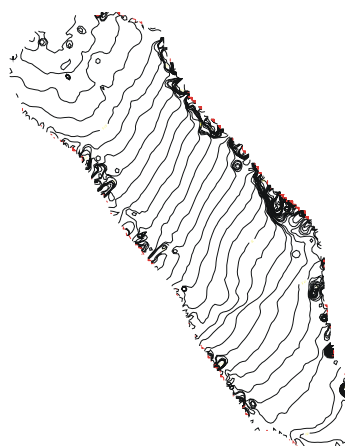
9



Bereinigung der LaserScanner - Daten

1. Ausdünnen der gemessenen Punkte
- Legen eines regelmäßigen Rasters (hier: 0.25 m)
 - Anwendung eines Filters:
 - tiefster Punkt im Raster
 - höchster Punkt im Raster
 - Mittelwert im Raster
 - Median – Filter im Raster

Ergebnis:



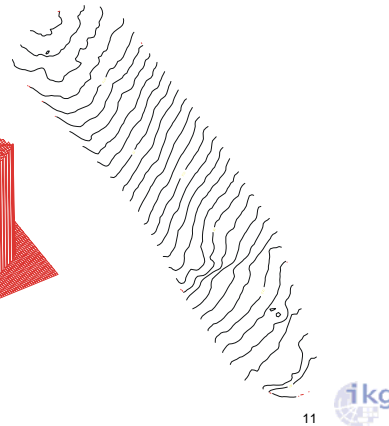
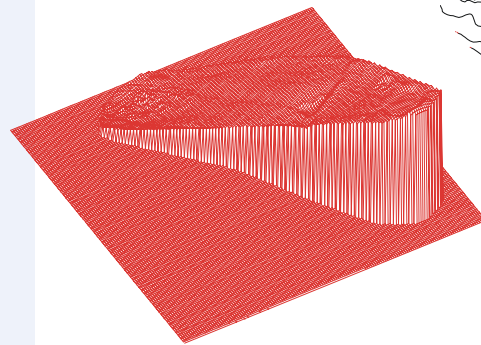
10



Bereinigung der LaserScanner – Daten mit Vergleichs - DGM

2. Vergleichs – DGM aus Tachymetermessungen
 - Berechnen eines Dreiecksnetzes aus Tachymetermessungen
 - Berechnen der Höhen der LaserScan – Messungen als Durchstoßpunkt im Dreiecksnetz aus 0,25 cm Raster – LaserScan - Daten
 - Verwerfen des Punktes, wenn $\text{abs}(dh)$ (Höhe LaserScan – Höhe Durchstoßpunkt) > vorgegebener Grenzwert ist (hier: 0.8 m)

Ergebnis:



11

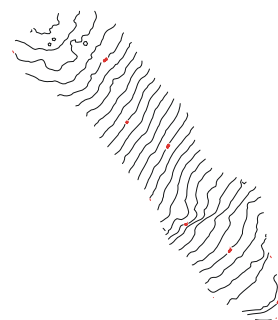
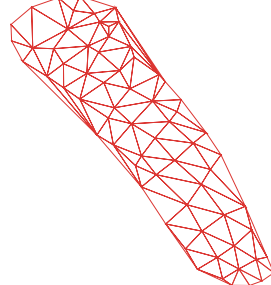


Bereinigung der LaserScanner – Daten mit Vergleichs - DGM

3. Daten aus LaserScan – Daten heraussortieren
 - manuell mit Hilfe des TASH – Dateneditors
 - ca. 100 Punkte durch Digitalisierung in ein neues Projekt überführen



Ergebnis:

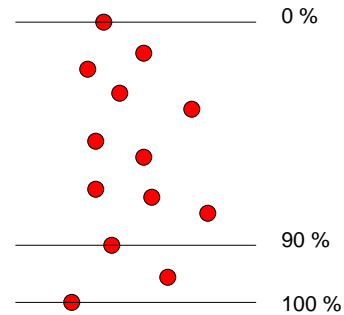


12



Bereinigung der LaserScanner – Daten mit Vergleichs - DGM

4. Daten automatisch bereinigen
 - Filter in einem groben Raster anwenden (5 m – Raster)
 - Anwendung des Filters
 - tiefster Punkt im Raster
 - höchster Punkt im Raster
 - mittlerer Punkt im Raster
 - Rang – Filter (90 %)
 - aus den Punkten ein Dreiecksnetz bilden
 - das Dreiecksnetz als Vergleichs – DGM
 - aus 4.4 Mio Punkten -- > 187.000 Punkte

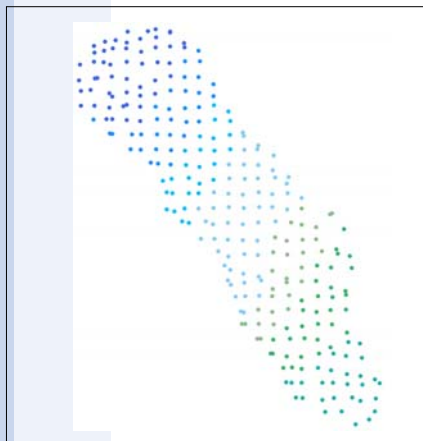


13

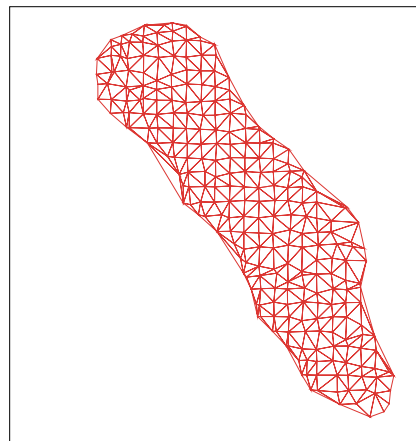


Bereinigung der LaserScanner – Daten mit Vergleichs - DGM

automatisch



Punkte automatisch ausgewählt



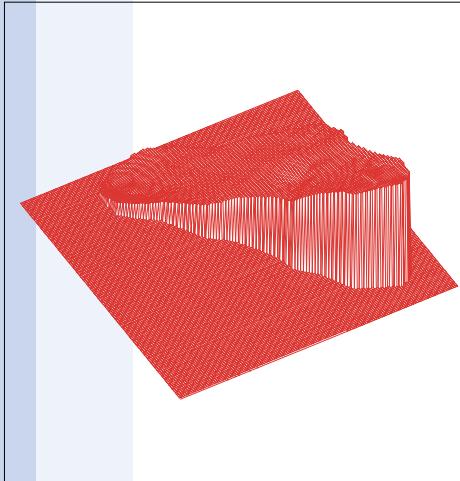
Dreiecksnetz

14

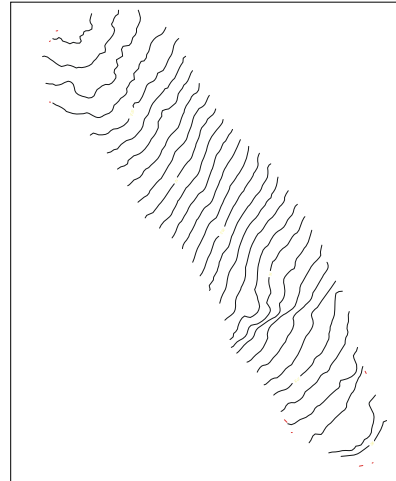


Bereinigung der LaserScanner – Daten mit Vergleichs - DGM

automatisch



Perspektive Ansicht



Isolinien

15



Genauigkeit Tachymeter - LaserScan

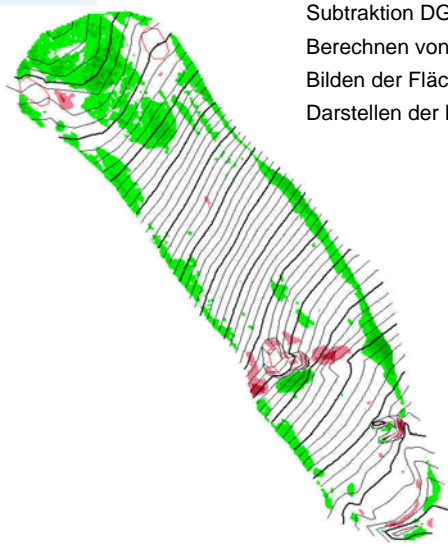
Berechnung zweier DGM'e mit Prgrammsystem TASH

Subtraktion DGM_Tachymeter – DGM_LaserScanner

Berechnen von Isolinien (10 cm – Äquidistanz)

Bilden der Flächen zwischen zwei Isolinien

Darstellen der Differenzen getrennt nach Auf- und Abtrag



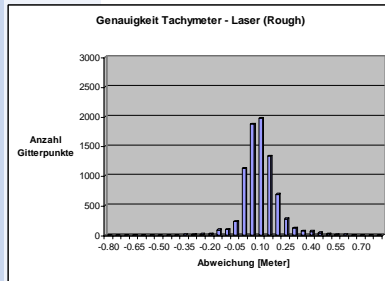
Legende

Abtrag		Auftrag	
-0.40 -	-0.30	0.00 -	0.10
-0.30 -	-0.20	0.10 -	0.20
-0.20 -	-0.10	0.20 -	0.30
-0.10 -	0.00	0.30 -	0.40
		0.40 -	0.50
		0.50 -	0.60
		0.60 -	0.70

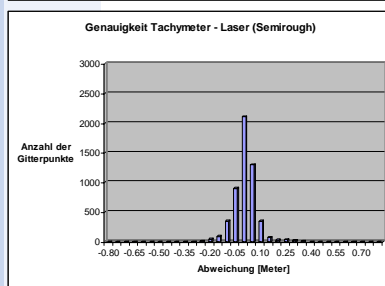
16



Genauigkeit Tachymeter – LaserScan nach Objekten (1)



Standardabweichung: 0.16 m
 Tiefster Punkt: -0.32 m
 Höchster Punkt: 0.65 m

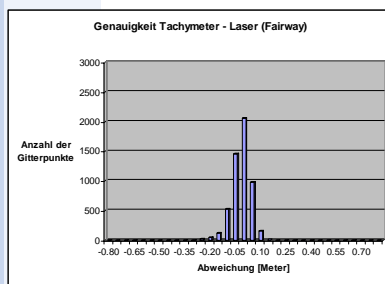


Standardabweichung: 0.07 m
 Tiefster Punkt: -0.24 m
 Höchster Punkt: 0.38 m

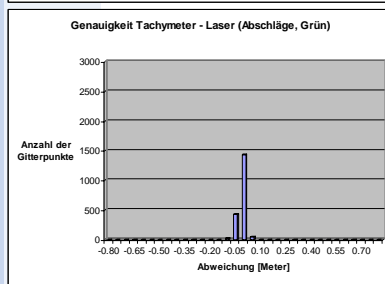
17



Genauigkeit Tachymeter – LaserScan nach Objekten (2)



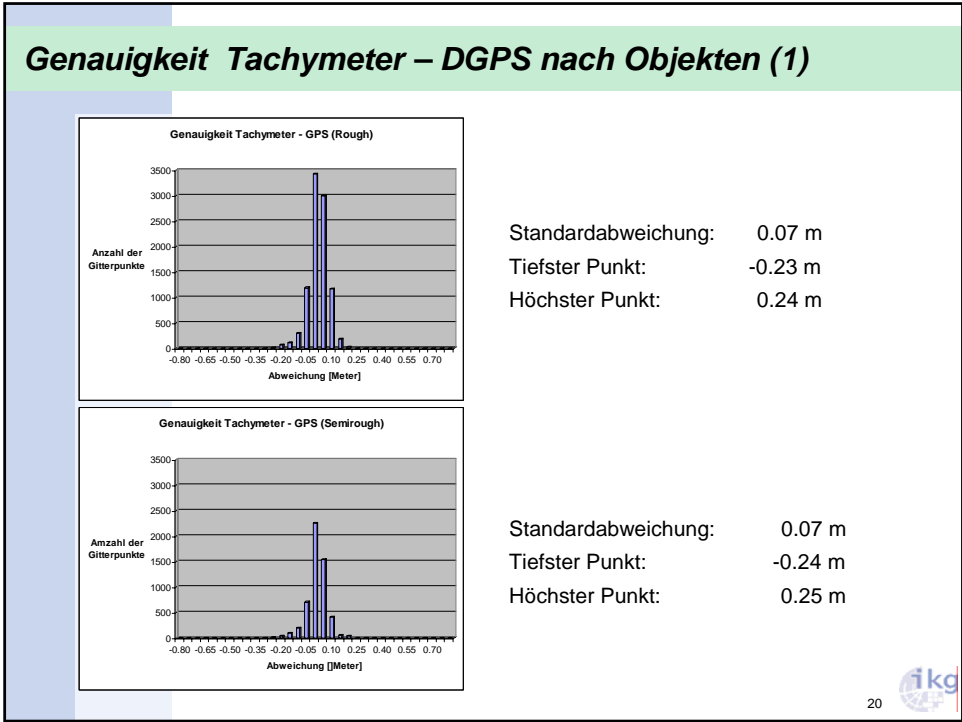
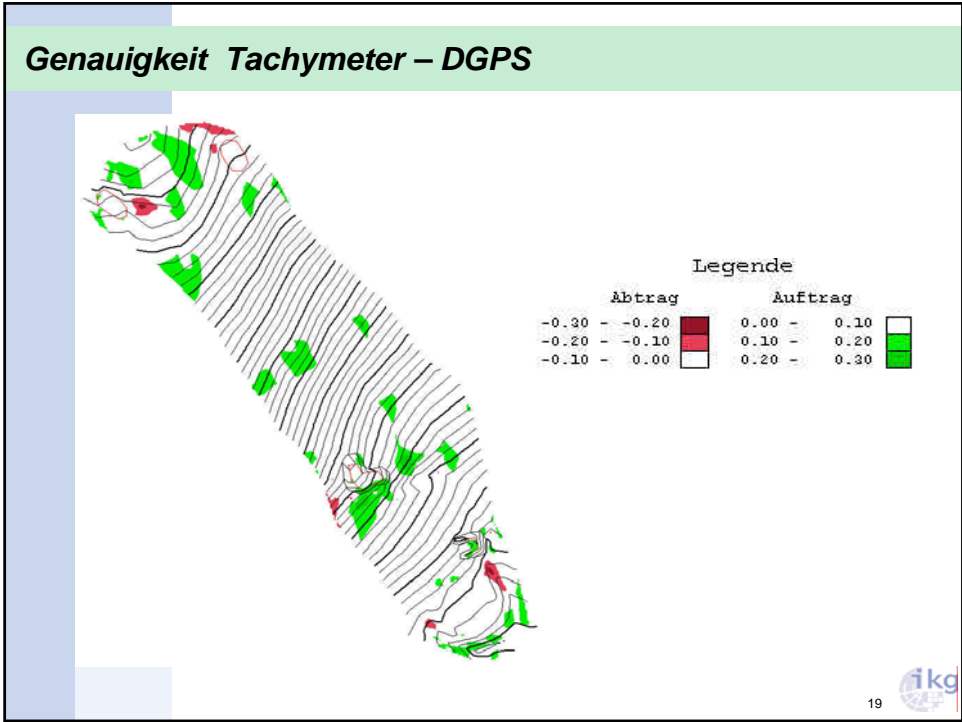
Standardabweichung: 0.06 m
 Tiefster Punkt: -0.24 m
 Höchster Punkt: 0.18 m



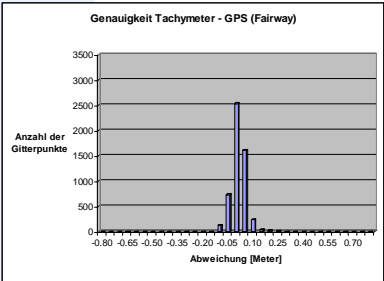
Standardabweichung: 0.03 m
 Tiefster Punkt: -0.11 m
 Höchster Punkt: 0.09 m

18

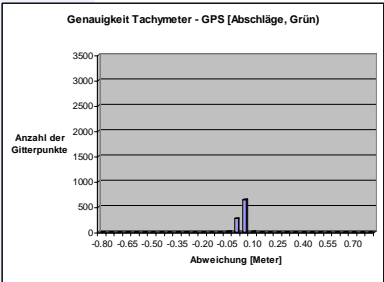




Genauigkeit Tachymeter – DGPS nach Objekten (2)

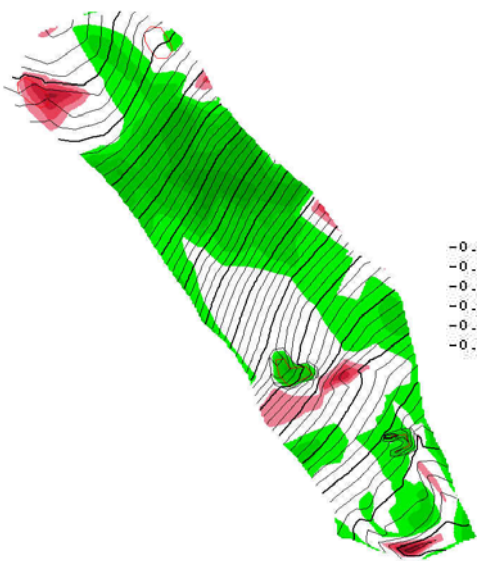


Standardabweichung: 0.06 m
Tiefster Punkt: -0.10 m
Höchster Punkt: 0.29 m



Standardabweichung: 0.06 m
Tiefster Punkt: -0.04 m
Höchster Punkt: 0.11 m

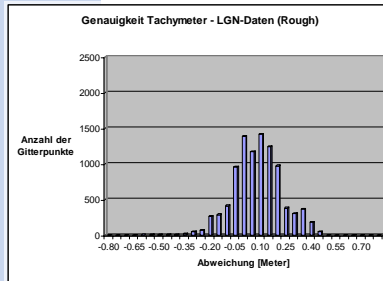
Genauigkeit Tachymeter – LGN



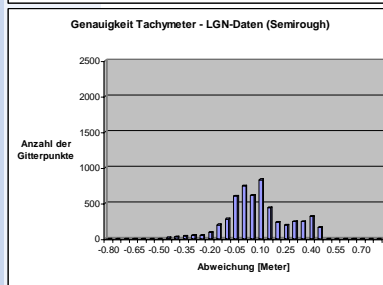
Legende

Abtrag		Auftrag	
-0.60 - -0.50		0.00 - 0.10	
-0.50 - -0.40			
-0.40 - -0.30			
-0.30 - -0.20			
-0.20 - -0.10			
-0.10 - 0.00		0.10 - 0.20	
		0.20 - 0.30	
		0.30 - 0.40	
		0.40 - 0.50	
		0.50 - 0.60	
		0.60 - 0.70	

Genauigkeit Tachymeter – LGN - Daten nach Objekten (1)



Standardabweichung: 0.18 m
Tiefster Punkt: -0.57 m
Höchster Punkt: 0.48 m

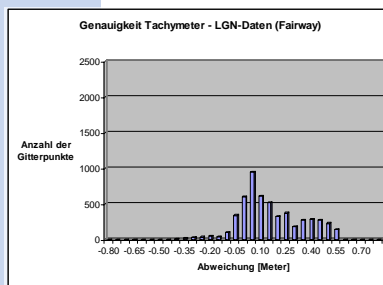


Standardabweichung: 0.21 m
Tiefster Punkt: -0.46 m
Höchster Punkt: 0.50 m

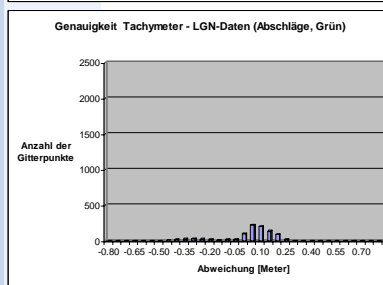
23



Genauigkeit Tachymeter – LGN - Daten nach Objekten (2)



Standardabweichung: 0.26 m
Tiefster Punkt: -0.41 m
Höchster Punkt: 0.60 m



Standardabweichung: 0.26 m
Tiefster Punkt: -0.41 m
Höchster Punkt: 0.26 m

24



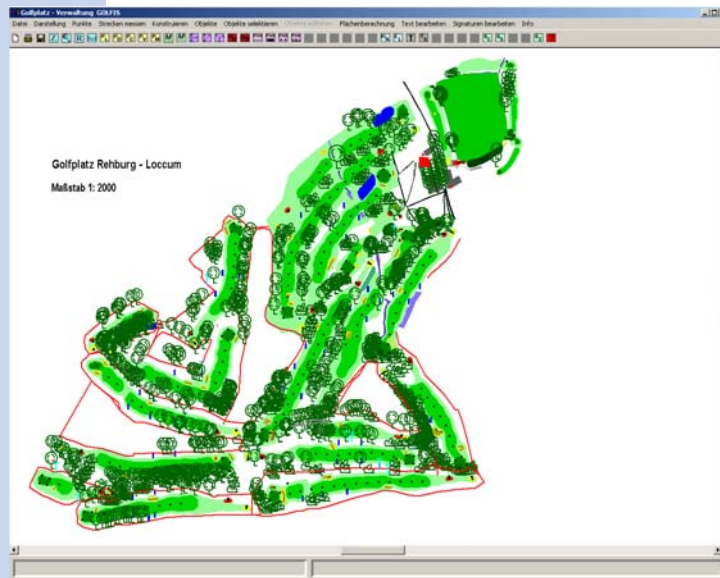
Auswahl des Aufnahmeverfahren

Aufnahmeverfahren	Tachymeter	DGPS	LaserScanner	LGN Daten DGM + Ortho Photo
Genauigkeit	++	+(+)	+(+)	-
Rüstzeiten	+(+)	++	0 (-)	++
Aufnahme markanter Linien und Punkte	++	++	-	+
Messzeiten	+ ca. 4 Std.	++ ca. 4 Std.	+ ca. 5 Std.	(+ -)
Anzahl der benötigten Arbeitskräfte	0 (2-3)	++ (1)	+(2)	++ (1)
Betreten der Golfbahn	-	0	+(0)	++

Konzept eines Golfplatz Informations Systems

- Leistungen:
 - Überschaubar und leicht benutzbar
- Darstellung:
 - alle Objekte / einzelne Objekte
 - alle Bahnen / einzelne Bahnen
 - Ausdruck aller selektierten Objekte (auf jeden Windows – Drucker)
- Analysen
 - Berechnung aller Flächeninhalte (brutto und netto)
 - Berechnung von Bahnlängen (Nullpunkt bis zum Grün)
 - Berechnung beliebiger Strecken
- Konstruieren neuer Objekte
- Definition neuer Objekte
- Einfügen von Texten
- Bearbeiten von Signaturen
- Exportmöglichkeiten (DXF – Format)

Darstellung im Golfplatz Informations System GOLFIS (1)



27

Darstellung im Golfplatz Informations System GOLFIS (2)



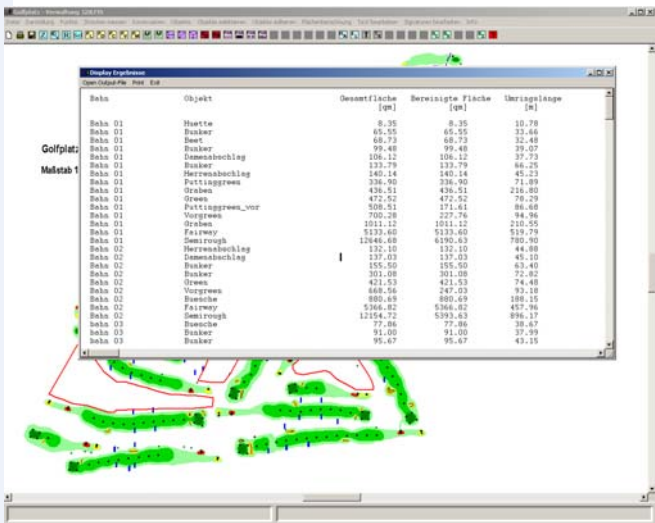
Ausschnitt mit Höhenlinien aus Programm TASH

28

Darstellung im Golfplatz Informations System GOLFIS (3)



Darstellung im Golfplatz Informations System GOLFIS (4)



Darstellung einer Bahn mit dem Programm CINEMA 4D (1)

Bearbeitung durch die Firma IMAGON – Braunschweig

Wesentliche Merkmale:

- Übernahme der Ergebnisse aus dem Programm GOLFIS im DXF – Format
- Übernahme des DGM (Auflösung 1 Meter) im DXF – Format (aus TASH)
- Darstellung der einzelnen Bahnen mit allen Bäumen und Büschen
- Ausgabe im ADOBE – Illustrator – Format zum anschließenden Druck

Druck erfolgt durch Print Shop – Hannover auf wetterfestem Material

- auf Abschlagtafeln (pro Bahn 2 Tafeln)
- im „Birdie – Buch“
- Darstellung im Internet

31



Darstellung einer Bahn mit dem Programm CINEMA 4D (2)



32



Berechnung eines Überfluges einer Bahn

Berechnung erfolgte durch Firma IMAGON / Braunschweig

Die Berechnung erfolgte mit dem Programm Cleaner XL

Hier aktuell die Bahn 1

33



Zusammenfassung

- Untersuchungen über das Aufnahmeverfahren
geeignet: DGPS
- Aufnahme aller 18 Bahnen und 3 Trainingsbahnen sowie des Klubhauses mit GPS
- Entwerfen und Programmieren eines Golfplatz Informations Systems (GOLFIS)
- Übernahme aller Bahnen in das Programm GOLFIS
- Berechnen der DGM aller Bahnen und Übergabe in das Programm CINEMA 4D
- Darstellung aller Bahnen mit CINEMA 4D
- Druck aller Bahnen auf wetterfestem Material
- Bereitstellung aller Bahnen im Internet zur Präsentation

34

