

Projekt Nikolaikirche - Ergebnisse

Universitaet Siegen

FB 10 - Bauingenieurwesen

Fachgebiet „Praktische Geodaesie und Geoinformation“

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Monika Jarosch

Paul-Bonatz-Str. 9-11

D-57076 Siegen

Tel.: +49 (0) 271/ 740 -2146, -2144;

Fax-Uni: +49 (0) 271/ 2121



E-Mail: <mailto:jarosch@vermessung.uni-siegen.de>

<http://www.uni-siegen.de/dept/fb10/ver/>

Im Rahmen der Diplomarbeit von Frau Müsse wurde mit dem neuartigen Verfahren des „terrestrischen Laserscannings“ ein repräsentatives Objekt der Stadt Siegen – die Nikolaikirche – von innen und außen aufgenommen und 3-dimensional dargestellt.

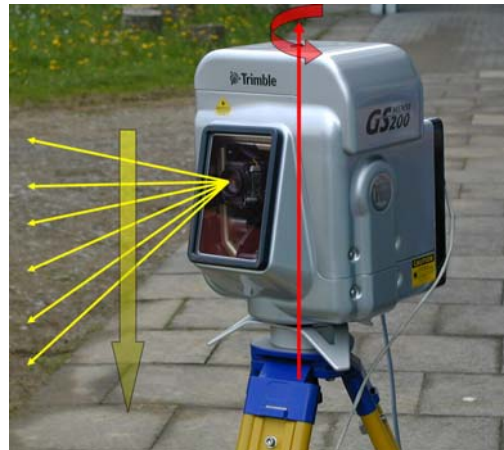
Die Aufnahme der Kirche erfolgte berührungslos mit dem Gerät „Mensi GS200“ der Firma Trimble,



welches großzügigerweise durch die Firma **3D Laser Systeme GmbH** aus Wunstorf kostenfrei als Leihstellung für die Diplomarbeit zur Verfügung stand.



Prinzipiell wird ein Objekt bei dem angewendeten Messverfahren mit einem rotierenden Laserstrahl „abgetastet“ und durch eine Reihe von Einzelaufnahmen von außen und innen erfasst.



Zur Orientierung der Einzelaufnahmen kann der Laserscanner unmittelbar zentriert und horizontalisiert über einem Festpunkt mit bekannter Lage und Höhe aufgebaut werden. Alternativ ist für den Aufbau eine beliebige – auch schräge – Aufstellung möglich. Sie bedingt allerdings die Verfügbarkeit einer ausreichenden Anzahl von Passpunkten im definierten Scanbereich.



Im Falle des horizontalisierten und zentrierten Gerätes liefert die Signalisierung und Aufnahme eines zweiten Festpunktes alternativ mit Signalkugeln oder geklebten Targets eine unmittelbar im Landessystem koordinierte Punktwolke.



Die Orientierung und Zentrierung des Gerätestandpunkts ist jedoch nicht zwingend erforderlich. Sie kann zugunsten einer beliebigen Aufstellung mit extremen Schrägsichten unter Zuhilfenahme eines Spezialstativs bei geeigneter Signalisierung von mindestens 3 umgebenden Festpunkten entfallen.



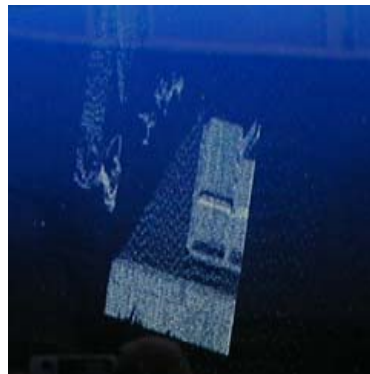
Je Instrumentenaufstellung wird eine vorbereitende Videoaufnahme des Objektes gemacht. Dies geschieht alternativ als Live-Video-Aufnahme oder in einem 180° bzw. 360°-Panoramabild. Hierin können dann nähere Angaben für den späteren Scan formuliert werden.



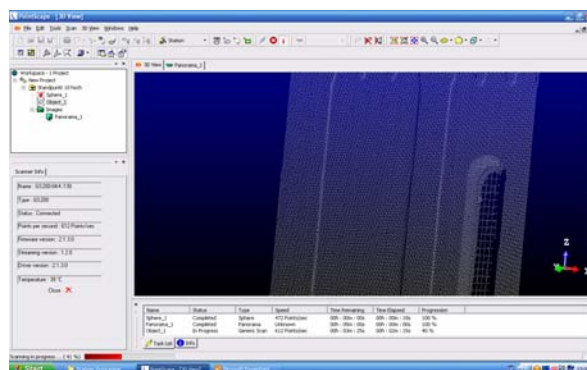
Die Definition des Scanbereichs erfolgt graphisch in der digitalen Aufnahme des betreffenden Objektes. Die Auflösung des gewählten Scanbereichs kann individuell festgelegt werden.



Jede der Teilaufnahmen liefert daraufhin eine Menge von Punkten im Raum – die „Punktwolke“.



Die „Punktwolke“ stellt das Gesamtobjekt dar und beinhaltet wie in der Abbildung exemplarisch gezeigt – ausmessbar – alle Details! außen und innen.



In der beschriebenen Weise wurde bei der Aufnahme der Nikolaikirche verfahren.



Sowohl das imposante Äußere als auch die kircheninternen Bogengänge stellten eine besondere Herausforderung für die Messung dar.



Vorbereitend für die eigentliche Laseraufnahme wurde die Nikolaikirche außen und innen mit einem Passpunktfeld bekannter Lage und Höhe versehen.



Nach geeigneter Festlegung, Markierung und Signalisierung der benötigten Passpunkte erfolgte die geodätische Aufnahme mit einer konventionellen Totalstation zur Bestimmung der Koordinaten im Gauß-Krüger-Landessystem ebenso wie der zugehörigen Punkthöhen.

Der jeweilige spezielle Charakter der Instrumentenaufstellung des Laserscanners („so hoch wie möglich“, „so schräg wie möglich“), der seltsam anmuten mag, war hierbei zwingend erforderlich, da der Begehbarkeit der unmittelbaren Umgebung der Kirche und der Gerätespezifikation als Fensterscanner (kein „über Kopf scannen“) im Innern der Kirche Rechnung getragen werden mußte.



Um beispielsweise „das Krönchen“ auf dem Turm der Kirche vollständig zu erfassen wurde das Stativ des Laserscanners maximal ausgefahren. Gleichfalls wurden für die Erfassung des Kircheninnern extreme Schrägvisuren gewählt.



Auf der Grundlage dieser Vorbereitung wurden nacheinander die festgelegten Instrumentenstandpunkte mit dem Laserscanner besetzt.



Die Auswahl des Scanbereiches in der Videoaufnahme und das Auslösen des Scans erfolgten über einen Laptop als Steuergerät. Der anschließende eigentliche Scanvorgang stellte dann eher eine Anforderung an die Geduld des Beobachters als an einen aktiven Einsatz der Beobachterin.



Die örtliche Nähe des Rathauses ebenso wie die Anliegengeschäfte der umgebenden Strassen ließen es zu, den Engpass der Stromversorgung von Laserscanner und Laptop zu überbrücken. Betont sei an dieser Stelle die allgegenwärtige Bereitschaft „eine Steckdose bereitzustellen“ für unser 50m-Verlängerungskabel. Allen Beteiligten sei hierfür unser herzlicher Dank ausgesprochen. Ohne diese Unterstützung wäre mit dem verfügbaren Equipment eine Crashaktion von 3 Tagen Beobachtungszeit für das Projekt „Nikolaikirche“ nicht möglich gewesen!



Wie sich schnell herausstellte war für das „Ein-Mann-System“ in Hinblick auf Transport und zügigen Aufbau des Equipments eine zweite unterstützende Hilfskraft unverzichtbar.



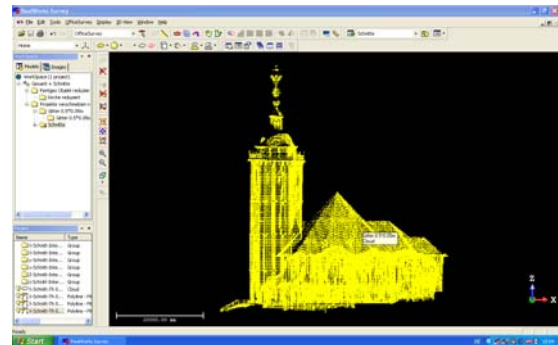
Die einzelnen Teilaufnahmen wurden im Anschluss an die Messungen vor Ort im Rahmen der Auswertung am PC zusammengesetzt. Hieraus resultierte eine 3-dimensionale Gesamtdarstellung des Objektes.

Die zusammengesetzte Gesamt-Punktwolke von ca 50 Millionen Einzelpunkten wurde zur Verbesserung der Performance auf einem Standard-Laptop auf ein Punktegitter (0,5*0,5 m) ausgedünnt. Sie liefert bereits ohne jede weitere Bearbeitung in Form einer nachgeordneten Modellierung eine beeindruckende Darstellung des aufgenommenen Objektes.

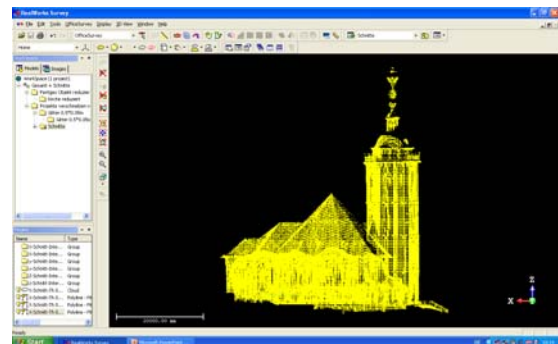
Werden die aufgenommenen Punkte zusätzlich mit den „echten“ Farben der Videoaufnahme versehen, so erreicht die Punktwolke annähernd die Qualität eines digitalen Bildes. Ihre herausragende Eigenschaft ist die bereits zu diesem Zeitpunkt der Auswertung vorliegende volle metrische Ausmessbarkeit!

Die virtuelle „Begehung“ der Punktwolke aus beliebigen Blickwinkeln ist einzigartig und vollständig beliebig ohne jede Einschränkung möglich.

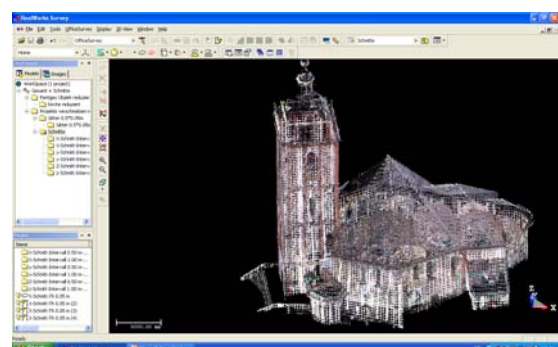
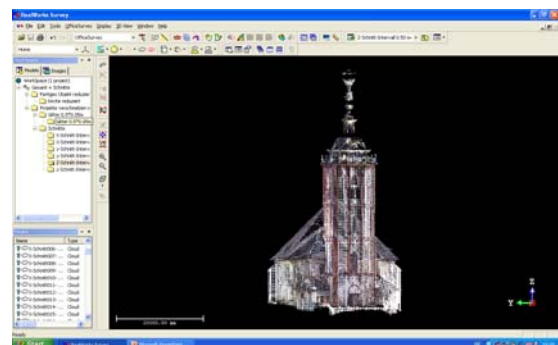
Front



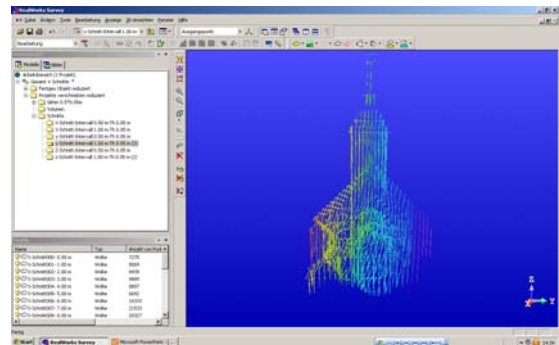
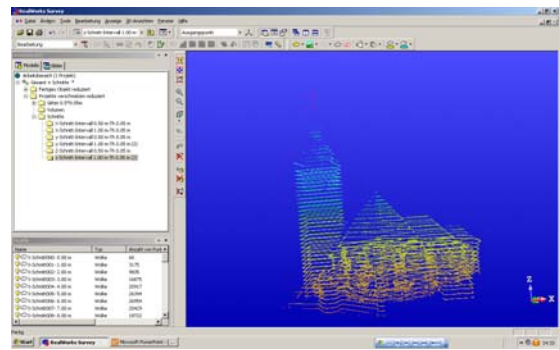
hinten



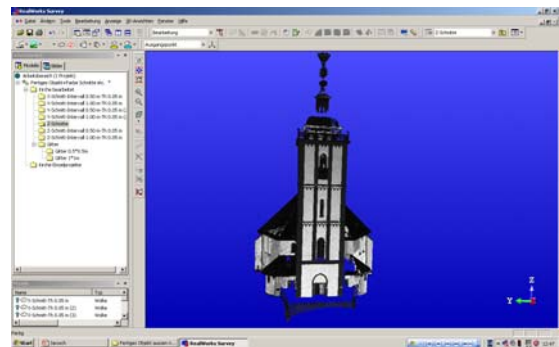
True colour



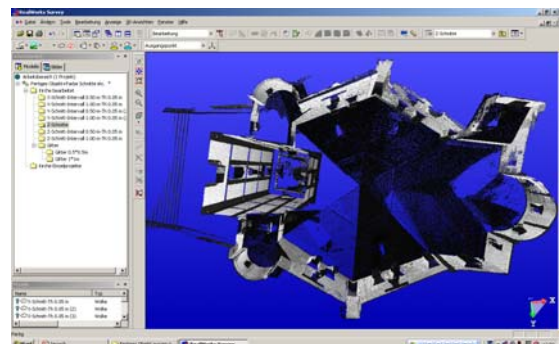
Horizontale und vertikale Schnitte können bedarfsorientiert definiert werden und lassen den konventionellen „Meterriss“ der Handaufnahme bescheiden wirken.



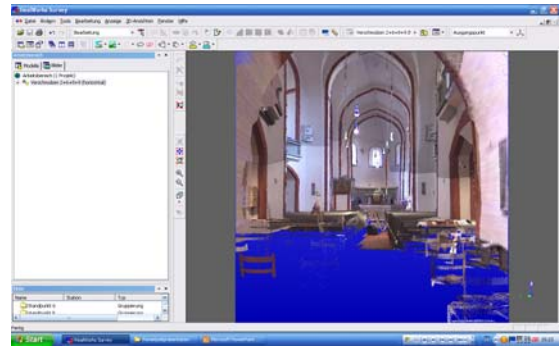
Die Echtfarbendarstellung der Punktwolke übertrifft in seiner Flexibilität und Aussagekraft jedes analoge oder CAD-gestützt erzeugte Modell.



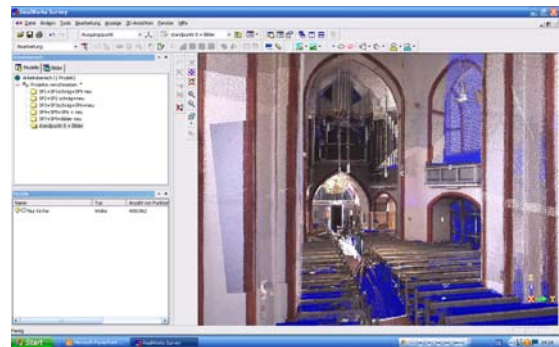
Die gewonnen Einblicke in das Objekt sind ungewöhnlich und reizvoll!



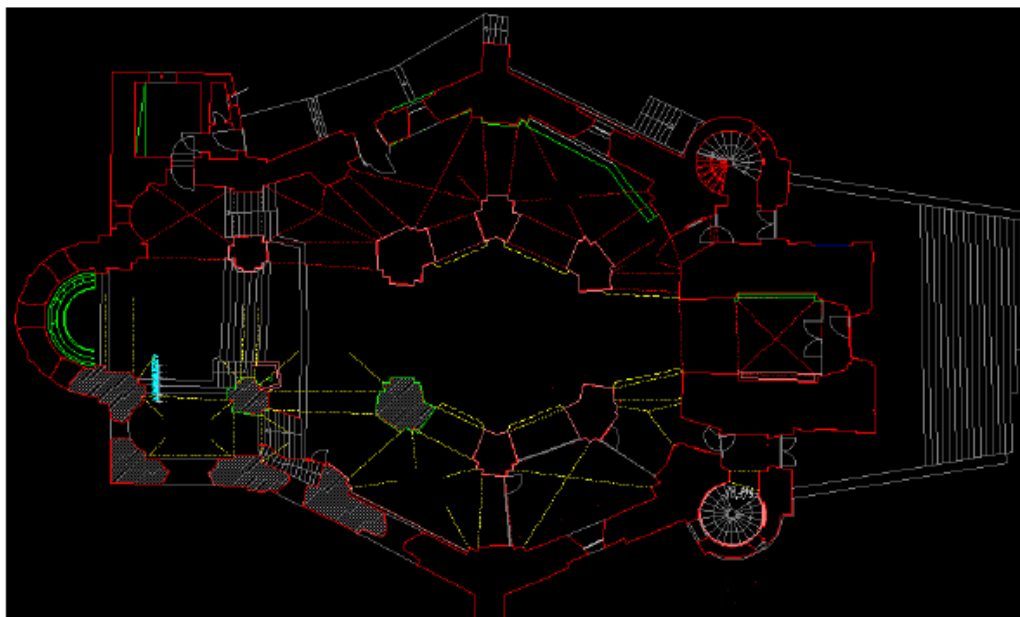
Der Charakter der Schrägaufnahme im Kircheninnern lässt deutlich die eingeschränkte Eignung des gewählten Scannertyps für Innenraumbereiche erkennen. Der Einsatz eines Panoramascanners hätte den erforderlichen Aufbau- und Messaufwand erheblich reduziert und die gebäudeinterne Messung dementsprechend beschleunigt!



Dessen ungeachtet sind die Ergebnisse erstaunlich und in direkter Gegenüberstellung zu einem ebenfalls erfolgtem Handaufmaß eines Meterrisses identisch.



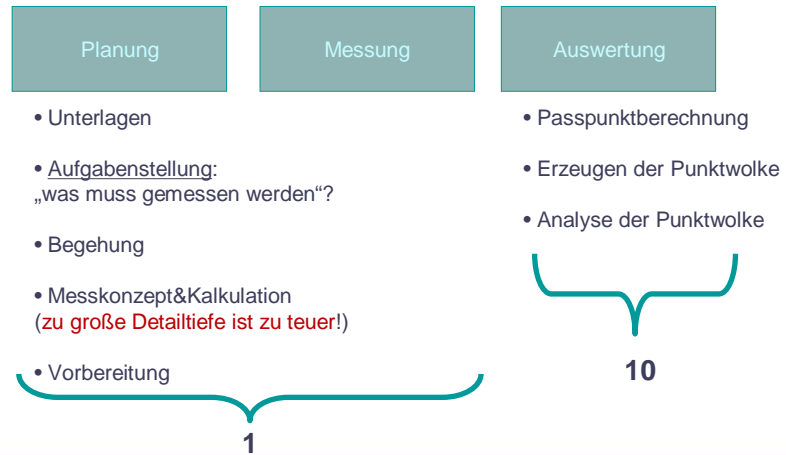
Die **Besonderheit des Verfahrens „terrestrisches Laserscanning“** liegt in der Reduktion der Messzeit am Objekt auf ein Minimum (konventionell: Wochen → Laserscanning: 1-2 Tage), der Minimierung des „Messtrupps“ auf eine (ggf. 2) Person(en) und der optimalen Detailtreue der Aufnahme.



Die AutoCAD-Zeichnung (M.Wirths, Studenten des FB9-Architektur) des erzeugten (2)m-Risses eines Handaufmaßes wird im weiteren dem entsprechenden horizontalen Schnitt der Punktwolke gegenübergestellt.

Der Hauptaufwand verlagert sich auf die heimische „Nachbereitung“ am PC, dh. Zusammensetzen und Interpretation der Punktwolke. Es ergibt sich in der direkten Gegenüberstellung annähernd ein Verhältnis von 1:10 zwischen örtlicher Messung und heimischer rechnergestützter Auswertung.

Messablauf

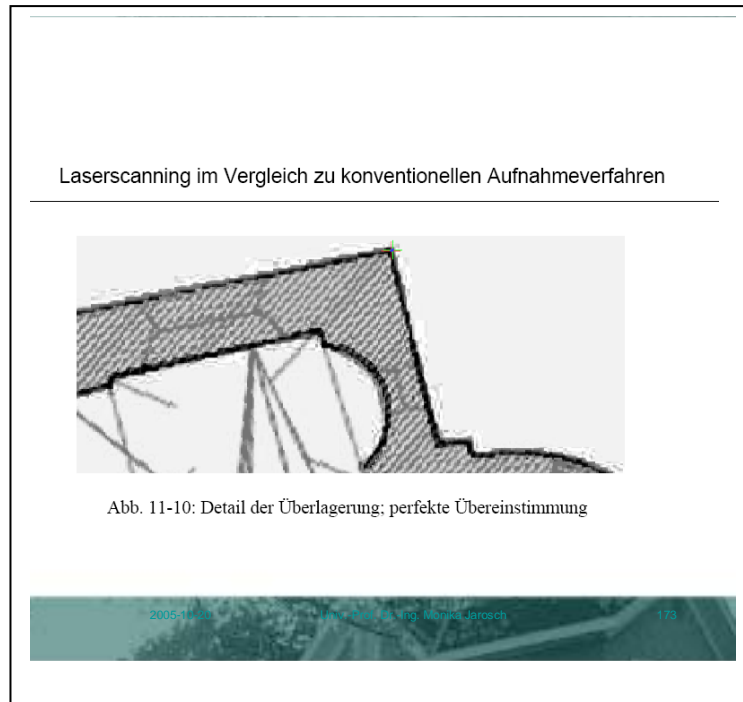


Der direkte Vergleich des Aufwandes in Stunden fällt unter dem Aspekt der vollständigen metrischen Auswertbarkeit des gesamten Baukörpers eindeutig zugunsten des Laserscannings aus!

Vergleich der Aufwände: Handaufmaß - Laserscan

Handaufmaß	Laserscan
1 Gruppe à 3 Studenten – Tachymeter: 35h/Person Messung 4 Gruppen à 3 Studenten – Disto: 25h/Person Messung = 3*35h + 12*25h = 405h	Lasermessung: 1 Studentin 1T à 7h + 3T à 15h = 52h (Zusätzlich 1 Hilfskraft) Netzbeobachtung: 2*8h = 2*52h + 2*8h = 120h
Je Gruppe 27h Auswertung: CAD-Darstellung des Schnittes =15*27h=405h	1 Studentin – 7 Wochen Auswertung: Ermittlung der Punktwolke ohne Modellierung! =7*5*8h=280h
Insgesamt 810h Für 1 Schnitt ...	Insgesamt 400h Für n Schnitte und beliebige Maße ...

Die Überlagerung der Grundrisse auf der Höhe des (2)m-Risses zeigt den Grad der Übereinstimmung an zugänglichen Stellen. Dick schwarz dargestellt wird das Ergebnis des Laserscannings für den 2m-Riss, grau gestrichelt hinterlegt ist das Auswertungsergebnis des Handaufmaß.



Auftretende Abweichungen sind unmittelbar durch vorgelagerte Objekte zu erklären, die vor dem Laserscan nicht entfernt wurden, so beispielsweise das Holzmodell der Kirche oder auch aufgestapelte Gesangbücher.



Der Hauptaufwand verlagert sich auf die heimische „Nachbereitung“ am PC, dh. Zusammensetzen und Interpretation der Punktwolke.

Das Ergebnis der Messung kann schon als zusammengesetzte Punktwolke beliebig von allen Seiten am PC betrachtet und „ausgemessen“ werden.

Das aus der Punktwolke abgeleitete Modell tritt in der virtuellen Welt des PCs an die Stelle hölzerner Modelle von gestern und heute. Seine Flexibilität ist unübertroffen, der

Wirkungsgrad in Form einer animierten Darstellung kaum abzuschätzen und der Verbreitungsgrad im Internet grenzenlos.

Wer sich der Mühe der punktweisen Aufnahme zur vollständigen Erfassung eines Objektes bewusst ist wird von Methode und Ergebnis des beschriebenen Verfahrens begeistert sein!

Wir danken dem Presbyterium der Nikolaikirche für die Erlaubnis, die Nikolaikirche in das Zentrum der Aufmerksamkeit einer virtuellen Darstellung Siegens rücken zu lassen und eine einzigartige Dokumentation „anno 2005“ zu ermöglichen. Insbesondere gilt unser Dank dem Küster, Herrn Frankowski, der unsere Aktivitäten um und in seiner Kirche mit bewundernswerter Geduld toleriert und aktiv unterstützt hat.

Über die erzeugte Punktwolke hinaus ist eine umfangreiche Bilddokumentation der Nikolaikirche entstanden, die in Kürze im Internet präsentiert wird!

Monika Jarosch.
25.11.2005