

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen



Vermessungsarbeiten im PITZ-Tunnel

Kombination von Geodäsie
und 3D-Koordinaten-
Messung

24.1.2006

Technisches Seminar DESY
Zeuthen

1

Geodäsie:

Vermessung

- durch Fachgruppe MEA2 (Vermessung / Applied Geodesy) bei DESY
- Vermessung beim Aufbau und Einrichten der Maschinen und Anlagen
- Geodätische Überwachung und Justierung bestehender Beschleuniger und Experimente
- Entwicklung von Messkonzepten und geräten für zukünftige Beschleuniger

24.1.2006

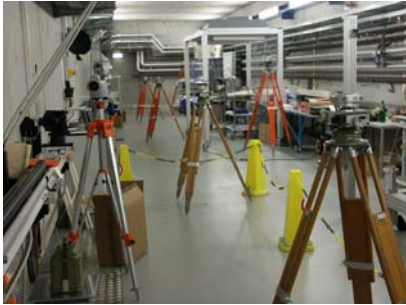
Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



2

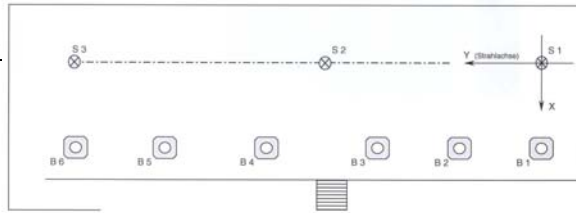
Geodäsie:



PITZ - Referenznetz

Typ	Station	Punkt	Y (Rechts)	X (Hoch)	Z (Höhe)
MessingM	0,000	S1	0,00008	0,00006	-1,23392
MessingM	12,500	S2	12,49624	-0,00011	-1,22977
MessingM	25,100	S3	25,09438	-0,00002	-1,23819
Bohren	0,000	B1	0,00323	1,69698	-1,23377
Bohren	5,000	B2	4,99945	1,70061	-1,23854
Bohren	9,000	B3	9,00055	1,70209	-1,23459
Bohren	15,000	B4	15,00081	1,70156	-1,23615
Bohren	20,000	B5	19,99744	1,70225	-1,24108
Bohren	25,000	B6	24,99699	1,70185	-1,24690

geodätische Rechenmethode:
Berechnung der Koordinaten von Punkten in einem Koordinatensystem mittels Formelsystemen der Trigonometrie und der Analytischen Geometrie



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen

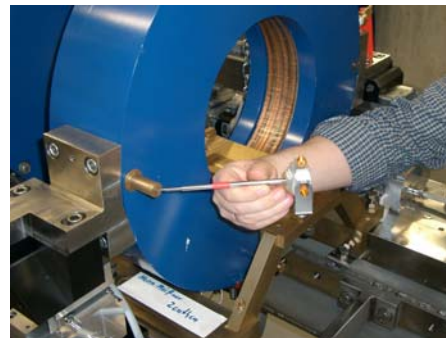


3

Geodäsie:



Taylor-Hobson-Kugel



Reflektor

Theodolit
Lasertracker

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



4

Erfahrungen:

terminlich und organisatorisch nicht unabhängig von MEA2 bei kurzfristig erforderlichen Mess- und Justieraufgaben bei PITZ

Geodäsie können wir nicht!

Mitarbeit von MEA ist mindestens weiterhin erforderlich:

- beim Einmessen von Gun und Gungestell vor dem Versand zum VUV-FEL
- beim Einmessen von Referenzkoordinatenpositionen

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



5

Deshalb Suche nach Messverfahren, die im DESY in Zeuthen praktikabel sind:

Messgelenkarm

- transportables 3D-Koordinatenmessgerät mit hoher Flexibilität
- Aufbau ist dem menschlichen Arm nachempfunden
- im Aufbau besteht das Gerät aus 6 Drehgelenken und zwei Verbindungsarmen
- Winkelorientierung wird durch hochauflösende Drehwinkelgeber gemessen



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



6

Kurzbeschreibung eines 6-Gelenk- Messarmes von ROMER



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



7

Die Anwendung hat folgende Vorteile:

- Geringe Aufbau- und Rüstzeiten
- Messung direkt am Werkstück (= PITZ)
- Einsetzbar unter Werkstatt- und Montagebedingungen
- Sofortige Anzeige und Protokollierung der Ergebnisse
- portabel, mit zahlreichen Befestigungsmöglichkeiten
- Gewichtsausgleich für ergonomisches Arbeiten

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



8

Kontakt zu drei Herstellern aufgenommen, die jeweils ihr Gerät an PITZ vorführten.

Der für PITZ geeignete Messarm sollte folgende **Hauptparameter** haben:

-maximaler Messradius (gestreckte Länge des Armes) von ca. 1,5m

bis 1,8m

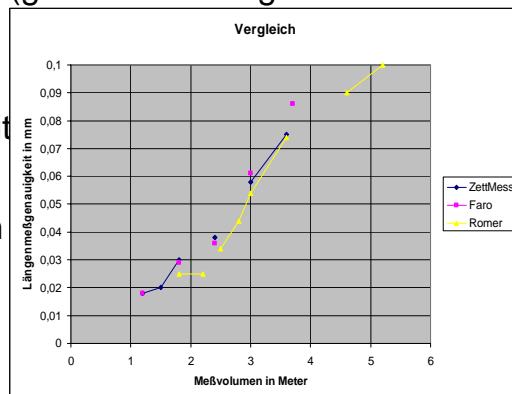
-Längenmessgenauigkeit

(je nach Typ und

Hersteller) bei 0,058mm

bis 0,086mm

-Gewicht ca. 5...10kg



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



9

Vorbereitung der Nutzung mit MEA:

- im Vergleich zur Genauigkeit der geodätischen Vermessung reiche die Messgenauigkeit eines Messarmes für PITZ aus
- Koordinatenverzeichnisse für Referenzsysteme sollen aus einer MEA-Datenbank in die Messsoftware eingelesen werden können
- Messung der Referenzkoordinaten durch MEA2 erfolgt u.a. mit einem Lasertracker und sog. PLX-Kugeln
- Stahlkugeln des gleichen Durchmessers werden zum Antasten mit dem Messarm verwendet
- Gestaltung der Messmarkennester wurde mit MEA2 beraten

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



10

Anwendungsbedingungen:

- Klären der Positionen für (körperliche) Referenzkoordinatensysteme an PITZ
- Klären der Montagepositionen des Messarmes an PITZ

24.1.2006 Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen

DESY

11

Referenzsystem für PITZ:

- 80 Messmarkennester in extra dafür erzeugte Bohrungen des PITZ-Tunnelfußbodens eingeklebt
- durch MEA2: Messung der Position dieser Referenzpositionen mittels Lasertracker und Theodoliten
- Liste mit den Koordinaten der Referenzpositionen wurde in die Software des Messarmes übernommen
- in jeder Position entlang der PITZ-Anlage kann sich Messarm durch Antasten der Referenzkugeln in das PITZ-Koordinatensystem einmessen

24.1.2006 Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen

DESY

12

3D-Koordinatenmessung:

Antasten einer Referenzkugel:



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



13

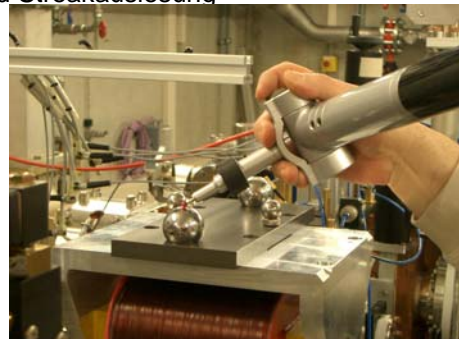
3D-Koordinatenmessung:

Mess- und Justieraufgaben an der PITZ- Beamline im Jahr 2005:

- Ermittlung der ersten Iris-Position an der Booster Cavity (Transfermessung), danach Positionierung in PITZ
- Dipolkammer und Dipol der Low Energy Section (Bild 2) und der High Energy Section
- zwei Schirmstationen für TV- und Streakauslesung
- zwei Emittanz-Messstationen
- Wirescanner
- BPMs
- Quadrupoltriplett

2006:

- Montage des Gunsystems
- zwei Wirescanner
- BPMs



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen

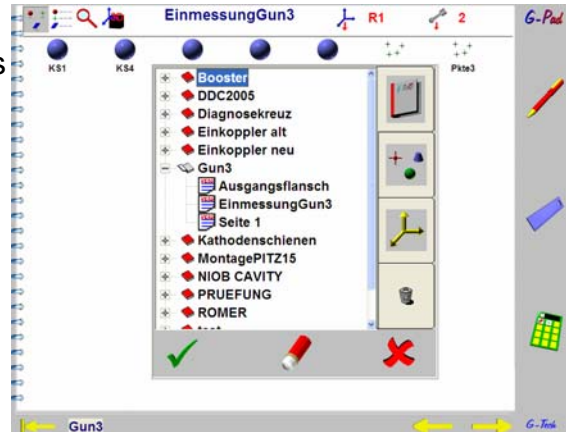


14

3D-Koordinatenmessung:

Ablauf einer Messung:

- Starten des Programms
- Initialisieren der Drehwinkelgeber an den Gelenken des Messarmes
- Auswahl eines Heftes und einer Seite (entspricht Verzeichnis und File)



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen

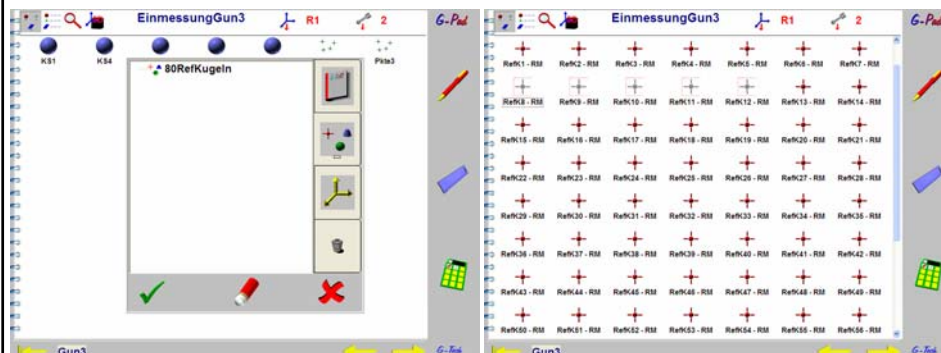


15

3D-Koordinatenmessung:

Ablauf einer Messung:

- Messung von mindestens 3 Referenzkugelpositionen (im Maschinenreferenzsystem) des Tunnelfussbodens
- Auswahl der von MEA2 gemessenen und im Programm abgelegten Koordinaten der soeben gemessenen Referenzkugeln



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen

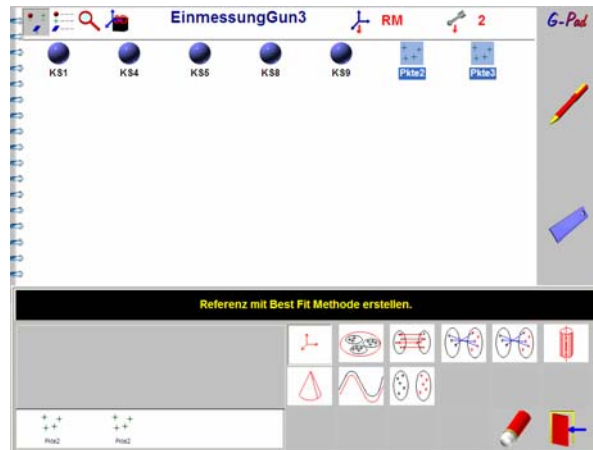


16

3D-Koordinatenmessung:

Ablauf einer Messung:

- PIZ-Referenzsystem im Programm mittels Best Fit Methode erzeugen.



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



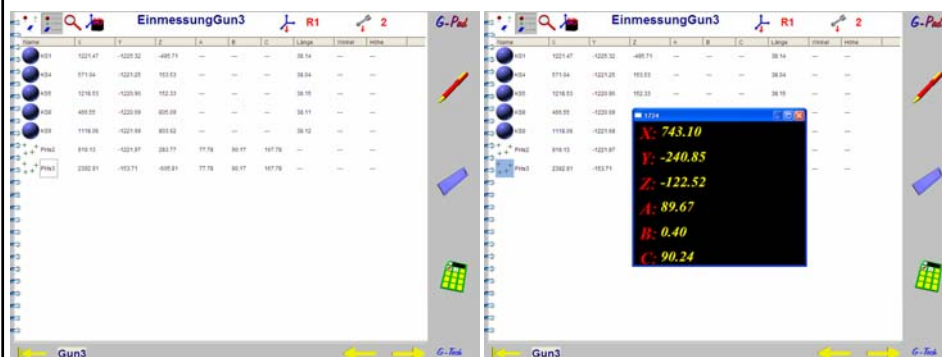
17

3D-Koordinatenmessung:

Darstellung der Messergebnisse:

unter anderem:

- tabellarisch
- "mitlaufende Anzeige"
- grafisch



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



18

3D-Koordinatenmessung:

Export der Messergebnisse:

unter anderem:

- .ascii (gemessene Rohdaten)
- mittels Templates und Macros formatierte Protokoll-Darstellung (Excel)
- .iges

Wirescanner HIGH1.WS1					
Institut:	DESY				gemessen:
Anschrift:	Gruppe Mecahnik				26.04.2005
	Platanenallee 6				LVV, AD
	D-15738 Zeuthen				
Nom:		XYZ...	XYZ...	Deviations	
		Soll	Ist		
KS31	X	470,40	470,20	-0,20	Referenzsystem: K27
	Y	-1222,60	-1222,95	-0,35	
	Z	5999,30	5999,55	0,25	
	Lng	38,10	38,12	0,02	
KS32	X	1121,80	1121,73	-0,07	Referenzsystem: K30
	Y	-1225,80	-1225,89	-0,09	
	Z	6648,40	6648,36	-0,04	
	Lng	38,10	38,12	0,02	
KS35	X	468,60	468,67	0,07	Referenzsystem: K31
	Y	-1228,50	-1228,52	-0,02	
	Z	7302,50	7302,46	-0,04	
	Lng	38,10	38,09	-0,01	
KS39	X	468,60	468,59	-0,01	Referenzsystem: K31
	Y	-1228,50	-1228,52	-0,02	
	Z	7302,50	7302,35	-0,15	
	Lng	38,10	38,08	-0,02	
Pkt41	X	82,00	81,98	-0,02	E1
	Y	82,00	82,15	0,15	
	Z	6178,00	6177,94	-0,06	
Pkt42	X	82,00	82,00	0,00	E2
	Y	82,00	81,99	-0,01	
	Z	6358,00	6357,97	-0,03	

24.1.2006 Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

3D-Koordinatenmessung:

Handhabbarkeit:

- Montage auf mobilem Messfuß oder an sog. Aufbausäulen
- reproduzierbare Genauigkeit nach Montage/Demontage der sog. 120°-Schnittstelle
- Verwendbarkeit verschiedener Taster, wechselbar während eines Messvorganges ohne Neukalibrierung



24.1.2006 Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



20

3D-Koordinatenmessung:

Handhabbarkeit:

- Gewichtsausgleich durch gasdruckfeder-gestützten Auflagehebel sorgt für kraftarme Anwendung
- Abstützung nicht verwendbar beim Antasten der im Fussboden befindlichen Referenzkugeln



24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



21

3D-Koordinatenmessung:

Handhabbarkeit:

- grafische Benutzeroberfläche der Messsoftware ist nicht Windows-ähnlich
- die mitgelieferte Hilfe-Dokumentation ist umständlich verfasst (maschinelle Übersetzung)
- Das Einlesen der von MEA erzeugten Liste des PIZ-Referenzkoordinatensystems ist umständlich (mehrfacher Wechsel des Datenformats erforderlich)

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



22

3D-Koordinatenmessung:

Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit:

- in einem Falle offensichtlich falsche (sinnlose) Messereggebnisse → Neukalibrierung durch Herstellerfirma war erforderlich!
(Wartezeit ca. 1W, Kalibrierung einige Stunden)
- in bestimmten Situationen wird die Kompensation des Tasterradius zur falschen Seite vorgenommen.
→ abhängig von Stellung des Tasterschaftes, inzwischen beherrschbar

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



23

Zusammenfassung:

- seit Anfang 2005 regelmässig im Einsatz
- Anwendung hat sich bewährt (trotz einiger Probleme)
- schnelle Inbetriebnahme
- z.Zt. beherrschen vier Mitarbeiter die Bedienung
- organisatorische Entkopplung von MEA2 erlaubt relativ schnelle Messdurchführung für viele (nicht alle!) Anwendungen
- MEA2 wird weiterhin gebraucht für Aufgaben, die mit dem Messarm nicht erledigt werden können (z.B. Kontrolle des Referenzsystems, Vermessung der TH-Kugeln am Gunsystem zwecks Übernahme nach VUV-FEL)

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



24

Zusammenfassung:

- Messgenauigkeit entspricht der geodätischen Genauigkeit
- Eignung für den flexiblen Einsatz zur Vermessung von Beamline-Komponenten wurde in der Praxis gezeigt

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY ZeuthenTechnisches Seminar DESY
Zeuthen

25

Wer misst, misst Mist!

praktische Erfahrung

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY ZeuthenTechnisches Seminar DESY
Zeuthen

26

Danke für das Interesse und die
Aufmerksamkeit!

24.1.2006

Alexander Donat
Gruppe Mechanik
DESY Zeuthen

Technisches Seminar DESY
Zeuthen



27