
Vermessung und Datenverarbeitung in der Archäologie

Thorsten Hedfeld, Walter Rocholl u. Uwe Schoenfelder

1. Einleitung

Der Einsatz der elektronischen und graphischen Datenverarbeitung ist aus dem modernen Vermessungswesen nicht mehr wegzudenken. Bei der großen Anzahl von anfallenden Daten ist die manuelle Bearbeitung, wie Meßwerterfassung, Koordinatenberechnung und Kartierung, nicht mehr zeitgemäß. Mit den Hilfsmitteln der graphischen Datenverarbeitung kann die Bearbeitungszeit erheblich verkürzt und der Zugriff auf verschiedene Datenbereiche erleichtert werden. Insbesondere die Herstellung thematischer Karten erfordert, aus der Vielzahl der Meßwerte die notwendigen herauszufiltern und darzustellen, um eine Karte für den jeweiligen Zweck schnell und elegant variieren zu können.

Besonders spezielle Anwendungsgebiete, wie die Archäologie, können von diesem Datenzugriff profitieren. Hier sind häufig topographische Karten notwendig, um einen Überblick über das Gelände und seine Oberflächenstrukturen zu erhalten. Diesen Überblick erzielt man in der Kartenherstellung mit Höhenlinienplänen, Längs- und Querprofilen. In der Graphischen Datenverarbeitung sind zusätzlich räumlich wirkende Geländedarstellungen möglich. Ausgewählt wurde ein bislang undatierter und undokumentierter Abschnittswall auf dem "Kaiserberg" in Duisburg, der spornartig in Richtung auf den ehemaligen Zusammenfluß von Rhein und Ruhr verläuft.(1)

Die Anlage selbst erstreckt sich in Ost-West-Richtung auf einer Länge von ca. 160 m die Anhöhe hinab mit einem starken Gefälle. Der "Kaiserberg" (78,33 m NN), besteht aus gefalteten karbonischen Gesteinen, die von feinsandigen und tonigen Schichten des Tertiärs ummantelt werden. Diese bequem erreichbaren Tonsedimente baute man wahrscheinlich schon seit vor- und frühgeschichtlicher Zeit ab. Kiese und Sande des Quartärs (ab jüngerer Hauptterrasse als Ablagerungen des Rheins) bilden neben rezenter Bodenbildung den Abschluß.

Das Gebiet um den Kaiserberg ist nachweisbar seit dem Mesolithikum bis ins Mittelalter besiedelt worden. Bei der Wallanlage kann es sich u.a. um einen mit den großen bronze- und eisenzeitlichen Grabhügelgruppen Duisburgs in Zusammenhang stehenden Komplex handeln. Möglicherweise gehörte er aber auch zu der mittelalterlichen Landwehr.

Der aus sandigem Kies aufgeschüttete Wall besteht im oberen Teil aus einer Wallkrone, einer Berme und einem Graben, die nicht überall gleichmäßig gut zu erkennen sind. Ebenfalls im oberen Teil ist vielleicht eine Torsituation zu vermuten. Eine Berme ist im unteren Teil nicht mehr vorhanden (Abb.1;2).

2. Örtliche Arbeiten

Um das Zusammenwirken von Vermessung, Datenverarbeitung und Archäologie zu erproben, wird im Herbst 1990 ein Geländeabschnitt mit einem modernen terrestrischen Meßverfahren aufgemessen und die Ergebnisse mit Hilfe der graphischen Datenverarbeitung dokumentiert. Das Ergebnis soll eine Karte sein, die eine Grundlage für spätere eventuelle Grabungen ist und die eine Interpretation der Geländestrukturen ermöglicht.

Die Geländeaufnahme erfolgt im Polarverfahren mit einem elektro-optischen Tachymeter, wobei die anfallenden Meßwerte (Horizontalrichtung, Zenitdistanz und Schrägentfernung) zusammen mit Punktinformationen (Punktnummer, Punktart) in einem elektronischen Feldbuch aufgezeichnet werden. Als Instrumente kommen dabei ein Tachymeter ZEISS ELTA3 und das Registriergerät ZEISS REC500 zum Einsatz (Abb. 3). Die Aufzeichnung der Daten erfolgt in folgendem Format:

```
1 05 00000 15081990
2 10 01715 200 01979
3 13 00000 200 01978      D 144.145 Hz 293.6848 V 100.3344
4 20 01423 201 00001      D  28.104 Hz 363.2544 V  89.6910
5 ...
```

Die erste Zeile ist eine Kommentarzeile (Code 05) und beinhaltet hier das Aufnahmedatum (15.08.1990). Diese Zeile bleibt bei der Koordinatenberechnung unberücksichtigt. In der zweiten Zeile ist die Punktnummer (01979) des Standpunktes (Code 10) abgelegt. Die Instrumentenhöhe über dem Punkt ist mit 1.715 m gespeichert. Der Punkt hat die Punktart 200 (= Festpunkt). Um den Teilkreis des Theodoliths zu orientieren, muß vor der Beobachtung von Neupunkten ein koordinierter Punkt angezielt werden (Code 13). In diesem Fall ist das der Punkt 01978, zu dem eine Horizontalrichtung von 293.6848 gon gemessen wurde (Zeile 3). Die Schrägentfernung (D) beträgt 144.145 m, die Zenitdistanz (V) 100.3344 gon. Die neu aufgemessenen Geländepunkte sind mit dem Code 20 gekennzeichnet. Nach dem Code folgt die Höhe des Reflektors über dem Punkt (1.423 m), die Punktart (201 = Geländepunkt) und die Punktnummer (00001). Zu dem Reflektor über dem Geländepunkt wurde eine Schrägentfernung von 28.104 m in der Richtung 363.2544 gon gemessen. Die Zenitdistanz betrug 89.6910 gon.

Die örtlichen Arbeiten lassen sich ohne Schwierigkeiten von einem kleinen Meßtrupp aus zwei Personen durchführen. Da das manuelle Dokumentieren der Meßwerte in einem Feldbuch entfällt und die modernen Distanzmeßgeräte sehr schnell arbeiten, kann eine große Punktzahl in relativ kurzer Zeit aufgemessen werden. Die anspruchvollste Arbeit ist dabei nicht das Messen selbst, sondern die richtige Auswahl der aufzumessenden Geländepunkte. Die Punktauswahl muß immer ein Kompromiß aus Wirtschaftlichkeit und der Genauigkeit der späteren Geländewiedergabe sein.

3. Häusliche Bearbeitung

Die registrierten Meßwerte werden später über die serielle (V24) Schnittstelle zu einem Personal-Computer übertragen. Anhand der Bearbeitungs-codes (05; 10; 13; 20) können die dreidimensionalen Koordinaten der Geländepunkte mit einem selbständig arbeitenden Programm gerechnet und in eine sequentielle Datei geschrieben werden. Bei der manuellen Feldbuchführung müßten die Meßwerte der einzelnen Punkte in den Rechner eingegeben und später kontrolliert werden. Bei dem automatisierten Datenfluß entfallen diese zeitraubenden und fehlerträchtigen Arbeiten.

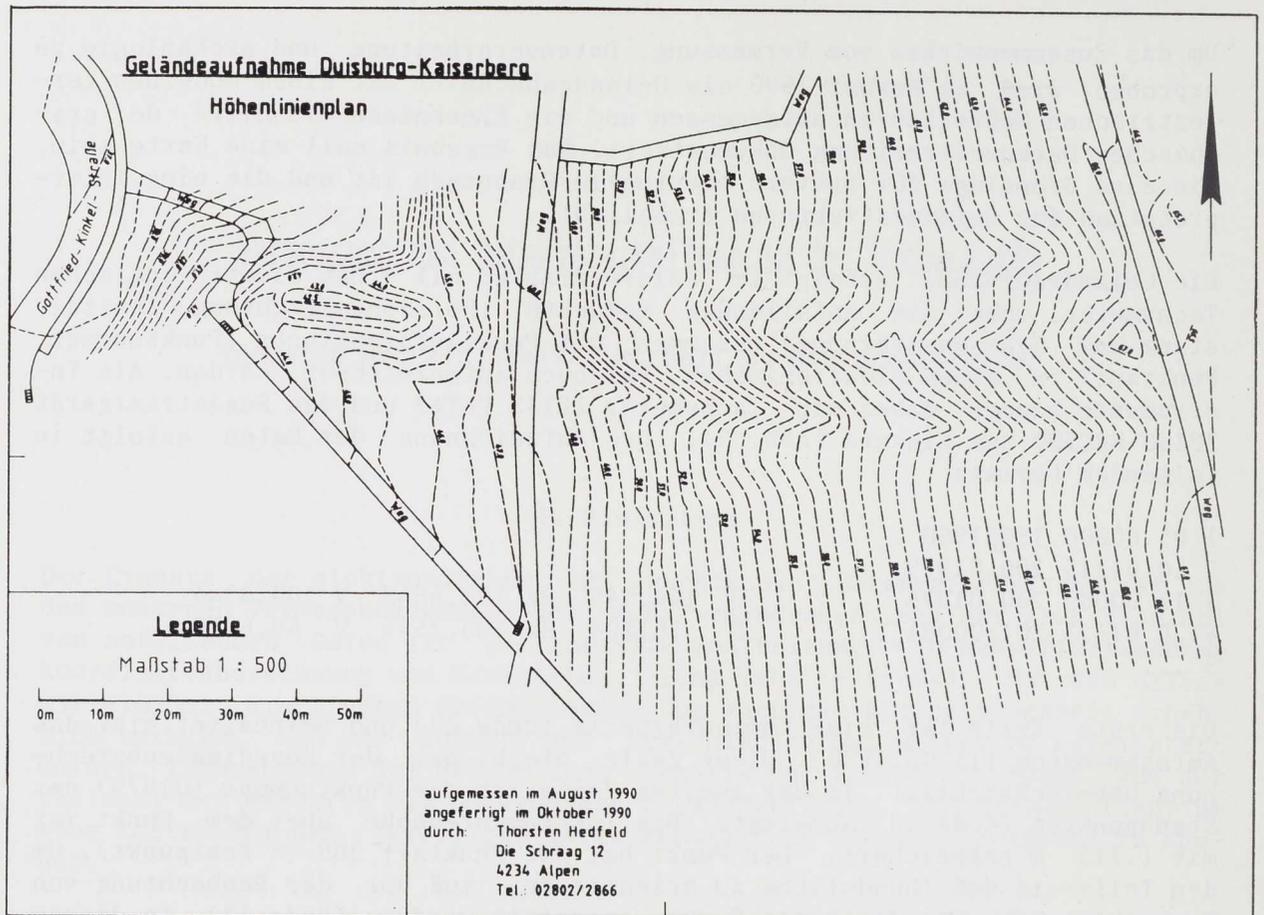


Abb. 1 Geländeaufnahme Duisburg-Kaiserberg. Höhenlinienplan.

Nach der Koordinatenberechnung werden die Geländepunkte in das Zeichenprogramm übernommen. Als CAD-Programm (Computer Aided Drawing) steht das Programm GEO-graf der Firma HHK in Braunschweig zur Verfügung. Es handelt sich dabei um ein Programmpaket, aus dem sich der Anwender die für ihn erforderlichen Module auswählen kann. Das Grundmodul beinhaltet die Möglichkeit, Punktsignaturen, Linienverbindungen, Texte, Schraffuren, Böschungssignaturen und Kreisdarstellungen zu erzeugen. Für die Darstellung von Geländeaufnahmen sind außerdem die Module Digitales Geländemodell und Profilzeichnen erforderlich. Die Erweiterungen zur Konstruktion von Punkten oder zur Digitalisierung ermöglichen die Berechnung von Punktkoordinaten im Zeichenprogramm selbst, was bei einer Geländedarstellung allerdings nicht unbedingt erforderlich ist.

Die Mindestanforderungen an die Hardware sind recht gering: GEO-graf ist auf allen IBM-kompatiblen Personal-Computern lauffähig, die mindestens 512 kByte Hauptspeicher, eine Festplatte und eine Graphikkarte besitzen. Gesteuert wird das Programm mit Hilfe einer Maus. Sollen mit dem Programm auch größere Projekte zügig und komfortabel bearbeitet werden, sollte der

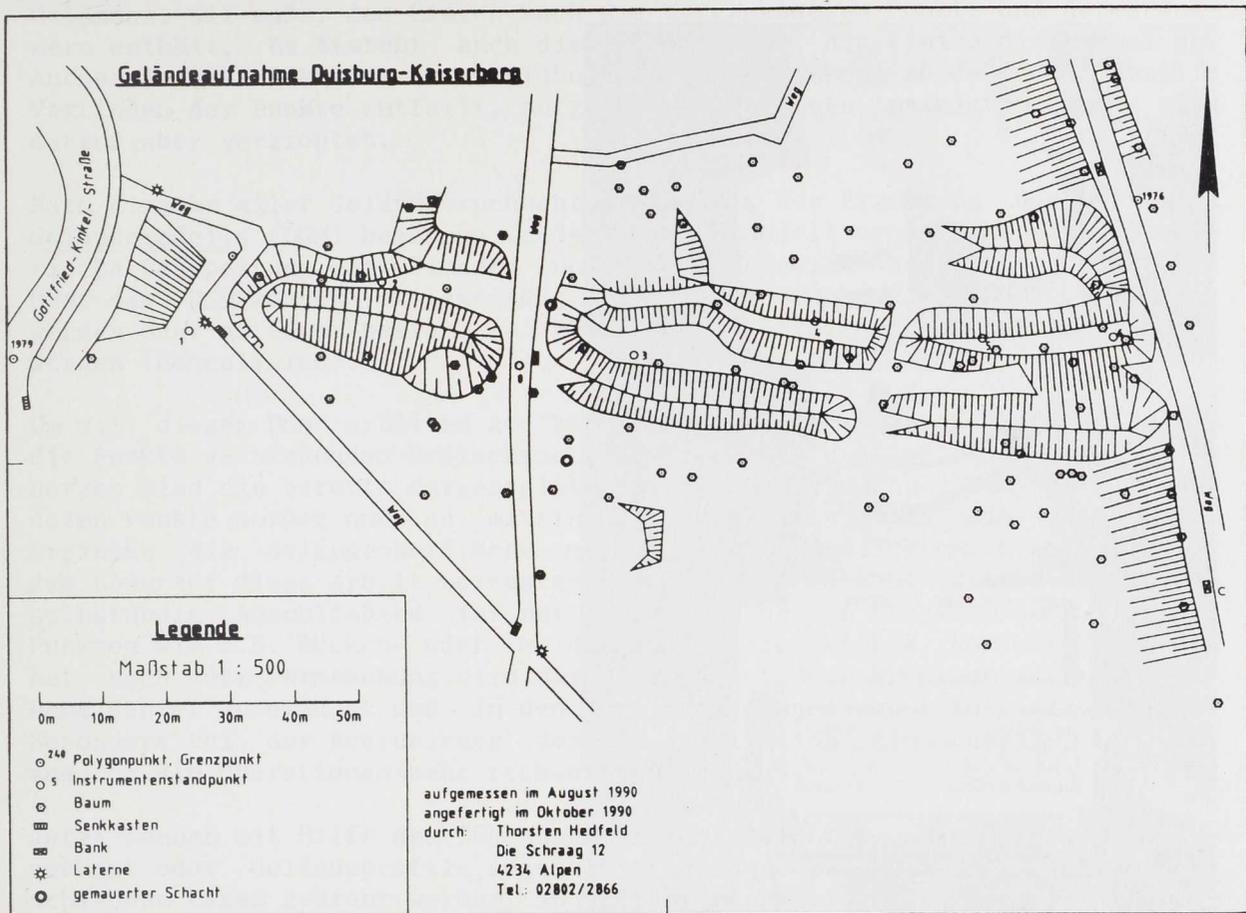


Abb. 2 Geländeaufnahme Duisburg-Kaiserberg.

Computer besser ausgestattet sein. Vor allem der Bildaufbau kann durch einen schnellen Rechner mit einem 386er Prozessor stark beschleunigt werden. Zur leichteren Identifikation der Zeichnungsteile empfiehlt sich ein Color-Monitor mit Farbgraphikkarte. Sollen die Zeichnungen auf Papier gebracht werden, ist außerdem ein Plotter notwendig. Es ist allerdings auch möglich, die Zeichnungen in einfacher Qualität auf einem Matrixdrucker auszugeben oder über den Datenträger Diskette auf einem fremden Plotter zu zeichnen.

Das angegebene Projekt wird auf einem Rechner mit 386er Prozessor, Koprozessor, 2 MByte Hauptspeicher, 40 MByte Festplatte und zwei Diskettenlaufwerken bearbeitet (Abb. 4). Zusätzlich stehen ein VGA-Monitor, eine Maus, ein 24-Nadeldrucker und ein A3-Flachbrettplotter zur Verfügung. Diese Hardware-Konfiguration zeigt sich den Anforderungen voll und ganz gewachsen. Der Bildaufbau dauert auch bei einer großen Anzahl von Bildelementen nie unangenehm lange. Auch der ROLAND-Flachbrettplotter DXY 980 A liefert mit entsprechendem Stiftmaterial sehr saubere Zeichnungen. Nur die Zeichenfläche ist mit 38 x 27 cm für DIN-A3-Darstellungen zu klein.

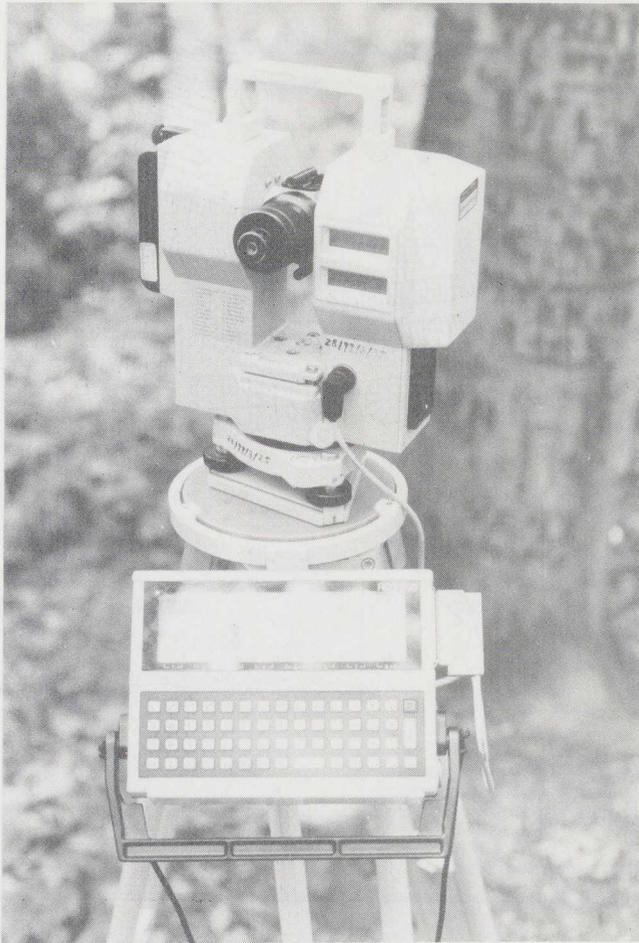


Abb. 3 Zeiss Elta3 und Rec5000.



Abb. 4 Hardware.

Nach der Übernahme der Punktkoordinaten aus der sequentiellen Datei und der Eingabe von Anzeigeparametern, wie z.B. Maßstab, Zeichnungsgröße, können die Punkte auf dem Monitor angezeigt werden. Durch Anklicken mit der Maus werden nun die entsprechenden Punkte mit Linien verbunden und so Wegränder und Böschungskanten dargestellt. In einer Zeile oberhalb der Zeichnung wird der jeweils ausgewählte Punkt mit seiner Nummer und seinen Koordinaten angezeigt, so daß keine Identifizierungsfehler auftreten können. Die Grundlage der Punktverbindungen ist eine im Felde angefertigte Freihandskizze des

Geländes, die außer den Linien auch die aufgemessenen Punkte und deren Nummern enthält. Es besteht auch die Möglichkeit, die Linien direkt bei der Aufmessung im elektronischen Feldbuch zu registrieren, so daß das manuelle Verbinden der Punkte entfällt. Aufgrund der geringen Anzahl von Linien wird darauf aber verzichtet.

Nach Eingabe aller Geländebruchkanten kann mit der Erzeugung des Digitalen Geländemodells (DGM) begonnen werden. Dieses Modell ermöglicht eine rechnerische Bearbeitung des Geländes und die Interpolation von neuen Punkten. Über das DGM können zu lagemäßig festgelegten Punkten die Höhen ermittelt werden oder zu einer bestimmten Höhe alle betreffenden Punkte berechnet werden (Höhenlinien).

Um mit diesem DGM arbeiten zu können, wird das gesamte Gelände mit einem die Punkte verbindenden Dreiecksnetz überdeckt. Grundlage dieses Dreiecksnetzes sind die bereits dargestellten Bruch- bzw. Böschungskanten. Alle anderen Punkte werden nun so miteinander verbunden, daß die entstehenden Dreiecke die Geländeoberfläche möglichst gut wiedergeben. GEO-graf nimmt dem Benutzer diese Arbeit weitestgehend ab und vermascht das Geländemodell selbständig. Anschließend ist nur zu prüfen, ob das Programm an kritischen Punkten wie z.B. Rücken- oder Muldenlinien die Punkte korrekt verbunden hat. Nach der Vermaschung wird das Dreiecksnetz vom Programm auf geometrische Fehler untersucht und in den Speicher eingelesen ("initialisieren"). Besonders bei der Bearbeitung des DGM zahlt sich ein schneller Computer aus, da die Operationen sehr rechenintensiv sind.

Jetzt können mit Hilfe des DGM Höhenlinien gezeichnet, ein Höhenraster berechnet oder Geländeprofile angefertigt werden. Das Netz kann auch in verschiedene Lagen gedreht werden, so daß der Benutzer einen besseren visuellen Eindruck von der Oberflächenstruktur des Geländes erhält.

Um bestimmte Arten von Zeichnungsteilen einzeln darzustellen oder zu variieren, werden sie in verschiedenen Ebenen abgespeichert. Aus diesen Ebenen kann die Zeichnung auf Bildschirm oder Plotter wie durch mehrere übereinanderliegende Folien zusammengesetzt werden. Dadurch ergeben sich beliebige Kombinationsmöglichkeiten von Grundriß, Höhenlinien, Texten etc.

4. Fazit

Zusammenfassend läßt sich sagen, daß es mit dieser Technik möglich ist, nach relativ kurzer Einarbeitungszeit und mit wenig Arbeitsaufwand die Oberflächenstruktur des Geländes anschaulich zeichnerisch wiederzugeben. Bei entsprechender Ausstattung mit einem transportablen Personal-Computer (Laptop) kann die Auswertung unmittelbar vor Ort nach der Aufmessung des Geländes durchgeführt werden. Eventuelle notwendige Ergänzungen sind so kurzfristig ohne größeren Aufwand (erneute Anreise) durchzuführen.

Anmerkung

(1) Wir möchten hiermit dem Kultur- und Stadthistorischen Museum der Stadt Duisburg, vertreten durch Herrn Dr. G. Krause, für die großzügige finanzielle Unterstützung herzlich danken.

Literatur

- D. Ellmers, 1969, Zur Geschichte der Stadt Duisburg. Führer zu vor- und frühgeschichtlichen Denkmälern Bd. 15, 1969, 114-122.
- R. Gerlach, 1990, Geologie von Duisburg. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland Bd. 21, 1990, 13-21.
- G. Krause, 1990, Eisenzeitliche Fundstellen. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland Bd. 21, 1990, 50-51.
- M. Müller-Wille, 1969, Wehranlagen im nördlichen Rheinland. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland Bd. 21, 1969, 40-58.
- D. Seitz, 1990, GEOGRAF - ein Low-Cost-Grafiksystem im Vermessungsbüro. BDVI-Forum 2, 1990, 368-374.
- G. Tromnau, 1990a, Steinzeitliche Funde aus dem Duisburger Raum. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland Bd. 21, 1990, 30-35.
- ders., 1990b, Duisburg-Kaiserberg. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland Bd. 21, 1990, 196-201.
- U. Schoenfelder, 1990, Das Gräberfeld Duisburg-Wedau. Führer zu archäologischen Denkmälern in Deutschland Bd. 21, 1990, 36-40.
- R. von Uslar, 1953, Verzeichnis der Ringwälle in der ehemaligen Rheinprovinz. Bonner Jahrbücher 153, 1953, 128-140.
-

Dipl.-Ing. Thorsten Hedfeld
Chantier Foniculaire
B.P. 56
F 73322 Tignes-Cedex

Prof. Dr.-Ing. Walter Rocholl
Universität GHS Essen
Fachbereich Vermessungswesen
Henri-Dunant-Str. 65
4300 Essen 1

Dr. Uwe Schoenfelder
Niederrheinisches Museum
"Projekt Archäologische Ausgrabungen"
Friedrich-Wilhelm-Str. 64
4100 Duisburg 1

