

# ARCHÄO-GEOELEKTRISCHE IMPEDANZTOMOGRAPHISCHE MESSUNGEN ZUR AUFSUCHUNG ANTIKER BAURESTE DER CIVITAS ULPIA TRAIANA

## ARCHÄOLOGISCHER PARK REGIONALMUSEUM XANTEN 2005

### Zusammenfassung

Auf Einladung der Bodendenkmalpflege Xanten des Archäologischen Parks nahm **ABE-geo** an der geophysikalischen Aufsuchung möglicher Baureste auf dem Gelände der vormaligen Colonia Ulpia Traiana teil. Die vom 24.06. bis 26.06.2005 durchgeführten geoelektrischen Profilmessungen dienten der Aufsuchung archäologischer Objektstrukturen unter dem Testareal im Westteil der Insula 39. Die Messungen umfassten 9 Längsprofile, die auf einem Streifen von 100 m x 24 m mit einem Parallelabstand von 4 m, z. T. auch mit nur 2 m vermessen wurden (vgl. Kapitel 2.2). Zusätzlich wurden in ausgewählten Bereiche zwei Kurzprofile vermessen. Die Messungen wurden mit einem Punktabstand von 0,5 m durchgeführt. Die maximale geometrische Wirkungstiefe betrug somit 2,5 m.

Für die Spezialanwendung der Archäo-Geophysik ist die wichtigste Forderung, eine hohe Auflösung der Messdaten längs des Profils zu gewährleisten. Ein geeigneter Messpunktabstand von 0,5 m führt somit, durch die Messgeometrie bestimmt, zu Eindringtiefen von 0,5 – 1,0 – 1,5 – 2,0 – 2,5 m. Die maximale Eindringtiefe von 2,5 m ist auf die Aufgabenstellung optimiert, die Zielobjekte in Tiefen zwischen 0,3 und 1,5 m zu erfassen. Aus den zugeordneten Werten einer Wirkungstiefe aller Vertikalschnitte lässt sich ein horizontal gerichteter Tiefenschnitt eben dieser Wirkungstiefe konstruieren. So stehen nach diesem Bearbeitungsschritt bzgl. der Wirkungstiefen fünf flächenhafte Darstellungen für die Auswertung zur Verfügung.

Ist ein räumlicher Zusammenhang zwischen zusammenhängenden Strukturen herzustellen, die auf einzelnen parallelen Vertikalschnitten erkennbar sind, so gelingt diese Veranschaulichung, wenn die Profile in ausreichend engem Parallelabstand vermessen wurden. – Ausreichend in dem Sinne, dass das durch den entsprechenden Messpunktabstand zu erzielende Auflösungsvermögen diesen Anforderungen genügt.

Die maximale Eindringtiefe von 2,5 m ist auf die Aufgabenstellung optimiert, die Zielobjekte in Tiefen zwischen 0,3 und 1,5 m zu lokalisieren. Die Ergebnisse zeigen, dass bereits *die flächenhaften Tiefenschnitte* eine Differenzierung einzelner Bodenarten (incl. der Mauerreste) erlauben. Bereiche mit Auffüllungen durch lehmhaltigen Boden und sandige Abschnitte lassen sich von Artefakten sicher unterscheiden. In den Tiefenschnitten sind stellenweise dieselben Mauerstrukturen in Umrissen mit der zu erwartenden Breite von ca. 0,5 m auszumachen.

In vollem Umfang bestätigen die detaillierten Aufschlüsse *der Vertikalschnitte der Einzelprofile*, die Erwartung des Archäologen, dass die Befunde meist zwischen 0,2 und 1,5 m Tiefe anzutreffen seien. Darüber hinaus zeigt sich, dass Tiefenlage und laterale Ausdehnung von tiefer reichenden Baustrukturen (Keller etc.) zu erkennen sind. Auch können Aussagen zum Verfestigungsgrad der einzelnen Baustrukturen

getroffen werden. Daneben wurde versucht, zwischen Bauten und Schuttablagerungen incl. Bodenfüllungen in Kellern oder Brunnen zu differenzieren.

## 1.1 Messprogramm

Die Messungen wurden in einer dreitägigen Messkampagne bei meist heißem, trockenem Wetter durchgeführt. Während der Vermessung des Profils 16 setzte ein Starkregenereignis den Arbeiten ein vorläufiges Ende, so dass dieses Profil nicht die Normlänge von 99 m erreichte. Die Abb. 1 zeigt die Profilanordnung auf der Testfläche. Im einzelnen wurden folgende tatsächliche Profillängen geoelektrisch vermessen:

- o Profil 0, 4, 8, 12, 18, 20, 22 und 24 mit je 99 m
- o Profil 7 und 9 mit je 7,5 m und Profil 16 mit 83 m

Während zwischen den Profilen 0 bis 16 ein Parallelabstand von jeweils 4 m eingehalten wurde, reduzierte sich dieser zwischen den Profilen 16 bis 24 auf 2 m. Wie zu erwarten, wirkte sich später diese Maßnahme günstig bei der Bearbeitung zugunsten der leichteren Identifizierung zusammengehöriger Strukturen aus. Es sei angemerkt, dass dem zuvor gewählten Parallelabstand von 4 m im Hinblick auf einen verdoppelten Messfortschritt im Rahmen der Flächenvermessung solange der Vorzug gegeben wurde, bis der Zeitaufwand für ein Messprofil ausreichend sicher abgeschätzt werden konnte.

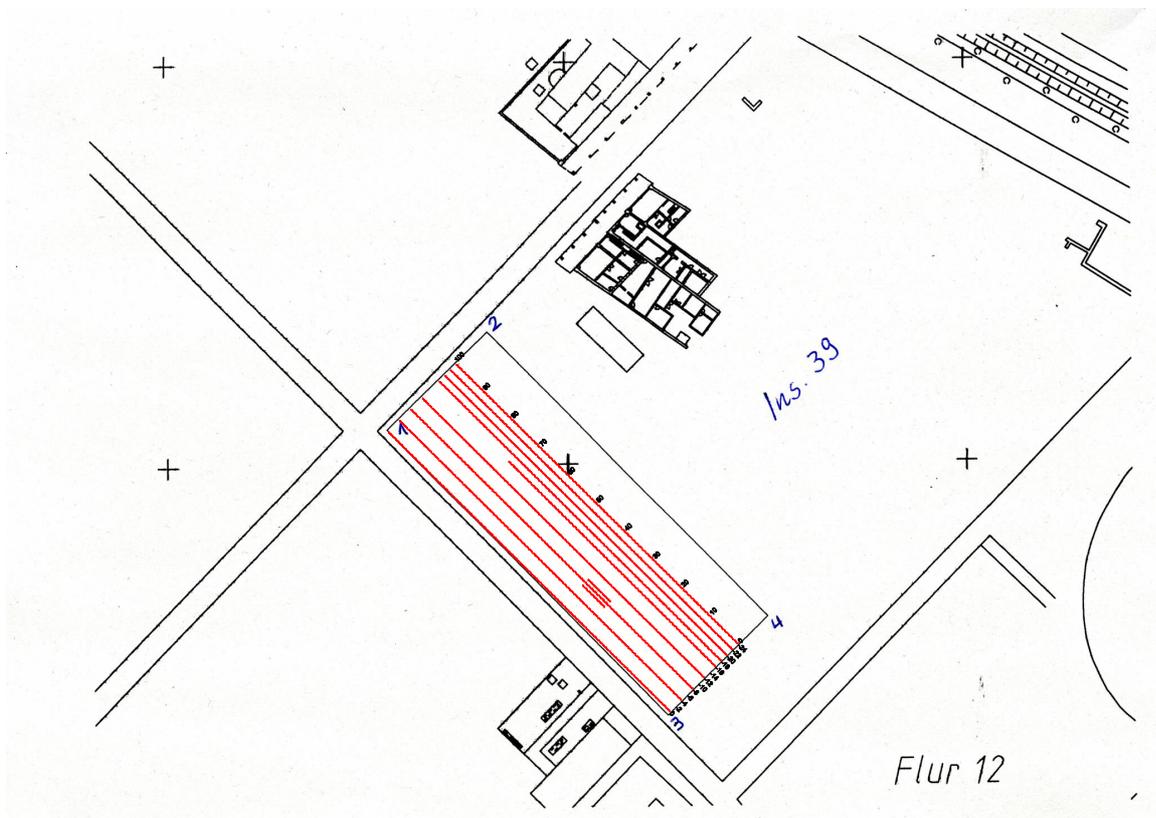


Abb. 1: Lageplan

Messprofile: 0 – 4 – 7 – 8 – 9 – 12 – 16 – 18 – 20 – 22 – 24 : Sondenabstand: 0.5 m

## 2 Auswertung und Interpretation

Die Aufsuchung oberflächennaher Objekte verlangt den geoelektrischen Flächenmessungen eine besondere Genauigkeit ab. Die erforderliche hohe Auflösung in der Fläche (geringer Messpunktabstand von  $\leq 0,5$  m) ist bestimmt durch:

1. den vom Messverfahren geforderten konstanten Messpunktabstand innerhalb der Messprofile und
2. deren Parallelabstand zueinander.

Dabei besteht nicht die Forderung, auch den Parallelabstand zwischen den Messprofilen konstant zu halten; vielmehr ist seine Variabilität ein Mittel, während der Messkampagne in flexibler Weise zusätzliche Profile zu vermessen, um örtlich begrenzt eine höhere Auflösung in der Fläche realisieren zu können.

### 2.1 Tiefenschnitte der Wirkungstiefen

Tiefenschnitte bilden die flächenhafte Verteilung des wahren Bodenwiderstandes in der betreffenden Wirkungstiefe ab. Das Auflösungsvermögen, das die Einzelprofile hergeben, ginge verloren, wenn der Parallelabstand zwischen den Profilen zu groß würde. Je enger der Abstand der Parallelprofile, desto geringer dieser generalisierende, schädliche Interpolationseffekt, dem durch ein Mehr an Messdaten entgegenzuwirken ist. Beispiele dafür sind jeweils in den oberen linken Abschnitten der Tiefendarstellungen der Abb. 2 zu sehen. Besonders für die mit 2 m Profilabstand gemessenen Parallelprofile 16 bis 24 sind hier Strukturen als rote Lineamente, parallel und senkrecht zur Messanordnung verlaufend zu erkennen.

Die Betrachtung mehrerer aufeinander folgender Tiefenschnitte erleichtert die übersichtsmäßige Aufsuchung strukturierter Körper. Ähnlich geartete Strukturen benachbarter Wirkungstiefen „pausen sich durch“, falls dreidimensionale Objekte, die sich über mehrere Wirkungstiefen erstrecken, erfasst wurden. Vergleicht man die Darstellungen der Tiefenschnitte, so erkennt man jeweils im linken oberen Abschnitt, nach Lage und Form annähernd gleiche Strukturen. Im Bereich beider Flächen zwischen  $x(0... 30$  m) und  $y(14... 22$  m) tritt ein geordnetes laterales Strukturgeflecht hervor, das als Mauersystem interpretiert wird. Eine genauere Betrachtung lässt erkennen, dass Mauerstrukturen auch außerhalb des vorgenannten Bereichs vorhanden sind, so ein langgestrecktes Element, senkrecht zur Messrichtung zwischen  $x(35... 38$  m) und  $y(3... 20)$  verlaufend. Die Ergebnisse zeigen, dass bereits *die flächenhaften Tiefenschnitte* eine Differenzierung einzelner Bodenarten (incl. der Mauerreste) erlauben. Bereiche mit Auffüllungen durch lehmhaltigen Boden und sandige Abschnitte lassen sich von Artefakten sicher unterscheiden. In den Tiefenschnitten sind stellenweise dieselben Mauerstrukturen in Umrissen mit der zu erwartenden Breite von ca. 0,5 m auszumachen. Die Dimensionen der Mauern oder die Bauwerkstiefen in der Vertikalen sollen anhand der Vertikalschnitte untersucht werden.

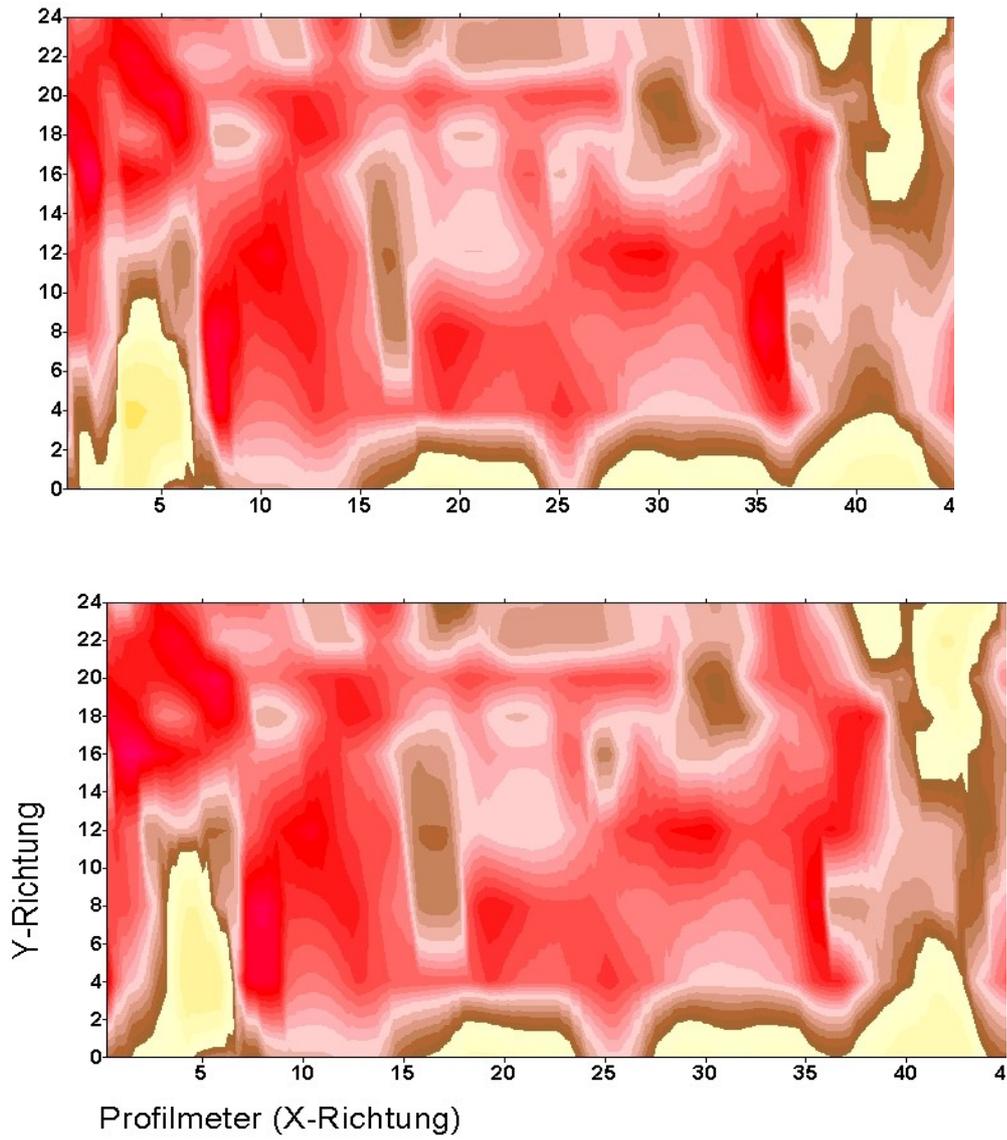


Abb. 2: Flächendarstellung von Tiefenschnitten: Sondenabstand: 0,5 m, Tiefen: 0,7 und 1,0 m

## 2.2 Vertikalschnitte der Längsprofile

Während die Tiefenschnitte eine regionalisierte, mehr zur Synopsis geeignete Darstellung liefern, werden zur detaillierten Betrachtung einzelner Strukturen wiederum die Vertikalschnitte herangezogen (s. Abb. 3). Die Schnittdarstellungen sind einer vereinfachten Feldzeichnung nicht unähnlich.

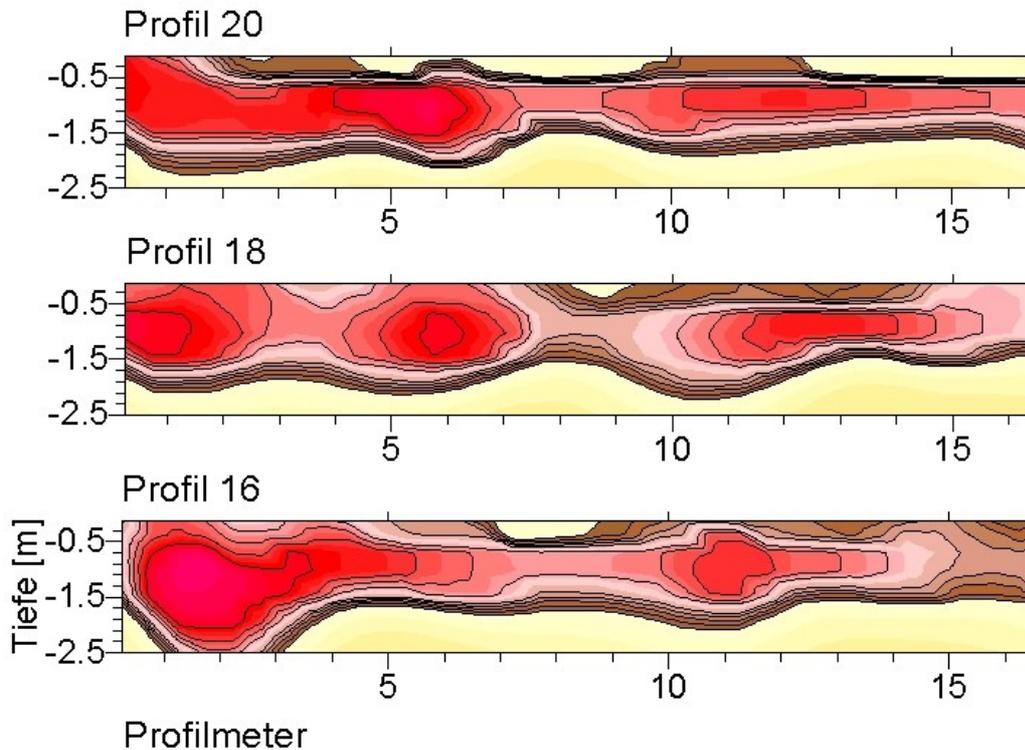


Abb. 3: Vertikalschnitte nach Art einer Feldzeichnung

Profile 16 – 18 – 20 : Sondenabstand: 0,5 m, Wirkungstiefen: 0,5 - 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 m

Die dichte Scharung in Verbindung mit einer häufig wechselnden Stufung der lehmigen Auffüllungen unter Baustruktur weist auf vorbereitende Baugründungsarbeiten hin.

Die Aufschlüsse *der Vertikalschnitte der Einzelprofile* bestätigen die Erwartung, dass die Befunde meist zwischen 0,2 und 1,5 m Tiefe anzutreffen sind. Darüber hinaus zeigt sich, dass Tiefenlage und laterale Ausdehnung von tiefer reichenden Baustrukturen (Keller etc.) zu erkennen sind. Auch können Aussagen zum Verfestigungsgrad der einzelnen Baustrukturen getroffen werden. Daneben wurde versucht, zwischen Bauten und Schuttablagerungen incl. Bodenfüllungen in Kellern oder Brunnen zu differenzieren.

Die Anlagen [1 bis 3](#) zeigen die interpretierten Tiefenschnitte mit der wahren Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes von 0,1 bis 1,9 m Wirkungstiefe. Die Erkenntnisse der Tabelle 1 sind eingearbeitet. Die Anlagen erlauben verschiedene Betrachtungsweisen zu den unterschiedlichen Bedeckungen in der Fläche (Anl. 1 und 2) bis hin zur Heraushebung der Baureste (Anl. 3).

Die Anlagen [4 bis 6](#) zeigen die Vertikalschnitte mit der wahren Verteilung des spezifischen elektrischen Widerstandes bis 2,5 m Wirkungstiefe. In Anlehnung an die Art der obigen Darstellungen sind hier die einzelnen Vertikalschnitte abgebildet. Wiederum sind die Baugründungen gut zu erkennen (Anl. 4). Die Farbgebung der Anl. 5 ist von derjenigen der Anl. 3 übernommen. Gemeinsam geben sie einen plastischen Eindruck von der vertikalen und lateralen Ausdehnung der Baustrukturen. Die „Reduzierung auf das Wesentliche“, d.h. die Baustrukturen selbst, findet seinen Abschluss in der Anl. 6. Entlang der Profile können nunmehr gezielt Bodenabtragungen vorgenommen werden. Gemäß der Tabelle wurden verschiedene Widerstandsbereiche ausgewiesen und eine Klassifizierung der Widerstände vorgenommen. Mögliche Überlappungen der Bereiche sind nicht auszuschließen.

\*❁❁❁❁❁❁ ➤ Widerstandsbereiche

Farbgebung	Widerstand in $\Omega\text{m}$	Vorkommen / Ursache
dunkelviolett	60 – 91	mit Boden gefüllte Hohlräume
violett	91 - 111	Bauwerkskerne
dunkelrot	111 -123	Bauwerke
rot	123 - 136	verstärkt Baureste und Schutt
rotbraun	136 - 142	Bodenauffüllung, evtl. auch Schutt
braun	142 - 170	Bodenauffüllung mit Sandanteil
hellgelb	170 - 250	Sand mit Lehmanteil
dunkelgelb	> 250	Sand

Abgesehen vom Profil 0 weisen alle Vertikalschnitte Baureste auf. Es sind Strukturen sowohl in Profilrichtung als auch senkrecht dazu anzutreffen. Die langgestreckten roten Zonen, die in einem Tiefenbereich zwischen 0,4 m und 1,3 m unter Gelände auftreten, werden als Mauern interpretiert, die in Profilrichtung erfasst wurden. Die roten Verdickungen deuten auf senkrecht zur Profilrichtung verlaufende Mauern hin oder sind größere Bauten, die nicht selten tiefer als 1,5 m reichen. Nicht selten lassen sich sie sich Widerstandsanomalien auf den Parallelprofilen an annähernd gleicher Position als quer verlaufende Mauern zuordnen. Inwieweit an den Flanken der Baureste Schutt angelagert ist, kann nicht beurteilt werden. Man ziehe die Tiefenschnitte zum Vergleich heran.

### 3 Erkenntnisse

Für die Objektsuche in einem neuen Messgebiet mit GEOTOM ist ein Messpunktabstand der Messprofile von 0,5 m gut geeignet, um sowohl oberflächennahe Objekte als auch solche bis in Tiefen von mehr als 2 m im Detail zu erfassen. Die Qualität der Auflösung schmaler Widerstandsbereiche ( $< 0,5$  m) wird durch die Schärfe des vorgefundenen Widerstandskontrasts bestimmt. Ist dieser bei geringmächtigen Schichten nicht ausreichend gegeben, gelingt eine Differenzierung nicht mehr.

Tiefenschnitte liefern ein regionalisiertes Bild der Widerstandsverteilung, d.h. übersichtsartige Aussagen über das Vorhandensein von Bauresten. Sie können aber auch darüber hinaus als Entscheidungshilfe zur Positionierung weiterer zusätzlicher Messprofile dienen.

Bei der Planung einer Flächenvermessung ist zu entscheiden, ob aus mess-ökonomischen Erwägungen zuerst ein Gesamtüberblick zum Auftreten von Bauresten gewonnen werden soll und in einem zweiten Schritt Detailbetrachtungen angestellt werden. Sind jedoch derartige Teilbereiche bereits bekannt, sollte der engmaschigen Profilanlage der Vorzug gegeben werden. Unabhängig davon können jederzeit weitere Messprofile zur weiteren Informationsverdichtung herangezogen werden.

Nach Meinung der Autoren ist das GEOTOM-Verfahren sehr flexibel an die Erfordernisse zur Gewinnung archäologischer Aufschlüsse anzupassen. Es liefert Ergebnisse, die in der Anschaulichkeit der Tiefenschnitte auch zu Planungszwecken geeignet sind, und im Hinblick auf die interpretierten Vertikalschnitte den Feldzeichnungen nahekommen versuchen.

Eine Schlussbemerkung sei erlaubt: GEOTOM wurde ursprünglich für die Aufsuchung archäologischer Objekte konzipiert. Seine theoretischen Arbeiten hat **G. PESCHEL** bereits 1967 veröffentlicht in: „*A new favourable combination of resistivity sounding and profiling in archaeological surveying*“, *Prospezioni Archeologiche, Rome 2 (1967)*. In der Nachwendezeit entwickelte Prof. Peschel mit seinen Mitarbeitern das Meßsystem incl. der Interpretations-Software. GEOTOM hat seine Eignung auch bei der Lagerstätten erkundung (Kies und Sand) sowie der Ingenieurgeophysik (Baugrund und Deichuntersuchung) vielfach nachgewiesen.