

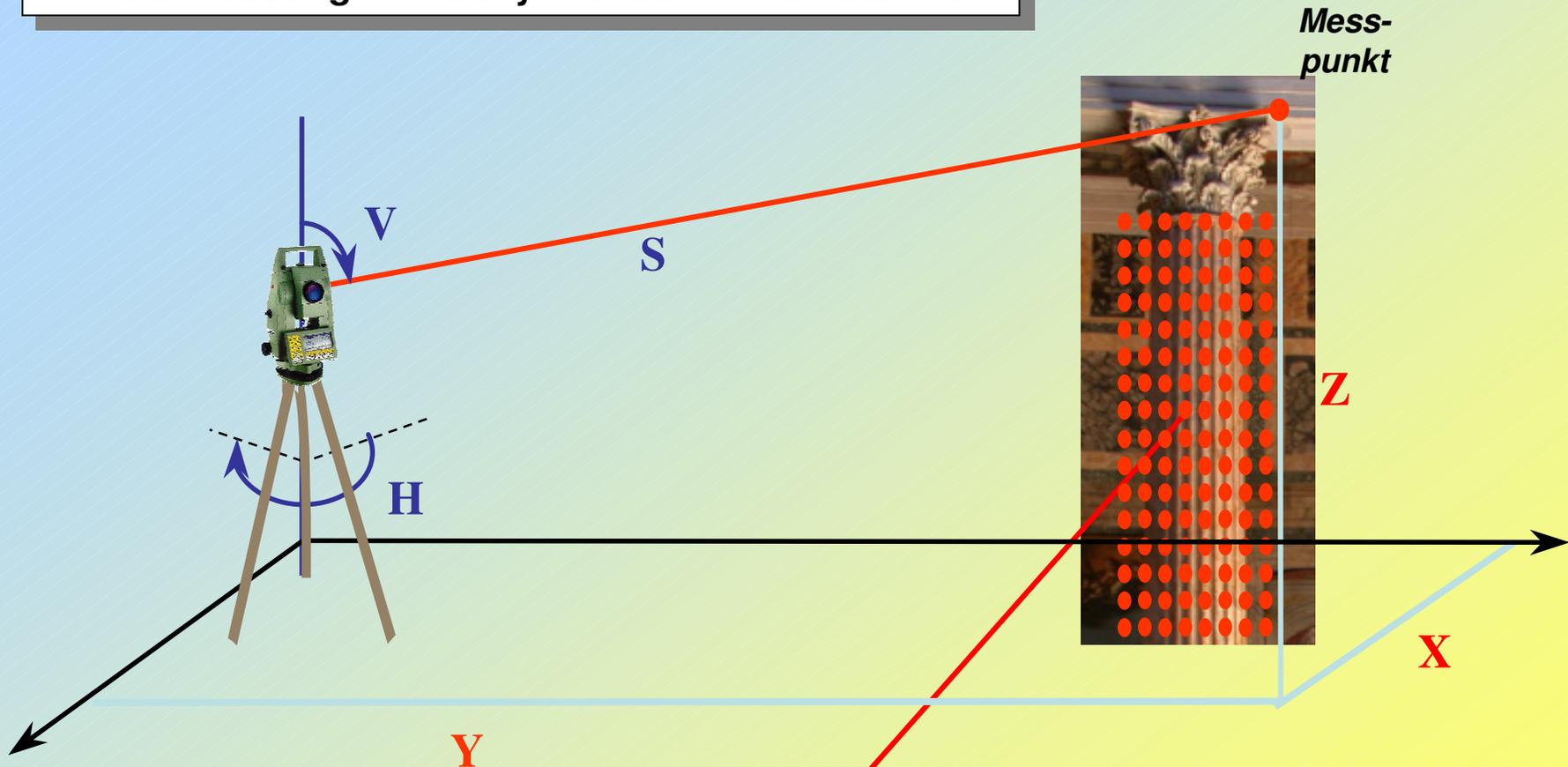
# *Intelligentes Scannen mit Totalstationen unter Einbeziehung von Digitalbildern*

*1. Zum Begriff des Intelligenten Scannens*

*2. Intelligente Tachymetersteuerung*

*3. Robot-Tachymeter mit Bildnutzung*

● Polarmessung bei Tachymetrie und Laserscannen



Tachymetrie  
punktorientiert

Laserscannen – Punktwolke  
Einzelmessung nicht nutzbar,  
flächenorientiert



## Vergleich zwischen Laserscannen und Intelligentem Scannen

	Gegenstand des Vergleichs	Laserscanner	Intelligentes Tachymeter / Robot-Totalstation
<b>allgemein</b>	Messfrequenz	hoch <span style="float: right;">⊕</span>	niedrig <span style="float: right;">⊖</span>
	Punktbedeutung	niedrig, Punktwolke, Zufallsverteilung <span style="float: right;">⊖</span>	hoch, Einzelpunkte bewusste Zuordnung <span style="float: right;">⊕</span>
<b>Erfassung</b>	Punktauswahl  Standpunktverknüpfung Zusatznetz  verdeckte Punkte  manuelle Messung Fernsteuerung Arbeitsmodus	a posteriori Einzelpunkte nicht anmessbar  aufwändig i.a.  nicht erfassbar  nicht einzubinden teils (?)  vollautomatisch	a priori nur Einzelpunkte  einfach entfällt  teilautomatisiert mit Extrapolationsstab oft vermeidbar, direkt einzubinden + manuell/ halbautomatisch
<b>Bearbeitung</b>	Nacharbeitung   Vermaschung	aufwändig bei Extraktion von Ecken und Kanten, einfach bei komplexen Formen  automatisch	entfällt bei einfachen Formen   Aufnahme komplexer Strukturen möglich
<b>Visualisierung</b>	Visualisierung   Rendern	bei unübersichtlichen Strukturen viel Handarbeit   differentielle Entzerrung fast automatisch mit 3D-Gitter, manuelle Eingriffe, Rendern automatisch	parametrische, differentielle Entzerrung, automatisches Rendern online möglich  Gerätesteuerung per Bild, online möglich
<b>Kosten</b>	Kosten Anschaffung universelle Verwendbarkeit Gerätehandhabung Arbeit vor Ort / Nacharbeit	100% Spezialgerät vergleichsweise aufwändig 1 / 10	20% - 10% Universal-Vermessungsgerät einfach 1 / 1

**Totalstation,  
notebook-gesteuert,  
reflektorlos**



**Robot-Tachymeter  
= Intelligente  
Totalstation**

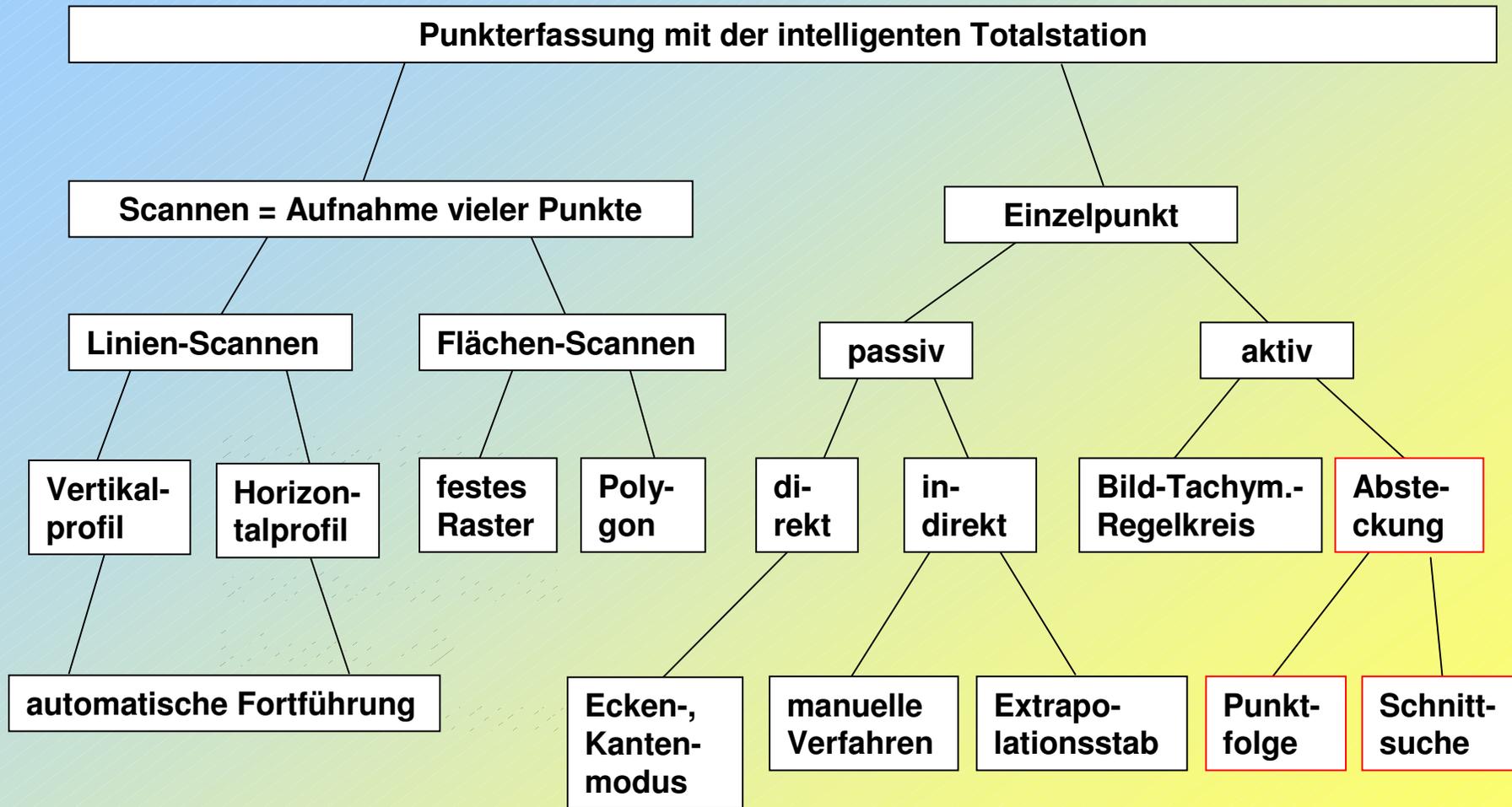


## **Intelligentes Scannen - Intelligente Steuerung**

- a) Exakte Ausrichtung des distanzmessenden Laserstrahls auf vorausberechnete Punkte
- b) Tachymeter im Regelkreis:

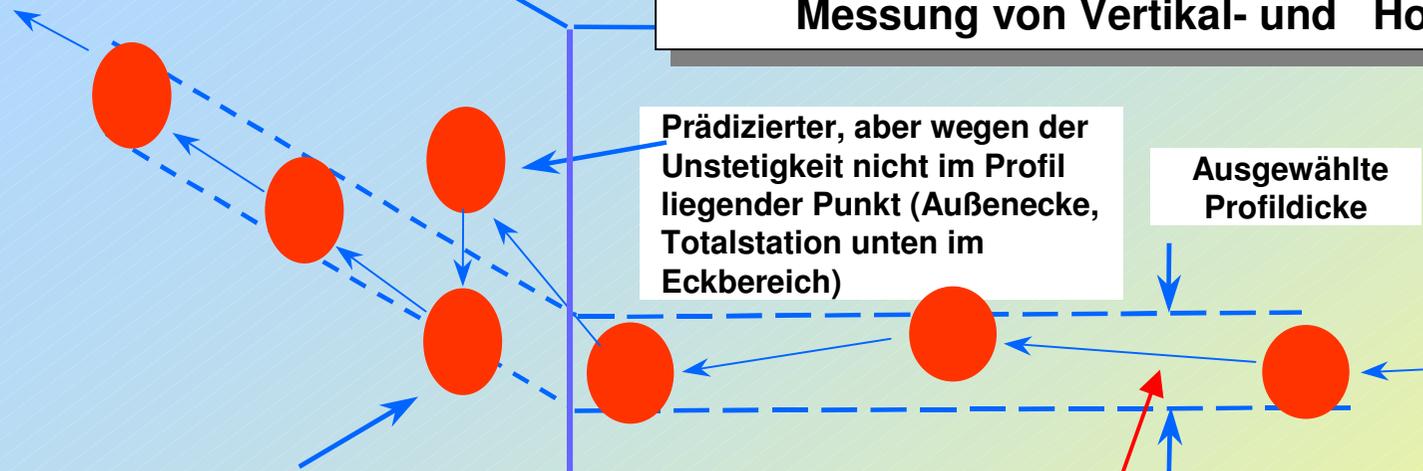
Messung – Berechnung – Steuerung – Messung

● Was Laser-Scanner nicht können



Totalstation im Regelkreis: Messung – Berechnung – Steuerung – Messung ...

● **Beispiel zum Linienscannen: Automatische Messung von Vertikal- und Horizontalprofilen**



Position nach der Korrektur

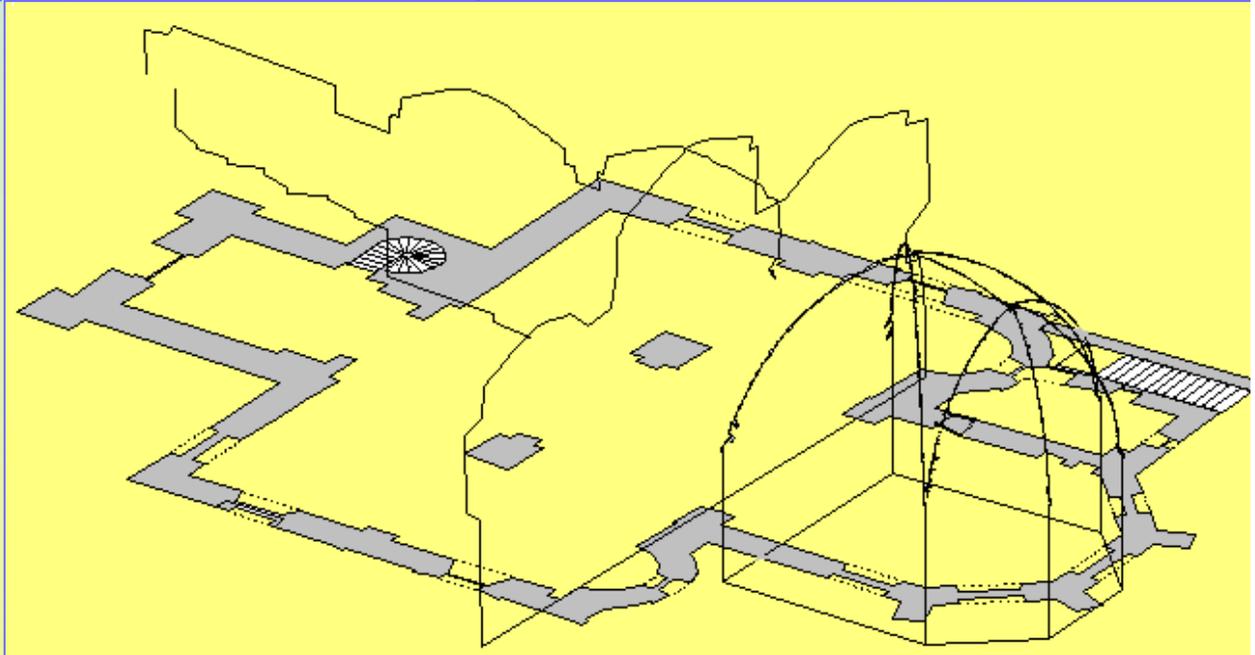
Prädizierter, aber wegen der Unstetigkeit nicht im Profil liegender Punkt (Außenecke, Totalstation unten im Eckbereich)

Ausgewählte Profildicke

Beispiel für den automatischen Messvorgang bei einem weit oberhalb der Totalstation gelegenen Horizontalprofil

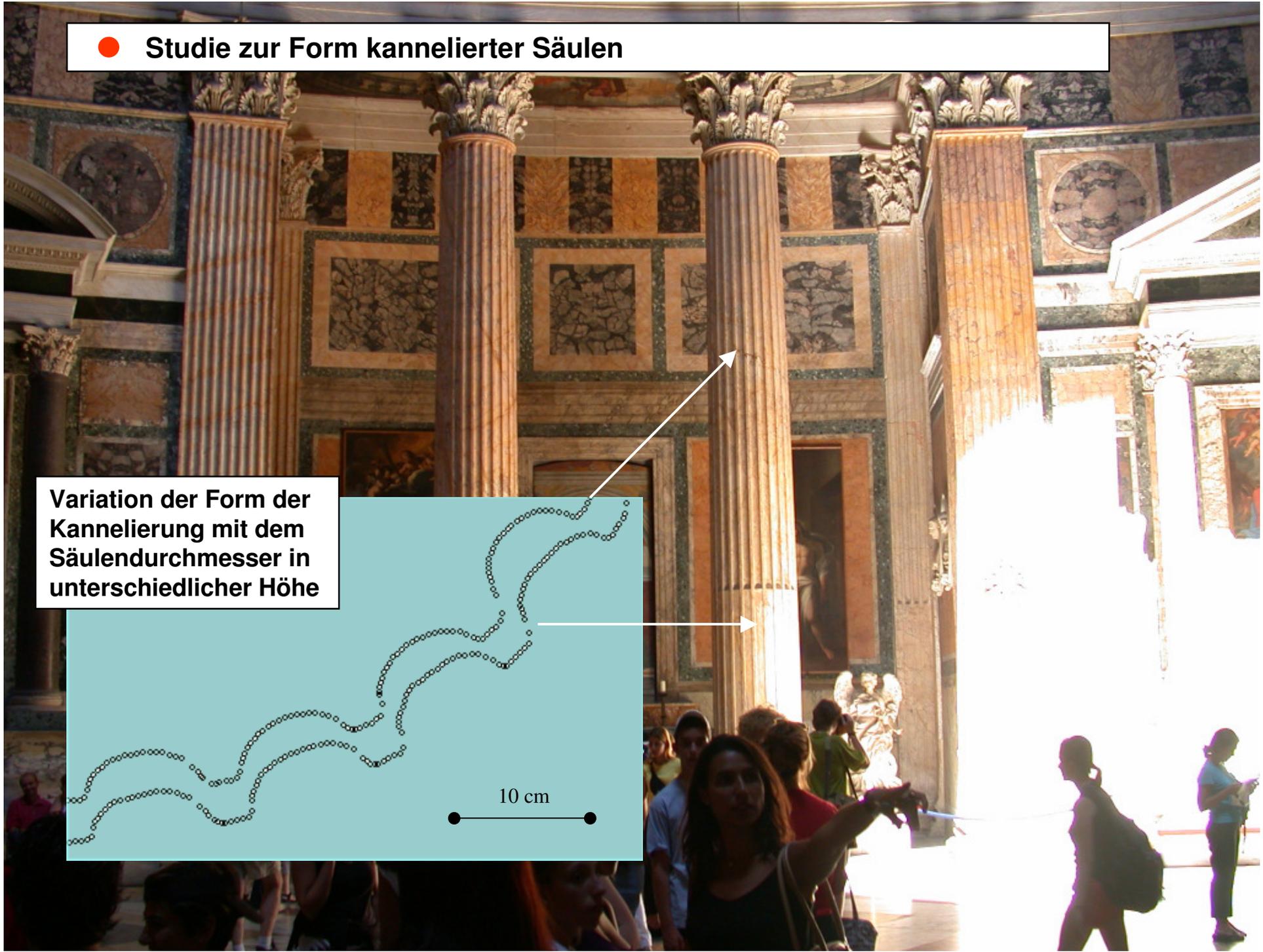
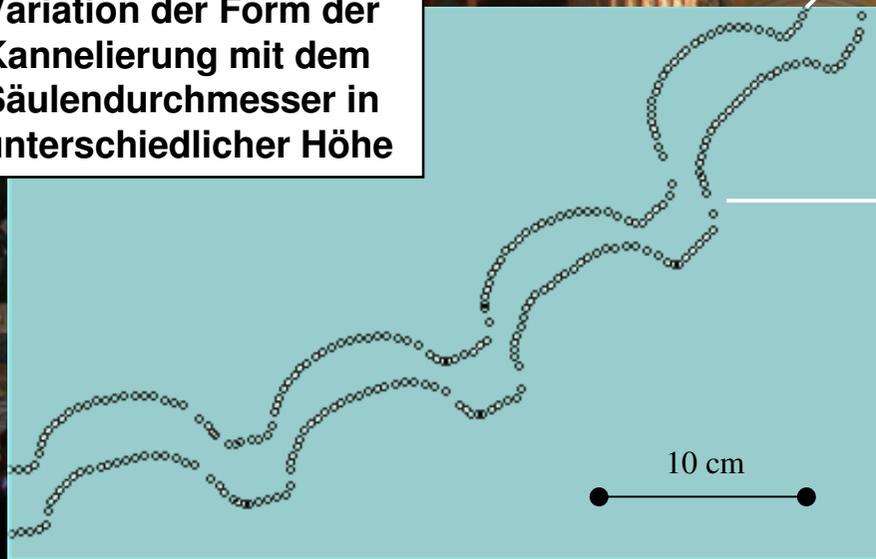
Horizontal- und Vertikalprofile als Vorstufe für Grund- und Aufrisse

Das Funktionsprinzip: Prädiktion aufeinander folgender Punkte und Verifizierung durch Messung

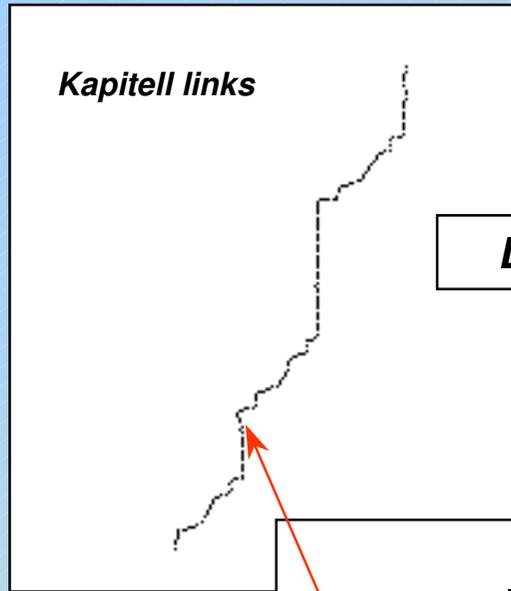


● Studie zur Form kannelierter Säulen

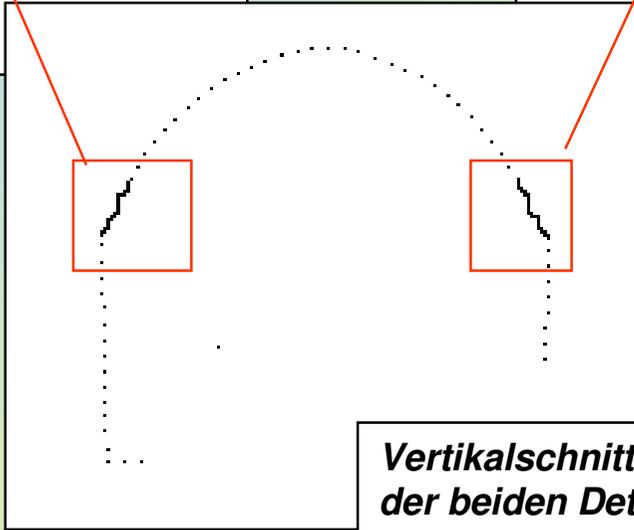
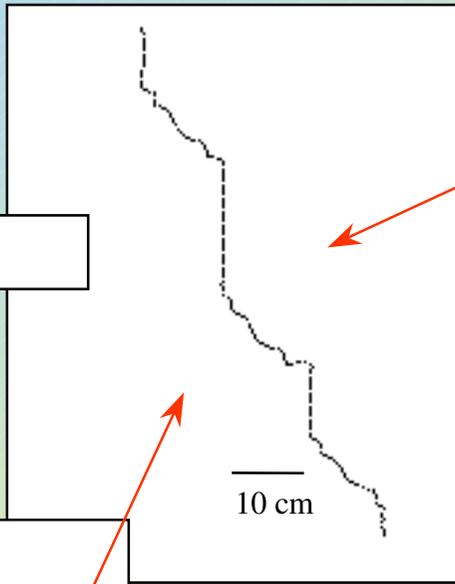
Variation der Form der Kannelierung mit dem Säulendurchmesser in unterschiedlicher Höhe



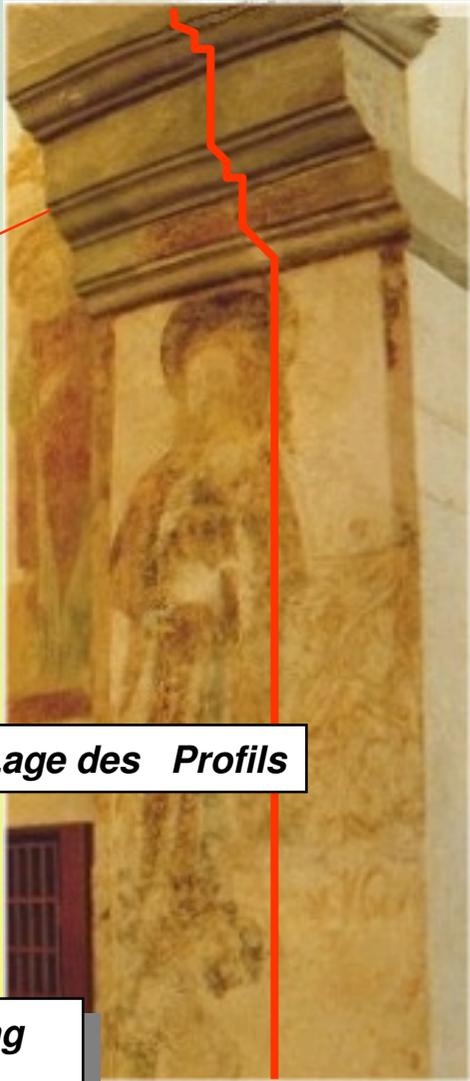
● **Aufnahme romanischer Pilaster-Kapitelle**



**Detailstudien**

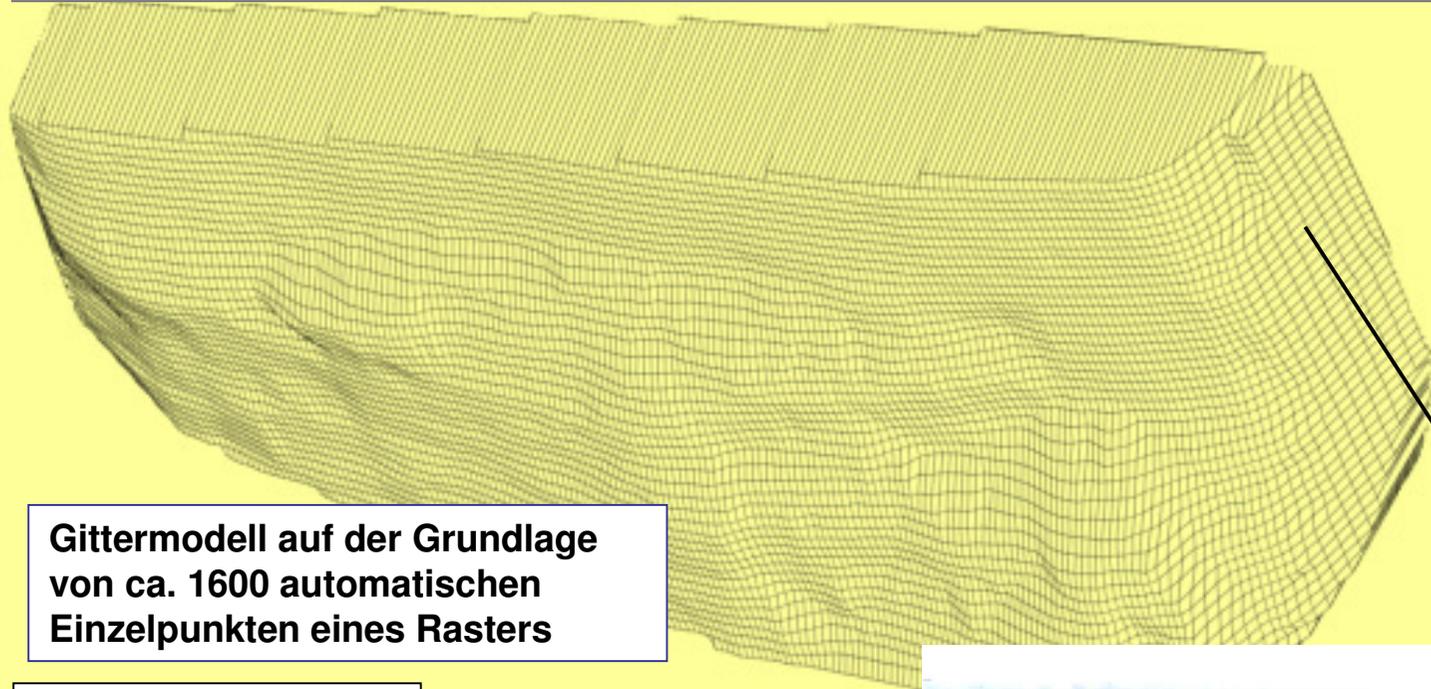


**Rot: Reale Lage des Profils**



**Vertikalschnitt zur Groborientierung  
der beiden Detailschnitte**

## Modellierung einer Mauerabbruchzone

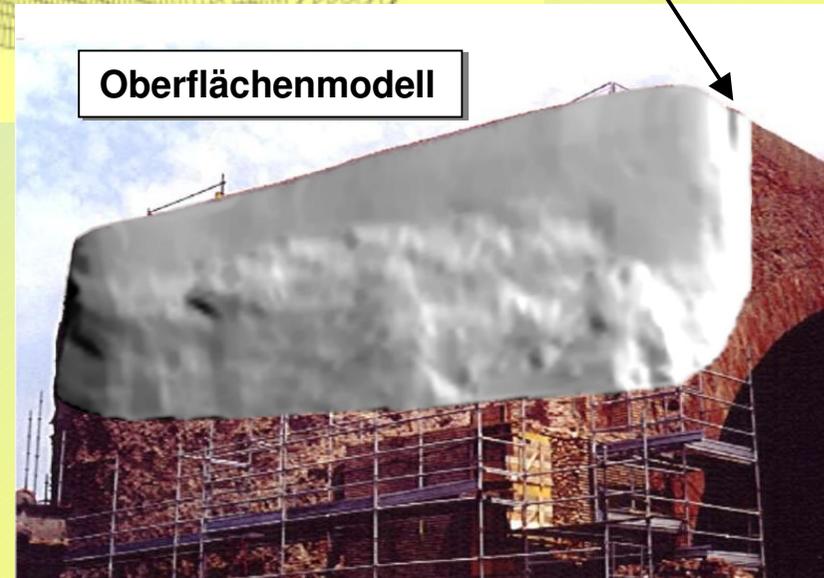


Gittermodell auf der Grundlage von ca. 1600 automatischen Einzelpunkten eines Rasters

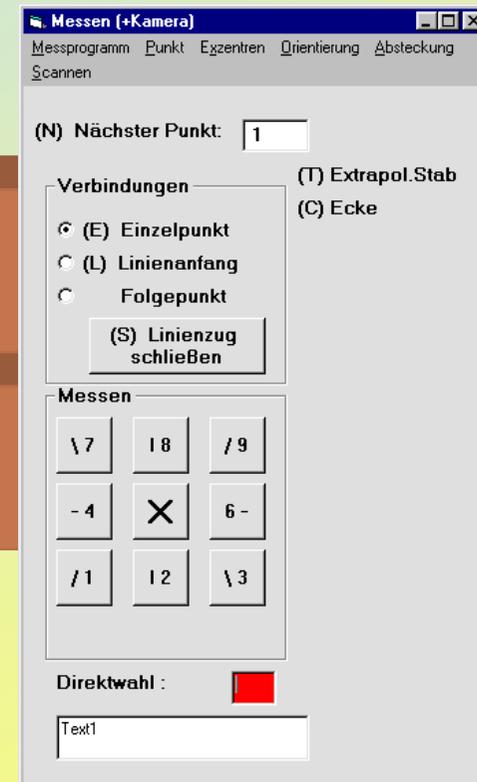
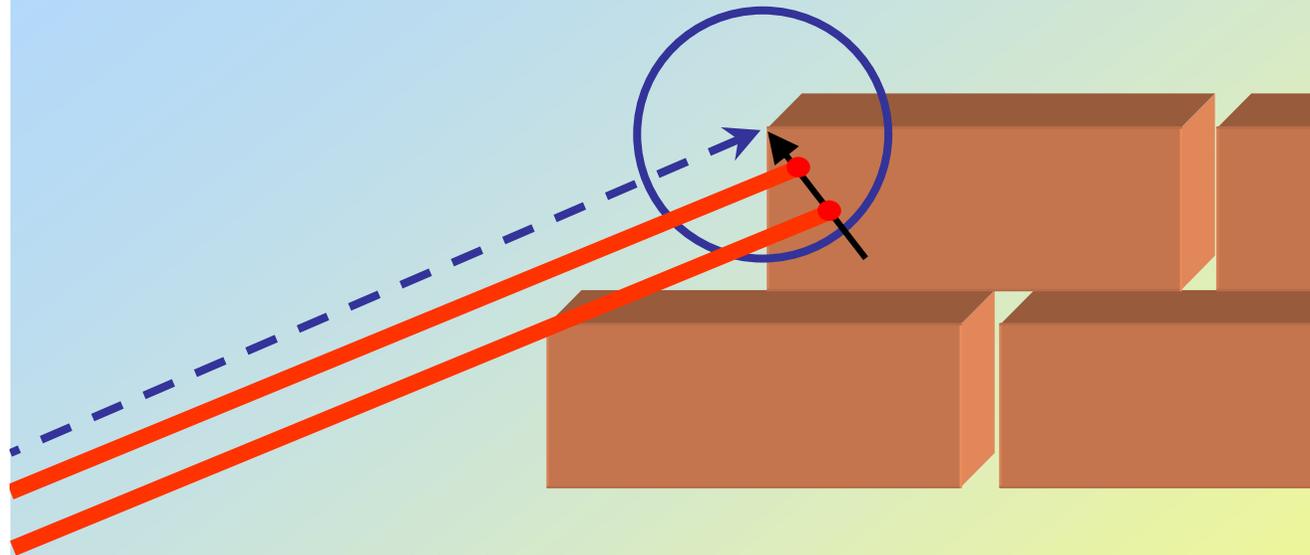
Polygonale Umfahrung des Aufnahmebereichs



Oberflächenmodell

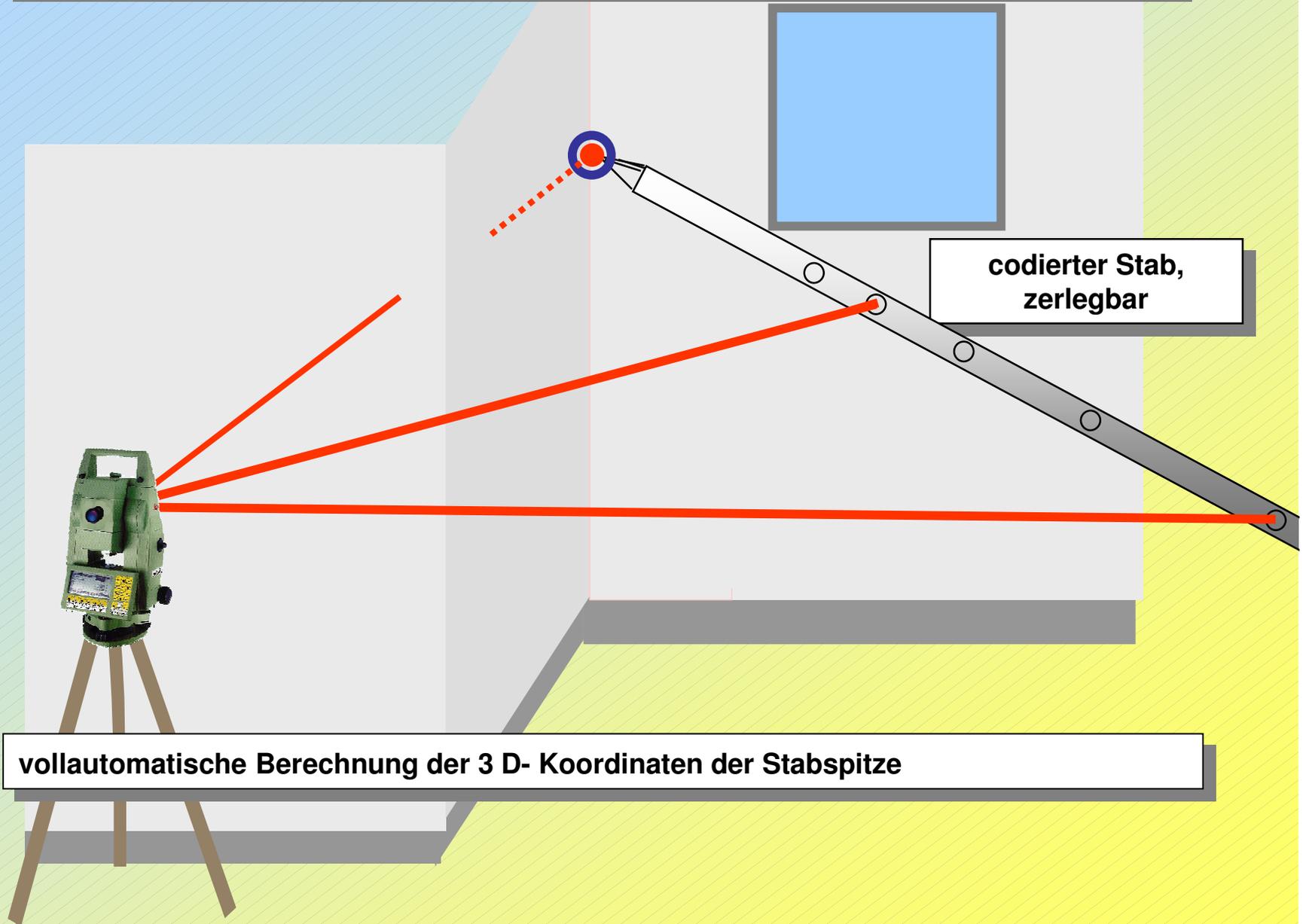


● Präzise Erfassung von Ecken und Kanten



**Eine** einzige Zielung, zwei automatische Folgemessungen -  
genaue **automatische** Bestimmung der Zielpunktkoordinaten

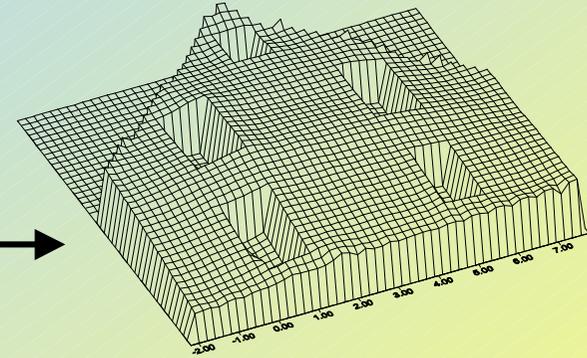
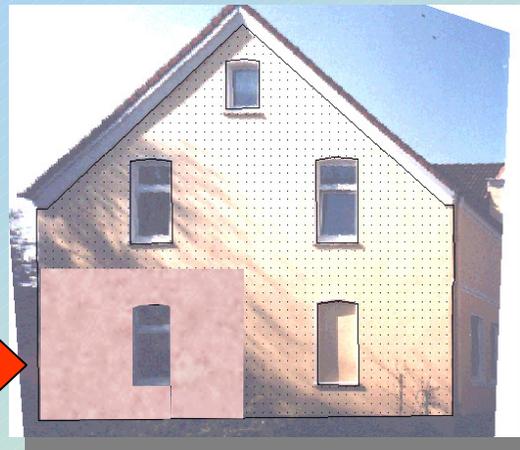
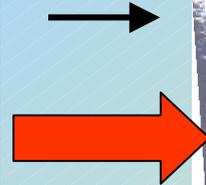
● **Extrapolationsstab zur Bestimmung verdeckter Punkte**



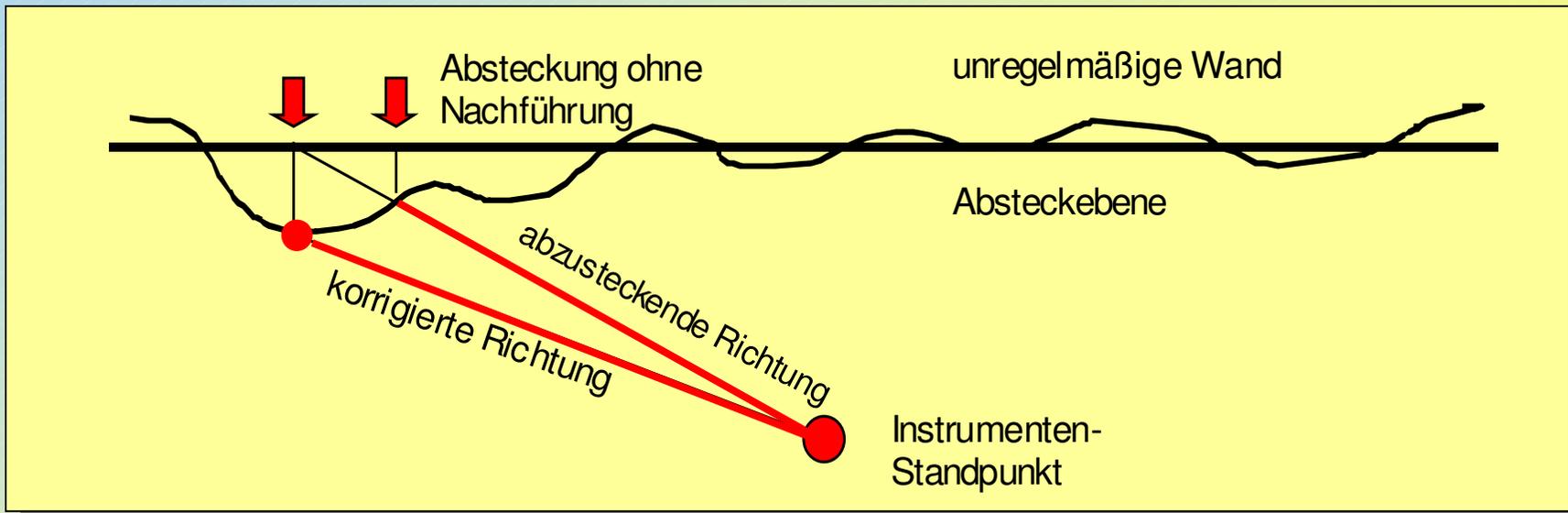
**codierter Stab,  
zerlegbar**

**vollautomatische Berechnung der 3 D- Koordinaten der Stabspitze**

● Fassadenaufnahme zur Aufbringung vorgefertigter Wärmedämmelemente



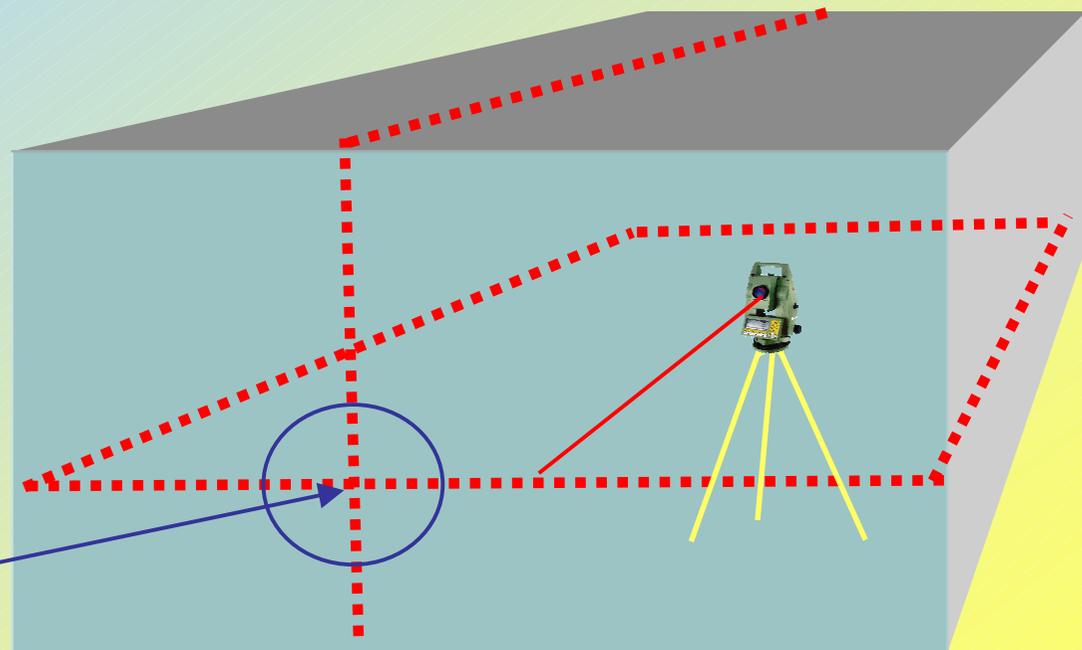
3D-Modell



## ● Absteckung nach vorberechneten Koordinaten

- Absteckung von Punkten innerhalb eines Meterrisses
- Vertikalschnitte
- schräg im Raum liegende Ebenen

- Einzelpunktabsteckung (Aufsuchen eines Punktes in einer vorgegebenen Ebene)
- Bestimmung der exakten Lage einer Kante im Profil



## ● Module

### 1. Hardware :

Robot-Totalstation plus  
handelsübliches Notebook plus  
Digitalkamera



### 2. Software :

Programmsystem **TOTAL**

Allgemeine  
Funktionen

Grafische Funk-  
tionen und  
Bildbearbeitung

Spezial-Funktio-  
nen zur Architek-  
turvermessung

**TOTAL** = Tachymetrische Objektorientierte  
TeilAutomatische  
Laservermessung

### 3. Methodik :

Entwicklung neuer Vorgehensweisen

● **Funktionen des Bildes – i.a. online, d.h. synchron zur Erfassung der Geometrie**

**Dokumentation**

**Photo**

**Archivierung/  
Protokoll**      **Arbeits-  
grundlage**

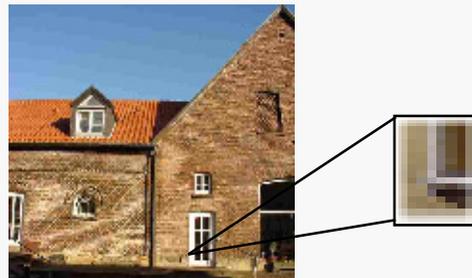


**Entzerrung und Orthophoto**

**Steuerung**

**automatisch / manuell**

**Grobsteuerung**



**Feinststeuerung**

**Autokali-  
brierungen**

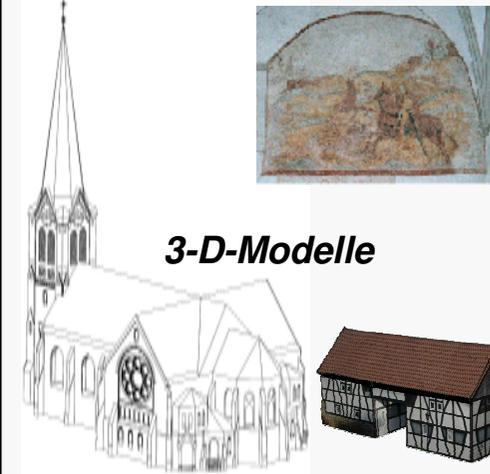


**Visualisierung**

**Panorama**



**Rektifiziertes Fresko**



**3-D-Modelle**

## ● Maßstabsgerechte Entzerrung → Orthophotos und Fassadenpläne

Korrektur der Linsenverzeichnung bei bekannten Kameras

4-Punkt-Entzerrung entweder über im Bild gemessene Strecken oder Koordinaten / 3-Punkt-Entzerrung

**Lupen**

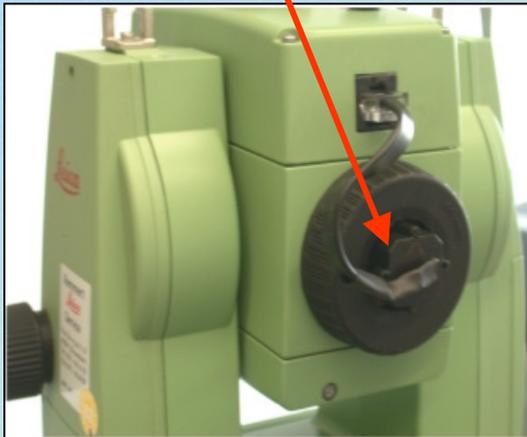
1. Die Schritte der Punktidentifizierung und der Referenzierung werden eingespart.

2. Nutzung der Kenntnis geometrischer Eigenschaften (Parallelität, Rechtwinkligkeit)

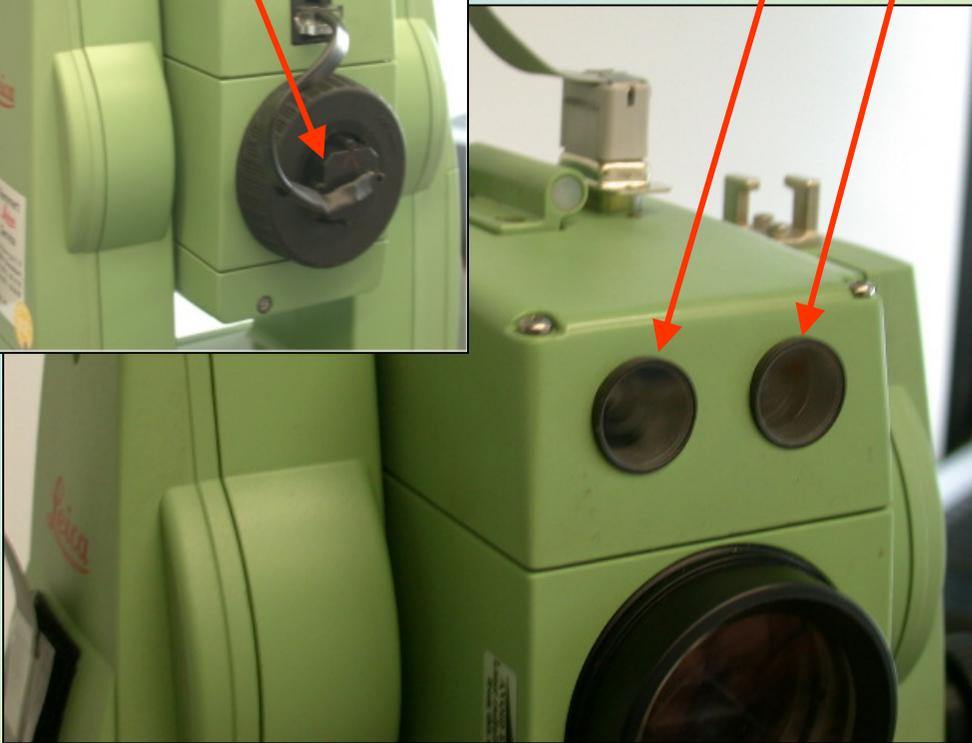
Pixel pro Meter (am Objekt) eingeben!

- **Von der Robot-Totalstation zur Video-Totalstation**  
*Zwei weitwinklige Kameras unterschiedlicher Brennweite; Okularkamera im Fernrohrgehäuse integriert; Getriebe zur automatischen, notebook-gesteuerten Fokussierung*

**Okularkamera und automatische Fokussierung**



**Weitwinkel-kameras**



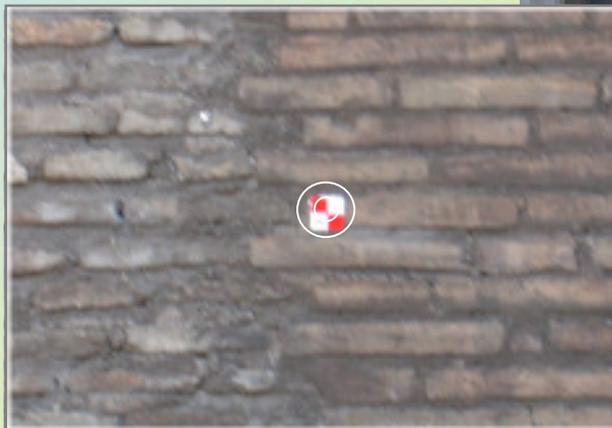
● Visuelle Steuerung über den Notebook-Bildschirm



Grobzielung



Feinzielung



Okularkamera



Weitwinkel-  
kamera

## ● Messbildarchiv - Gebrauch in der Praxis

Übersichtsbilder und Detailbild eines „natürlichen“, bauwerksimmanenten, dauerhaft koordinierten Punktes

Kein Zweifel Über die  
exakte Punktdefinition

Liste um beliebige  
Angaben erweiterbar,  
auch als DINA4-  
Ausdruck

Verknüpfung mit der  
Messung auch über  
die graphische  
Koordinatennetzdar-  
stellung

C:\Eigene Dateien\Rom\Juli2001\Max\Rohdaten\FotoPP.TP1

Punktnummer:

Rechtswert (Y):

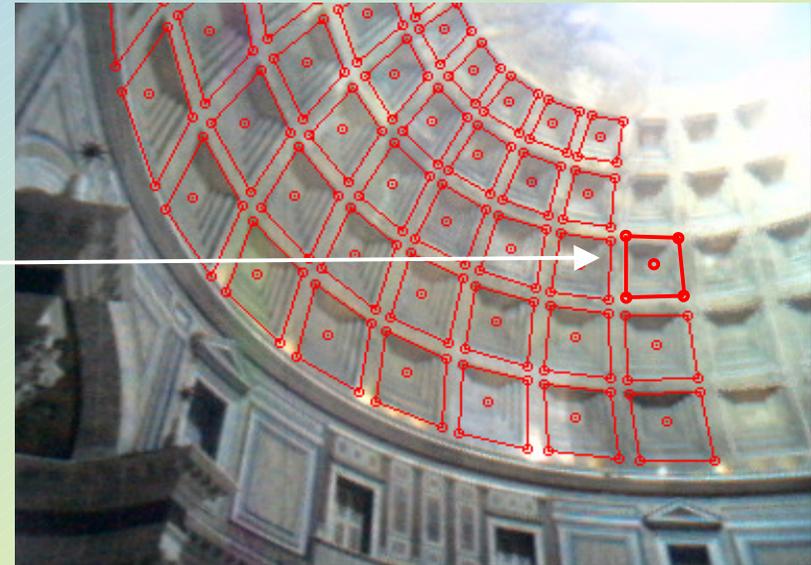
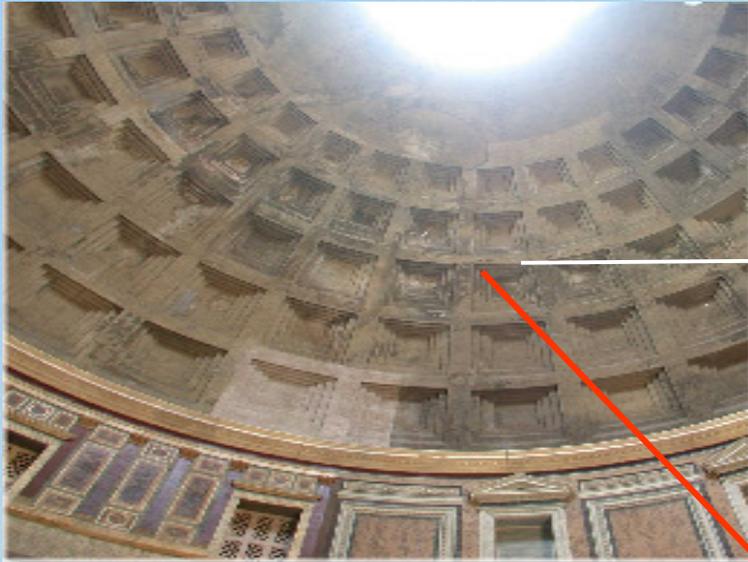
Hochwert (X):

Höhe (Z):

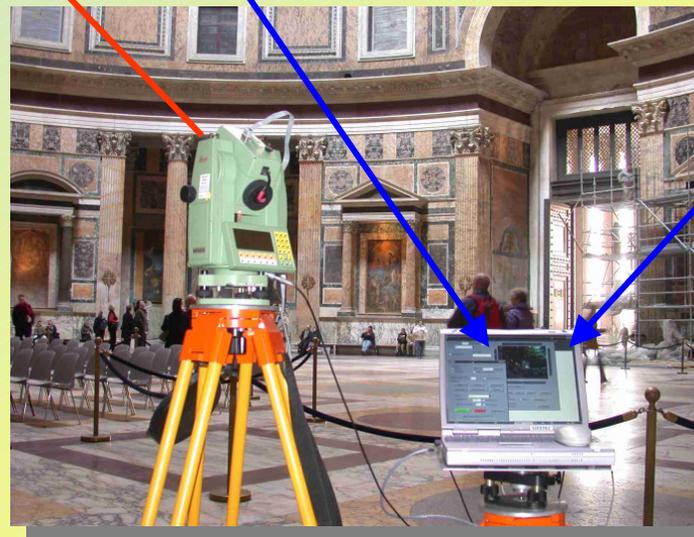
Durchblättern des Albums mit Pfeiltasten <- oder ->

146 145 48 56 55 53 58

## ● Dynamisches Messprotokoll



Fortlaufende Dokumentation der Messoperationen und Verknüpfung zu den internen und externen Bildern durch dynamische Bildhinterlegung

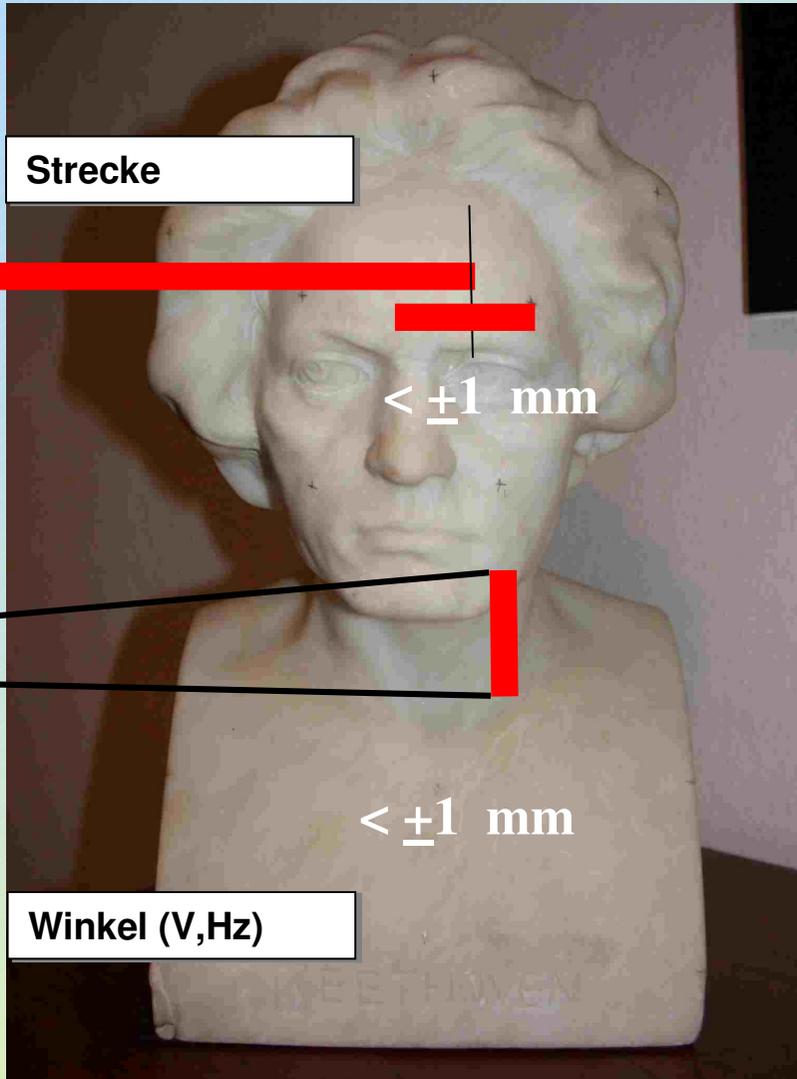


● **Nutzung der intelligenten Steuerung zum Monitoring**



**Kontrolle der Geometrie der Kuppel durch die automatische Wiederholung der gesamten Messung in kürzester Zeit (geschätzte Dauer ca. 2,5 h)**

● Erfassung kleiner Formen



Strecke

<math>< \pm 1 \text{ mm}</math>

<math>< \pm 1 \text{ mm}</math>

Winkel (V,Hz)

Auflösung:

vom Durchmesser des  
Laserflecks abhängig



Standard: 6 mm bis 12 mm  $\emptyset$   
d.h. Begrenzung der  
Auflösung auf ca. 3-5 mm

● Steigerung der Auflösung

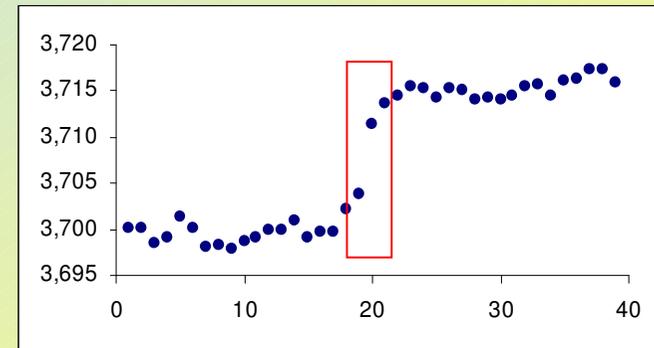
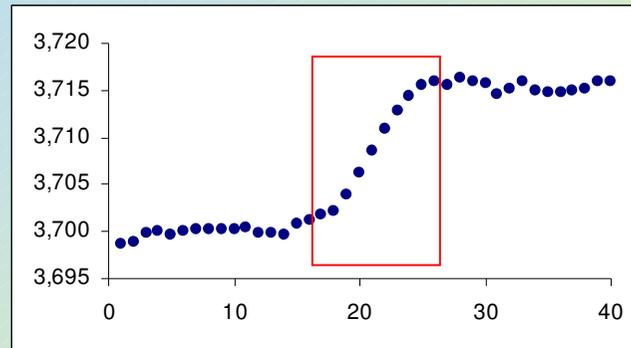
Leica-TCRM im Normalzustand



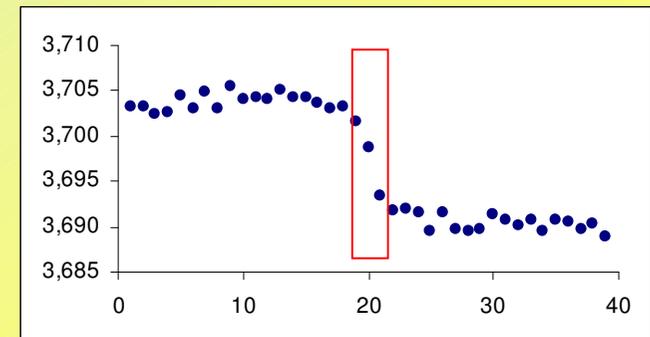
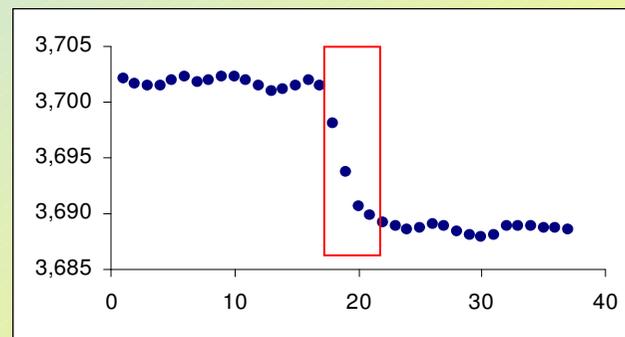
verkleinerter Fleckdurchmesser



Scan über horizontale Stufe



Scan über Vertikalstufe



Zusammenhänge stark vereinfacht

## ● Scannen von Details

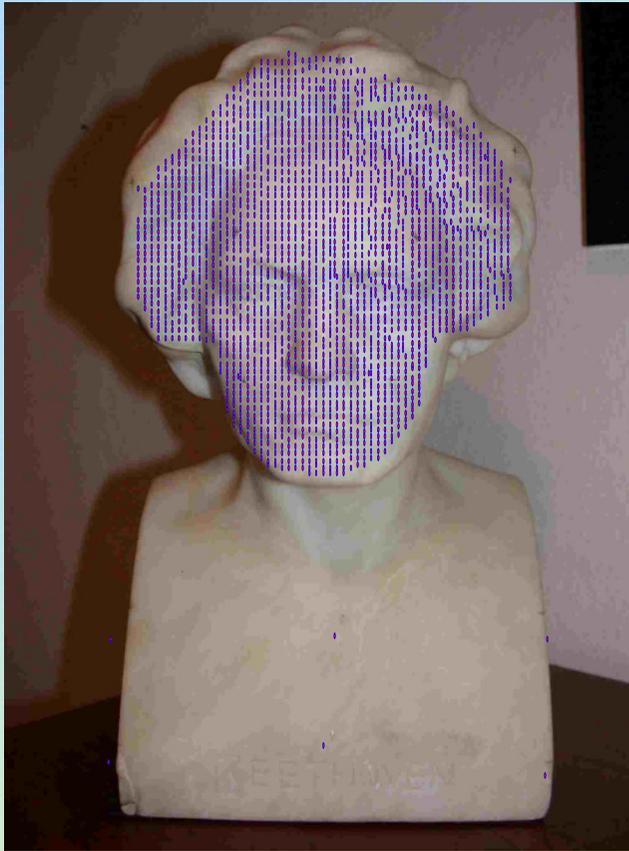
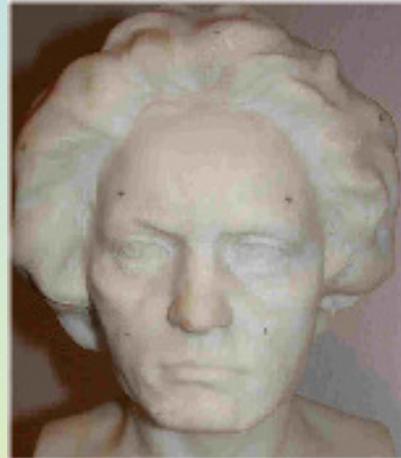


Photo mit überblendeten Einzelpunkten



Original - Photo



Oberflächenmodell  
(via Programm Surfer)



## ***Intelligentes Scannen mit elektronischen Tachymetern unter Einbeziehung von Digitalbildern***

### ***Fazit***

- 1. LS eignet sich besonders zur großformatigen Flächenerfassung, IS zur exakten Punkterfassung.**
- 2. Scannen mit Tachymeter bietet andere Möglichkeiten der Objekterfassung als LS, insbesondere bei Hinzunahme von Digitalbildern.**
- 3. IS kann LS in einigen Anwendungen ersetzen.**
- 4. LS und IS können einander ergänzen.**
- 5. Ideal wäre die Kombination und Synthese der Geräte intelligentes Tachymeter und Laserscanner.**
- 6. Technologie, Know-How und Software für das kaum eingesetzte intelligente Tachymeter sind vorhanden.**