

Räumliche ingenieurgeologische Modellierung im Stadtgebiet Göttingen

3D modelling in Engineering Geology within the City of Goettingen

Bianca Wagner¹, Joachim Fritz², Thomas Nix² und Martin Sauter¹

Zusammenfassung

In städtischen Räumen erhobene geologische, hydrogeologische und ingenieurgeologische Punkt- und Flächendaten werden meist dezentral verwaltet. Erst durch das Überführen der unterschiedlichen Punkt- und Flächendaten in ein Raummodell wird eine integrierende Auswertung möglich. Ein solches Raummodell des städtischen Untergrundes kann als Datenbasis für umfassende geowissenschaftliche Planungsunterlagen dienen, die ein Themenspektrum von der Baugrunderschließung, Grundwasser- und Altlastenerkundung bis hin zur flachen Geothermie abdecken. In einem Kooperationsprojekt zwischen dem Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen (GZG) und dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) werden am Beispiel des mitteltiefen Untergrundes im Göttinger Stadtgebiet neue Methoden zum Aufbau geologisch/ingenieurgeologischer Raummodelle untersucht. Die bisher entwickelten Konzepte umfassen das einheitliche Aufbereiten von Punkt- und Flächendaten sowie die Definition ingenieurgeologischer Modellierungseinheiten. Aufbereitete Daten und 2D-Schnittdarstellungen dieser Modellierungseinheiten wurden in einem Pilotgebiet mit der Software Gocad in das eigentliche geologische Raummodell und modelltechnisch beschreibbare Basisflächen der Modellierungseinheiten überführt.

Schlüsselworte: 3D-Modell, Baugrund, Ingenieurgeologische Modellierung, Konzeptentwicklung

Abstract

At first sight, urban areas offer unfavourable conditions for spacious geoscientific investigations and the three-dimensional visualization of the underground. A multiplicity of anthropogenic and quasi-natural replenishments buries geological outcrops. However, particularly in urban areas geological, hydro-geological and engineering-geological point and areal data are continually collected. This information is usually recorded independently and stored decentrally in variable archiving systems. Just by transferring the variable point and areal data into a 3D model of the urban underground, an overall evaluation becomes possible. Such a 3D model may serve as a database for point and areal data (drillings, profile sections etc.) and provides comprehensive geoscientific planning documents for several topics ranging from site investigation, groundwater exploration, rain water infiltration and flood protection to the estimated use of geothermal energy. In a cooperation project between the Department of Applied Geology of the University of Goettingen (GZG) and the State Authority of Mining, Energy and Geology (LBEG), new methods for the design of 3D geological and engineering-geological models are developed. The application area covers the medium-deep underground of the city of Goettingen within the Leinetal-Graben. This complex geological structure is a result of Mesozoic extensional and compressive movements as well as complex salt tectonics. Quaternary sediments cover large parts of the investigation area with thicknesses varying from 5 m up to 60 m in subsidence depressions. Mesozoic rocks crop out at the graben margins. The concepts developed so far, cover the standardisation and harmonisation of point and areal data as well as the definition of geologically and engineering-geologically relevant modelling units. Within a pilot area, all basic data and 2D-sections of the modelling units were merged by Gocad to create a geological 3D model with technically describable basal planes of the modelling units.

Key words: 3D model, building ground, engineering-geological modelling, concept-development

1 Einführung

Städtische Räume bieten auf den ersten Blick ungünstige Bedingungen für großräumige geowissenschaftliche Untersuchungen und die räumliche Visualisierung des Untergrundes. Dichte Bebauung, eine Vielzahl anthropogener und quasinatürlicher Auffüllungen sowie der hohe Flächenversiegelungsgrad verbergen geologische Aufschlüsse. Tatsächlich werden jedoch gerade in urbanen Gebieten zahlreiche geologische, hydrogeologische und ingenieurgeologische Punkt- und Flächendaten erhoben.

Diese Informationen werden meist unabhängig voneinander aufgenommen und in verschiedenen Archivierungssystemen dezentral abgelegt, so dass es in der Regel unterbleibt, diese Daten integriert auszuwerten oder auch nur verfügbar zu machen.

Eine räumliche geologische Darstellung des städtischen Untergrundes enthält und verbindet unterschiedlichste Punkt- sowie Flächendaten (Bohrungen, Profilschnitte etc.) und kann als Datenbasis dienen, aus der sich ingenieurgeologische und hydrogeologische Modelle sowie

¹ Dr. Bianca Wagner und Prof. Dr. Martin Sauter, Geowissenschaftliches Zentrum der Universität Göttingen, Goldschmidtstr. 3, D-37077 Göttingen, bwagner1@gwdg.de, msauter@gwdg.de

² Joachim Fritz und Dr.-Ing. Thomas Nix, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Stilleweg 2, D-30655 Hannover, joachim.fritz@lbeg.niedersachsen.de, thomas.nix@lbeg.niedersachsen.de

virtuelle Bohrungen und Profile entwickeln lassen. Das Spektrum der Themen für deren Bearbeitung solche umfassenden geowissenschaftlichen Planungsunterlagen benötigt werden, erweitert sich kontinuierlich. Die klassischen Themen der Baugrunderschließung und Grundwasser- sowie Altlastenerkundung werden flankiert von neuen Fragestellungen wie Regenwasserversickerung, Hochwasserschutz und flacher Geothermie.

In einem Kooperationsprojekt des Geowissenschaftlichen Zentrums der Universität Göttingen (GZG) mit dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Hannover (LBEG) werden neue Methoden zum Aufbau geologischer und ingenieurgeologischer Raummodelle entwickelt. Das exemplarisch gewählte Arbeitsgebiet liegt in Südniedersachsen und umfasst einen Großteil des Göttinger Stadtgebietes. Modelliert wird die Verbreitung der Lockergesteine des mitteltiefen Untergrundes. Die Modelluntergrenze wird durch die Festgesteinsoberfläche gebildet.

2 Arbeitsgebiet

2.1 Geographische Lage

Das Stadtzentrum Göttingens liegt im Leinetal auf ca. 140 bis 150 m Höhe über NN und wird durch die ungefähr in der Mitte des Tals fließende Leine in zwei nahezu gleich große Hälften geteilt. Einzelne Stadtteile und eingemeindete Ortschaften erstrecken sich an den Talhängen

bis auf 300 m Höhe über NN. Das Arbeitsgebiet umfasst den Großteil der Stadt Göttingen (Abb. 1) und hat eine Ausdehnung von 6 km in N-S- und von ca. 7 km in W-E-Richtung. Einige stark bewaldete Bereiche im Westen und Osten der Siedlungszone wurden aufgrund fehlender Daten und geringer Lockersedimentbedeckung nicht berücksichtigt.

2.2 Geologie

Die fast spiegelsymmetrisch aufgebaute geologische Karte (Abb.1) zeigt deutlich die markante Struktur des Leinetal-Grabens. Der Talboden ist von quartären Lockergesteinen bedeckt, durch die nur entlang der zentralen Grabenachse Festgesteinsrücken aufragen. An diesen „zentralen Aufwölbungen“ sind Ton-, Schluff- und Sandsteine des Keuper und des unteren Jura aufgeschlossen. Die Talflanken sind aus den Karbonatabfolgen des Muschelkalk und vereinzelt aus Keuper-Sandsteinen aufgebaut. Besonders bedeutsam für die jüngere Entwicklung des Göttinger Raums ist der Wechsel von widerstandsfähigen Gesteinen mit mehreren Salinarfolgen (Röt, mittlerer Muschelkalk, mittlerer Keuper) und leicht erodierbaren Gesteinen in der mesozoischen Festgesteinsbasis (Abb. 2a).

Der auf den ersten Blick einfach gegliederte Leinetal-Graben (Abb. 1) erweist sich als eine komplexe Struktur, die durch mehrere Prozesse gebildet wurde (Abb. 2b).

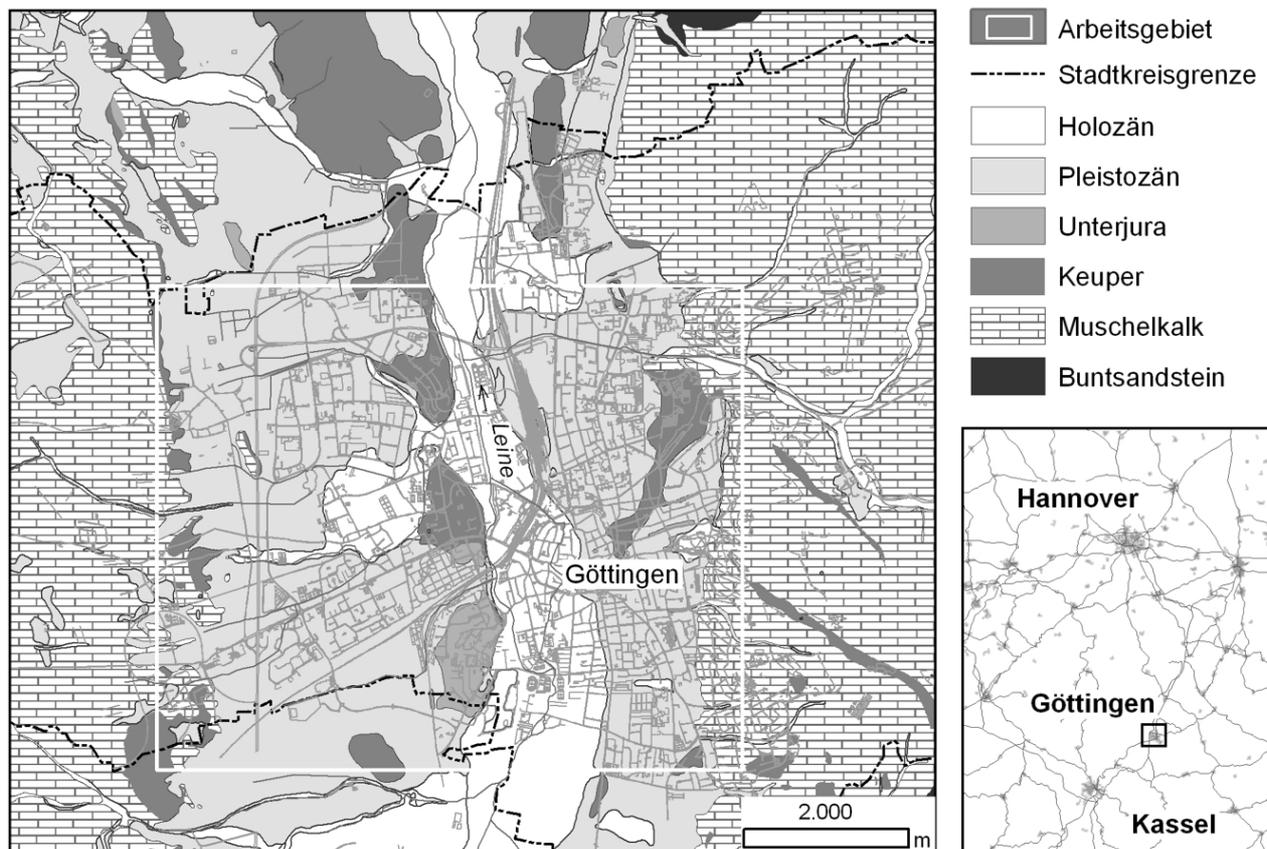
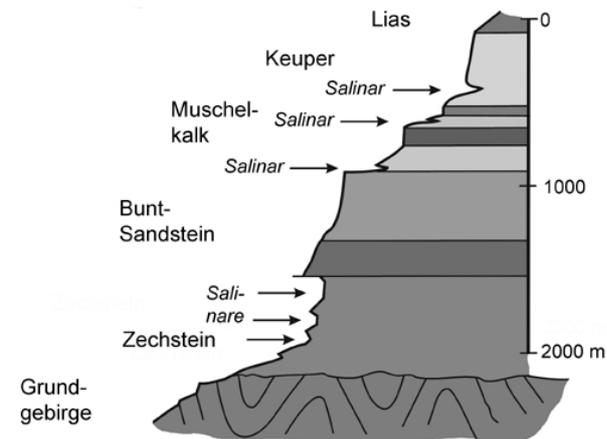


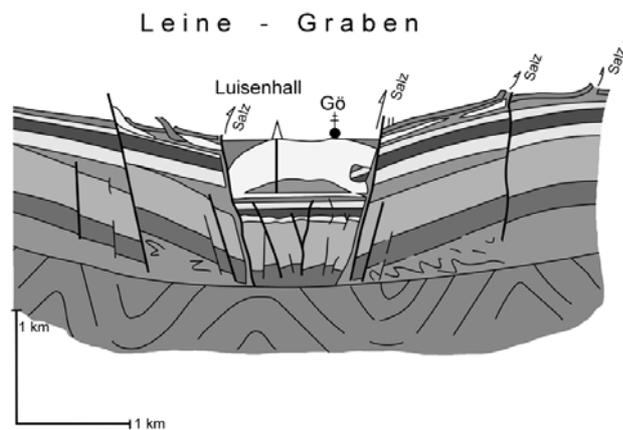
Abb. 1: Geographische Lage und geologischer Bau (GK25 Blatt 4425) des Arbeitsgebietes.

Fig. 1: Geography and geology of the investigation area GK25 Blatt 4425)

Der Graben wurde nach Arp et al. (2004) durch Extensivbewegungen im Oberjura und besonders in der Kreidezeit angelegt. In der ausgehenden Kreidezeit kam es zu einer kurzen kompressiven Phase. Die invertierte Grabenstruktur wurde durch halotektonische Bewegungen und eine ausgeprägte Stockwerkstektonik stark gestört. Dies zeigt sich besonders an allochthonen Schollen, fiederartig angeordneten Spezialgräben und bis in die Neuzeit hinein aktiven Subrosionssenkten (Grüger et al., 1994, Meischner, 2002).



a)



b)

Abb. 2: Schematischer geologischer Profilschnitt durch das Leinetal bei Göttingen (aus Meischner, 2002, verändert).

Fig. 2: Schematic geological section through the Leine-Valley, Göttingen (modified from Meischner, 2002).

Quartäre Lockergesteine bedecken weite Bereiche des Talbodens und ziehen sich die Hänge hinauf. Die Mächtigkeit der pleistozänen und holozänen Sedimente liegt zwischen 60 Metern in den Subrosionssenkten und wenigen Dezimetern an den Talflanken.

Die pleistozäne Abfolge ist aus kaltzeitlichen Flussablagerungen, Löss, Beckensedimenten und Fließerden, warmzeitlichen Mudden, Quellkalken, Torfen und fossilführenden Beckenablagerungen aufgebaut. Diese Sedimente sind weitflächig im Arbeitsgebiet anzutreffen und oberflächlich oft durch Bodenbildungsprozesse überprägt.

Im Holozän bildeten sich geringmächtige Flussablagerungen, Schwemm-, Auen- und Bachlehme. Diese jungen

Bildungen treten fast ausschließlich linienhaft in Bach- und Flussläufen auf. Vereinzelt entstanden flächige Torf- und Quellkalkvorkommen.

3 Datengrundlage

Basis für die räumliche Modellierung der quartären Lockergesteine sind unterschiedlichste Punkt- und Flächendaten. Die detailliertesten geologischen Flächendaten im Maßstab 1:5000 stammen aus 25 Diplomkartierungen, die in den Jahren 1979 bis 1995 am IGDL (Institut für Geologie und Dynamik der Lithosphäre, jetzt GZG) von Dr. Wilczewski betreut wurden. Im Rahmen dieser Kartierungen wurde ein Großteil des Stadtgebietes mit Bohrungen erkundet und geologisch/ingenieurgeologisch kartiert. Einige wenige bodenkundliche und geologische Kartierungen im Stadtgebiet konnten ebenfalls berücksichtigt werden. Die in mehreren Veröffentlichungen (Ackermann, 1954, Rodenburg, 1965, Wildhagen & Meyer 1972a, 1972b, Schlie, 1989, Wunderlich, 1959, 1963) enthaltenen Detailkarten flossen als lokale Informationen ein. Desweiteren wurden vom LBEG die digitale geologische Karte GK25 Blatt 4425 Göttingen im Maßstab 1: 25.000 sowie die bodenkundliche und die geomorphologische Karte zur Verfügung gestellt.

Wichtigste Datenbasis des Projektes sind die zahlreichen Bohrungen, die verteilt über das Stadtgebiet von Göttingen vorliegen. Die Niedersächsische Bohrdatenbank des LBEG enthielt ca. 1.500 Bohrungen für das Blatt Göttingen. Hinzu kommen jeweils ca. 30 Rammsondierungen, die im Rahmen der bereits erwähnten Diplomkartierungen abgeteufelt und aufgenommen wurden.

Zusätzlich sammelte das GZG Bohrinformationen von Fachdiensten der Stadt Göttingen, der Stadtentwässerung, den Stadtwerken sowie lokalen Ingenieurbüros. Einzelne Punktinformationen konnten den Veröffentlichungen von Ackermann, 1954, Rodenburg, 1965, Wildhagen & Meyer 1972a, 1972b., Schlie, 1989, Wunderlich, 1959, 1963 entnommen werden, denen in den 60iger und 70iger Jahren aufgrund der regen Bautätigkeit zahlreiche Baugruben und Bohrungen zugänglich waren.

Insgesamt stehen für das Projekt mehr als 3.000 Bohrungen mit Teufen zwischen 2 und 255 Metern zur Verfügung. Außerdem werden fortlaufend Aufschlüsse wie Kanalgräben, Hanganschnitte und Baugruben aufgenommen und beprobt.

4 Datenaufbereitung

4.1 Punkt- und Flächendaten

Punkt- und Flächendaten lagen zu Beginn des Projektes als analoge und digitale Informationen vor. Die Bohrerfassungssoftware GeODin der Firma Fugro wurde als Archivsystem für die Erfassung und Verwaltung der Punktdaten gewählt. Einige der Bohrprofile mussten aufgrund fehlender Lageangaben oder unverständlicher Bohrbeschreibungen ausgesondert werden. Die übrigen Bohrungen wurden im SEP3-Format erfasst, einem

Höhenabgleich anhand des DGM5 unterzogen und nach einem Abgleich an die Niedersächsische Bohrdatenbank des LBEG übergeben.

4.2 Geologische Modelleinheiten

Eine kritische Beurteilung der verschiedenen Diplomkartierungen, Veröffentlichungen und Bohrungen zeigte, dass in den jeweiligen Arbeiten – abhängig von der Aufgabenstellung – verschiedenste geologische Einheiten unterschieden wurden. Gespräche mit den erfahrenen Geologen und Ingenieurgeologen N. Wilczewski, B. Meyer und D. Meischner halfen, relevante geologische Einheiten festzulegen und erweiterten das Gesamtverständnis der geologischen Architektur und Entwicklung des Arbeitsgebietes. Basierend auf diesen Erfahrungen

wurden folgende Kriterien für die Aufnahme einer geologischen Einheit in das geologische Modell entwickelt:

- Mindestmächtigkeit 0,5 m
- eindeutig in Bohrprofilen erkennbar
- Beschreibung in mehreren Bohrungen, d.h. flächig darstellbar

Unter Berücksichtigung dieser Merkmale wurden für den Raum Göttingen 10 holozäne, 14 pleistozäne und eine präquartäre geologische Einheit entwickelt, die sich aus petrographisch und stratigraphisch gleichartigen Sedimenten zusammensetzen (Abb. 4).

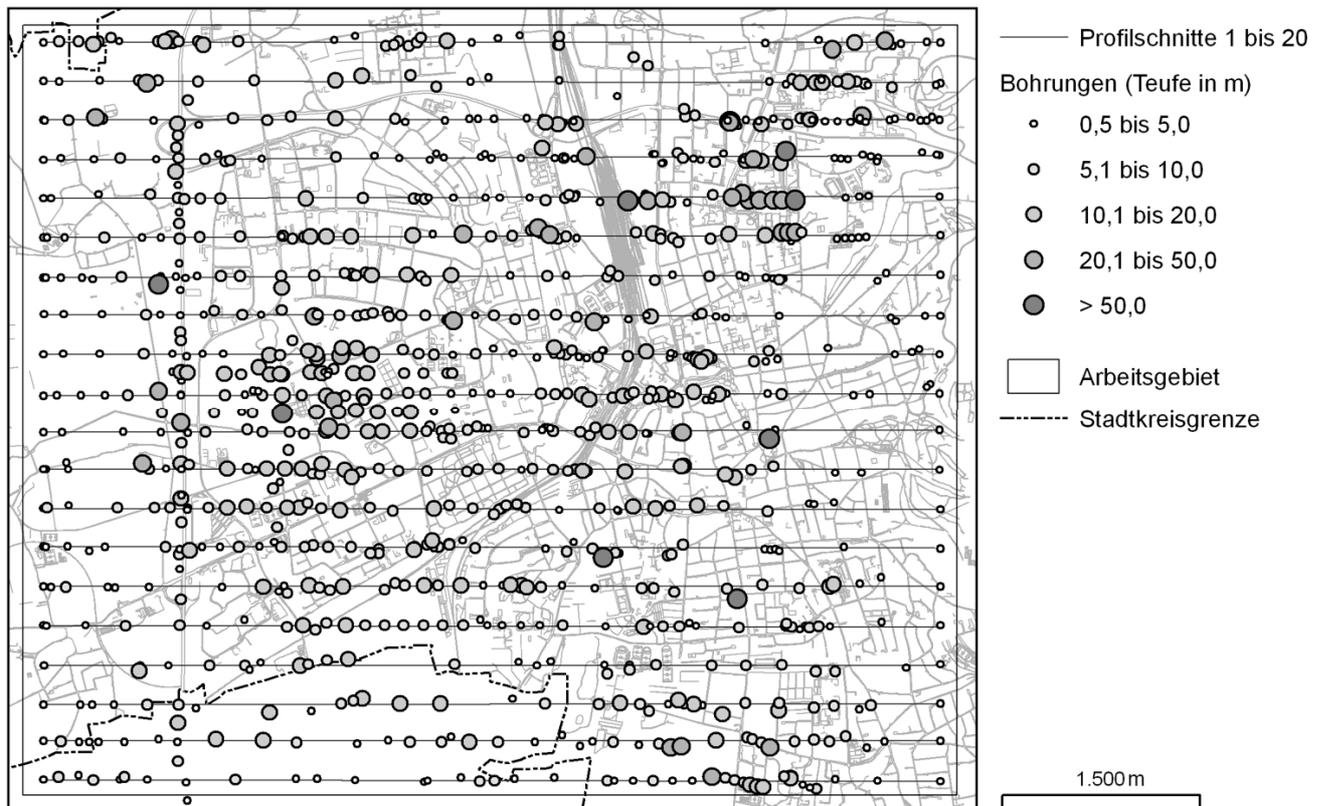


Abb. 3: Anordnung der geologisch-ingenieurgeologischen Profilschnitte und Lage der zur Konstruktion der Profilschnitte verwendeten Bohrungen.

Fig. 3: Alignment of the geological/engineering-geological sections and location of the bore holes used for construction of the geological sections.

Innerhalb des eigentlichen geologischen 3D-Modells sind nicht alle 25 ausgehaltenen geologischen Einheiten in ihrer räumlichen Verbreitung darstellbar. Aus diesem Grund wurden die petrographisch und stratigraphisch begründeten Einheiten zu 16 geologischen Modellierungseinheiten zusammengefasst, die in einem räumlichen Modell in entsprechender Auflösung und Genauigkeit dargestellt werden können (Abb. 8).

Aus diesen 16 geologischen Modellierungseinheiten lassen sich 11 ingenieurgeologische Modellierungseinheiten mit jeweils charakteristischen bodenphysikalischen und bodenmechanischen Eigenschaften ableiten, die im 3D-Modell abgebildet werden müssen.

4.3 Profilschnitte

Um eine räumliche geologische Vorstellung des Arbeitsgebietes zu entwickeln, wurden parallele (2,5D) Profilschnitte konstruiert (Abb. 3).

- 25 annähernd parallele W-E-Profilschnitte mit einem jeweiligen Abstand von ca. 300 m
- 5 annähernd parallele N-S-Profilschnitte innerhalb eines Pilotgebietes (Abb. 5)

Durchschnittlich standen 45 Bohrungen für die Konstruktion eines Profilschnittes zur Verfügung. Berücksichtigt wurden Bohrungen aus einer beiderseitigen Pufferzone des Profilschnittes von 25 m.

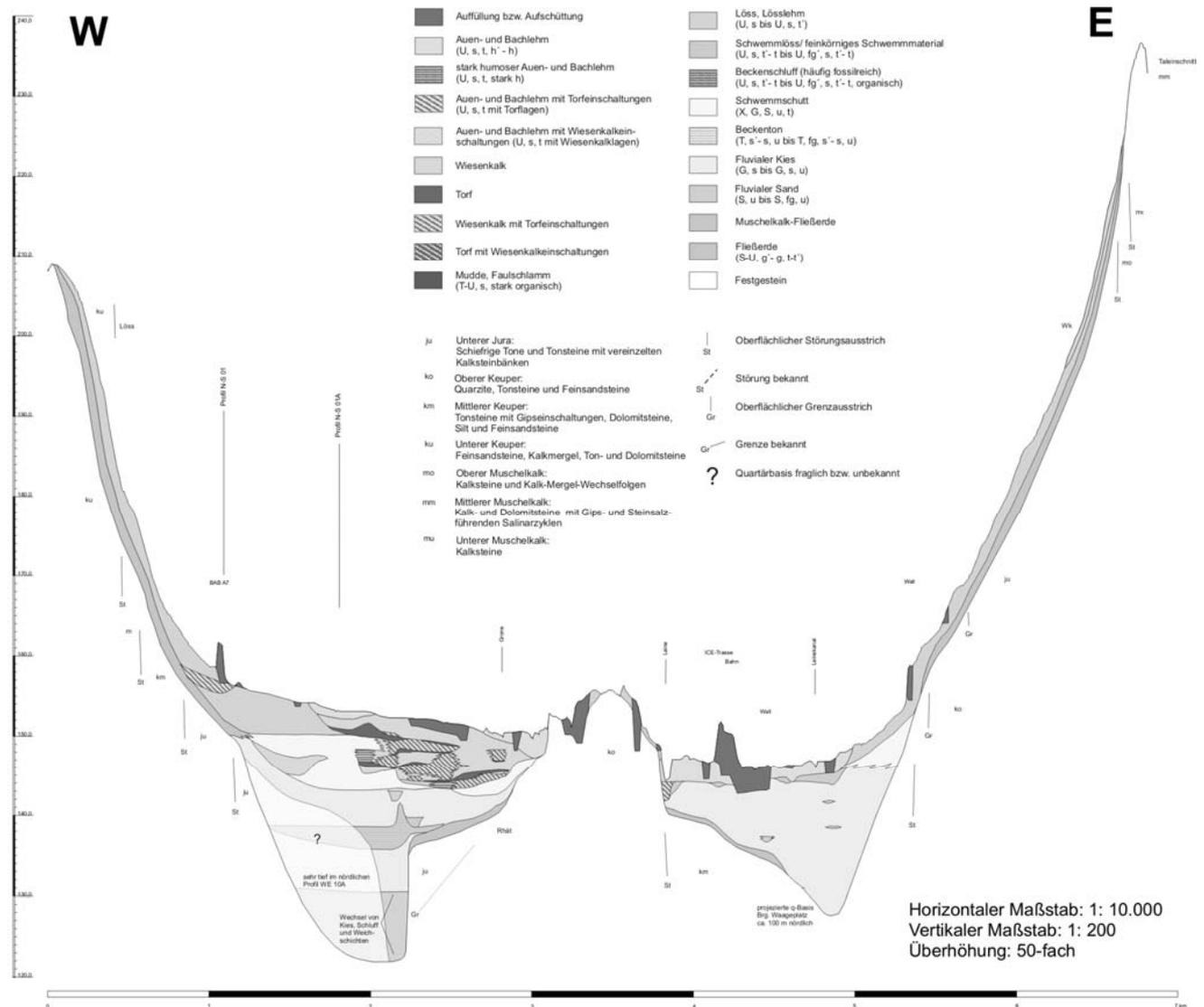


Abb. 4: Geologischer Profilschnitt 11.
Fig. 4: Geological section 11.

Die Profilschnitte wurden mit dem Längenmaßstab von 1:10.000 und dem Höhenmaßstab 1:200 erstellt (Abb. 4). Die 50-fache Überhöhung resultiert in einer extremen Morphologie, ermöglicht jedoch die Darstellung geringmächtiger Modellierungseinheiten. Alle geologischen Profilschnitte wurden entsprechend der 11 definierten ingenieurgeologischen Modellierungseinheiten in ingenieurgeologische Profilschnitte überführt.

5 Räumliche Modellierung (3D)

Als Pilotgebiet der eigentlichen räumlichen Modellierung mit Gocad wurde ein 6,9 km x 1,7 km großer Ausschnitt des Arbeitsgebietes gewählt, der die Altstadt und die markante Subrosionssenke im Stadtteil Grone beinhaltet (Abb. 5).

Die erarbeiteten Profilschnitte zeigen, dass alle geologisch relevanten Einheiten und Strukturen des Arbeitsgebietes im Pilotgebiet angetroffen werden. Es wird deutlich, dass der Aufbau des Untergrundes zwischen den Randstörungen des Leinetal-Grabens sehr komplex ist. Die Ausdehnung und Lage einzelner Sedimentkörper im

Raum stellt sich stark differenziert dar (Abb. 4). Um die Verbreitung zeitgleich entstandener Einheiten – wie z.B. Fließerden und Flusssedimenten – besser zu verstehen, wurden daher für einen ersten Modellierungsschritt einige der Modellierungseinheiten in dem folgenden Schema zusammengefasst:

- (1) anthropogene Auffüllungen
- (2) jungholozäne Auen- und Bachlehmbildungen im Tal und Abschwemmmassen an den Hängen
- (3) alt- bis mittelholozänen Weichschichten (Quellkalk, Torf, Mudde, Schwemmlehm) an deren Basis die Grenze zwischen Pleistozän und Holozän anzulegen ist
- (4) pleistozäner Löss, Schwemmlöss und Lösslehm
- (5) pleistozäne Fließerde, Schwemmschutt und Flussschotter (vor der Lössbildung abgelagert)
- (6) holozäne und pleistozäne Bildungen innerhalb der Subrosionssenken

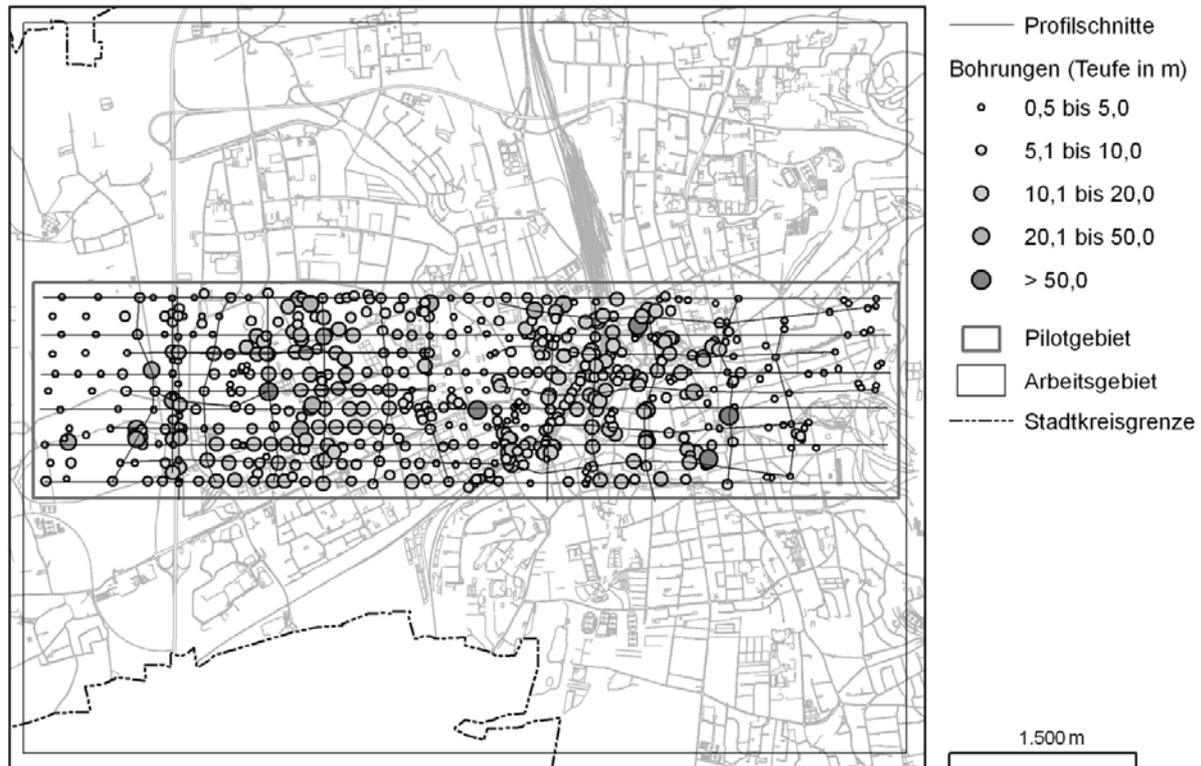


Abb. 5: Pilotgebiet für die 3D-Modellierung, Anordnung der Profilschnitte und Lage der Bohrungen.
 Fig. 5: 3D modelling pilot area, alignment of geological sections and location of bore holes.

Die zusammengefassten Modellierungseinheiten (2) und (5) umfassen Sedimente mit deutlich unterschiedlichen bodenphysikalischen/bodenmechanischen Eigenschaften. Eine weitere Differenzierung in die einzelnen Modellie-

rungseinheiten erfolgt durch Fazieskarten (Abb. 6), die die Verbreitung genetisch/petrographisch unterschiedlicher Sedimente darstellen und in das 3D-Modell übernommen werden.



Abb. 6: Fazieskarte von (5) Fließerden und Flusssedimenten des Weichsel-Hochglazials.
 Fig. 6: Facies map of (5) solifluction material and fluvial gravel of the Weichsel-stadial

In weiten Teilen des Arbeitsgebietes bilden Fließerden, Schwemmschutt und Flussschotter die dem Weichsel-Hochglazial zuzuordnen sind, die basalen quartären Sedimente. In einzelnen geschützten Bereichen, besonders in den Subrosionssenken, blieben ältere Sedimente von der Erosion verschont. Diese sich – durch den Absenkvorgang – mehrfach wiederholenden Abfolgen kalt- und warmzeitlicher Sedimente innerhalb des 3D Modells räumlich und zeitlich aufzulösen, ist weder sinnvoll noch notwendig. Daher wurde die im tieferen Bereich von Subrosionssenken anzutreffende Sedimentfüllung zu einer Modellierungseinheit (6) zusammengefasst.

Für diese Projektphase wurden die Grenzflächen (Basisflächen = Liegendgrenze) der z.T. zusammengefassten

Modellierungseinheiten (1)-(6) als zentrale Bausteine des aufzubauenden geologischen Modells angesehen. Sie werden aus Bohrungen, Aufschlussinformationen, Profilschnitten etc. entwickelt und geben die Vorstellung des Bearbeiters vom Aufbau des Projektgebietes wieder. Diese Grenzflächen berühren sich oder den Rand des Betrachtungsgebietes an den Rändern in einer geschlossenen Linie und können dadurch in später folgenden Arbeitsschritten zu Volumenkörpern entwickelt werden.

In Gocad wurde im ersten Schritt die Geländeoberfläche auf Grundlage des digitalen Geländemodells (DGM5) erzeugt. Das Raster musste von 12,5 m auf 25 m vergrößert werden, um eine handhabbare Datenmenge zu erreichen.

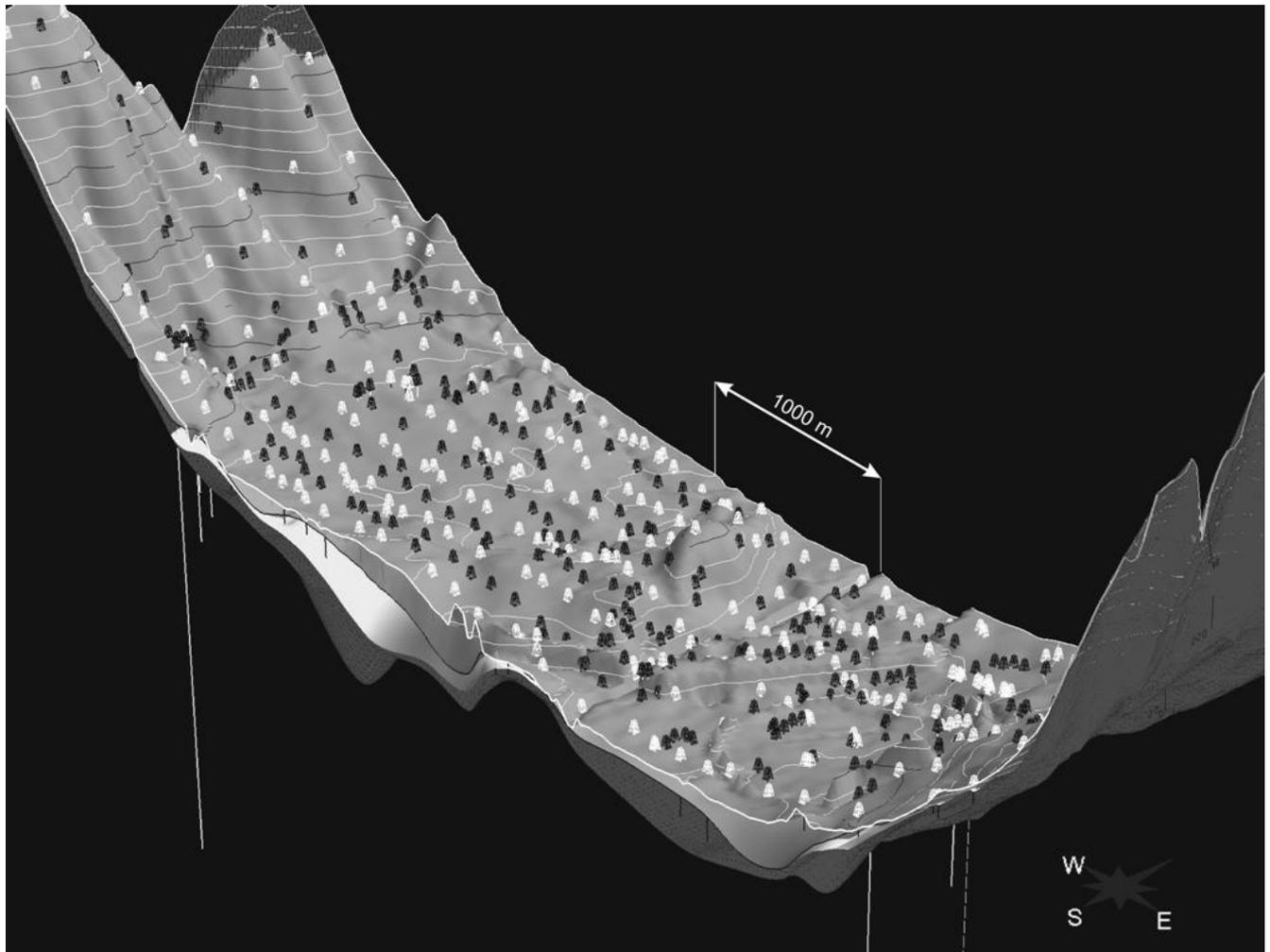


Abb. 7: Blick von Südosten auf das räumliche geologische Modell des Pilotgebietes (20fach überhöht). Dargestellt sind die verwendeten Bohrungen, die Topographie (DGM 5), die Grenzflächen der Einheiten (4) Löss und (5) Fließerde, Flusssedimente sowie die Quartärbasis.

Fig. 7: View from the southeast on the 3D geological model of the pilot area (vertical exaggeration 20x). The illustration shows the used bore holes, the topography, the boundary layers of the units (4) loess, (5) solifluction material, fluvial gravel and the quaternary basis.

Für die räumliche 3D Modellierung der Grenzflächen wurden neben den Bohrungen entlang der Profilschnitte auch die bisher nicht berücksichtigten Bohrungen in den Profilschnittzwischenräumen einbezogen (Abb. 5 und Abb. 7). Gefiltert über Auswahlkriterien wie räumliche Verteilung, Bohrteufe und Aufnahmequalität wurden durchschnittlich 62 Bohrungen pro Zwischenraum in die

Modelldatenbank des Pilotgebietes übernommen. Jede einzelne Schicht in den Bohrungen wurde mit einem Indize versehen und somit exakt einer Modellierungseinheit (1)-(6) zugeordnet. Diese Indizes wurden in der GeODin-Datenbank abgelegt und über Abfragen für die Modellierung mit Gocad bereitgestellt.

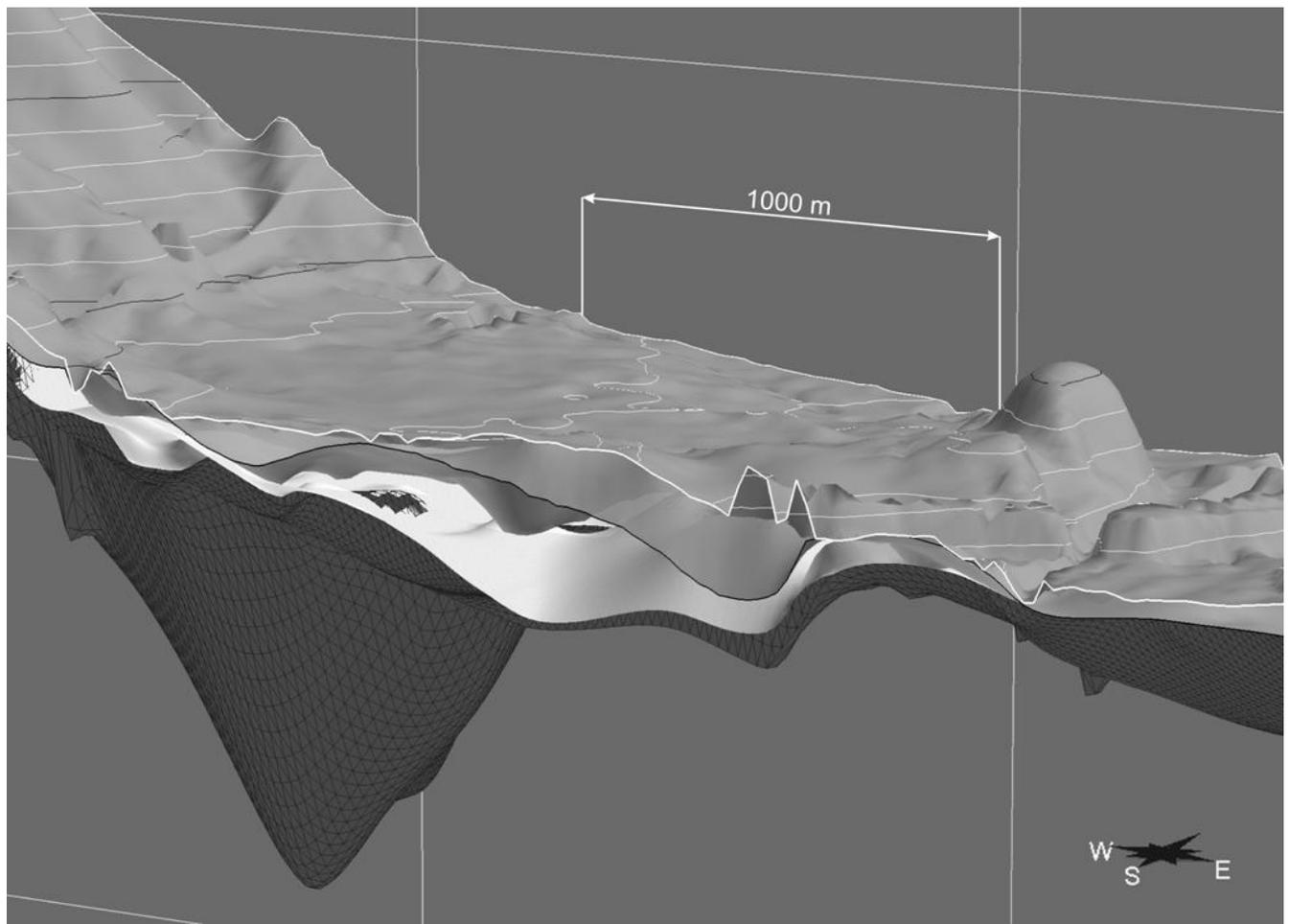


Abb. 8: Blick aus Südosten auf einen Ausschnitt aus dem räumlichen geologischen Modell des Pilotgebietes (20fach überhöht). Dargestellt sind die Topographie (DGM 5), die Grenzflächen der Einheiten (4) Löss, (5) Fließerde, Flusssedimente sowie die Quartärbasis.

Fig. 8: View from the southeast on details out of the 3D geological model of the pilot area (vertical exaggeration 20x). The illustration shows the topography, the boundary layers of the units (4) loess, (5) solifluction material, fluvial gravel and the quaternary basis.

Alle Bohrungen wurden nach Gocad importiert und in ihrer Höhenlage auf die Geländeoberfläche angepasst. Somit konnten über die Indizes der Modellierungseinheiten Marker für die Liegend- und Hangendfläche der Modellierungseinheit erzeugt werden. Die Flächeninterpolation über DSI etc. nutzt u.a. diese Marker als Stützpunkte. Eine Qualitätskontrolle der Interpolation erfolgte über die ebenfalls in das 3D-Modell überführten Profilschnitte.

Teile des räumlichen geologischen Modells des Pilotgebietes sind in Abbildung 7 und detailliert in Abbildung 8 dargestellt. Die Topographie bildet die oberste Fläche, auf die in Abbildung 7 die zur Modellierung verwendeten Bohrungen projiziert sind. Im Detail in Abbildung 8 zu erkennen, sind die unterhalb der Geländeoberkante angeordneten basalen Grenzflächen der Modellierungseinheiten Löss (4) und Fließerde, Flusssedimente (5). Die Quartärbasis – als unterste Fläche in Abbildung 7 und 8 – verdeutlicht mit der markanten Auswölbung zur Tiefe hin die Subrosionssenke im Göttinger Stadtteil Grone.

Zu den Talhängen hin laufen die Flächen – bedingt durch die geringer werdenden Mächtigkeiten – aufeinander zu und schließen die entsprechenden Modellierungseinheiten

ten ein.

6 Ausblick

Das in den vorhergehenden Kapiteln vorgestellte Kooperationsprojekt zwischen dem Geowissenschaftlichen Zentrum der Universität Göttingen (GZG) und dem Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie in Hannover (LBEG) ist mit dem derzeitigen Projektstand nicht abgeschlossen.

Nachdem in den ersten Projektabschnitten verfügbare Daten (Karten, Bohrungen) einheitlich aufbereitet und in modelltechnisch beschreibbare Basisflächen der relevanten Modellierungseinheiten überführt wurden, steht in den nächsten Projektabschnitten die Erzeugung attributierter Volumenkörper der Modellierungseinheiten im Vordergrund.

Da die geologische Bearbeitung und der technische Aufbau eines Volumenmodells zwei voneinander abhängige Schritte sind, ist es notwendig, die Schnittstelle zwischen den beiden Prozessen – d.h. Grenzflächen stratigraphischer Körper und Beschreibungen dieser

Grenzflächen – zu definieren. Ausgehend von den in der geologischen Bearbeitung definierten Grenzflächen bedeutet dies, dass z.B. grundsätzlich untersucht werden muss, wie und mit welchen Vereinfachungen Subrosions-senken sowie fazielle Verzahnungsbereiche des Leinetal-Grabens in 3D-Modellen darstellbar sind.

Eine Nutzung des 3D-Modells als Datenbasis umfassender geowissenschaftlicher Planungsunterlagen erfordert zudem ein attribuiertes Volumenmodell. D.h. relevante Modellierungseinheiten müssen mit bodenphysikalischen und bodenmechanischen Kennwerten versehen werden. Im Rahmen des Projektes wird eine Vorgehensweise erarbeitet, die auf der Basis der verfügbaren bodenphysikalischen und bodenmechanischen Daten eine Attributierung bzw. Klassifizierung der Lockergesteinskörper nach dem System der Ingenieurgeologischen Karte 1:50.000 (IGK 50) von Niedersachsen ermöglicht.

Literatur

Ackermann, E. (1954): Gliederung, Kinematik und paläoklimatische Bedeutung der würmzeitlichen Ablagerungen in Göttingen.- Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg, 23, 126-141, 8 Abb.; Hamburg.

Arp, G., Hoffmann, V.-E., Seppelt, S. & Riegel, W. (2004): Exkursion 6: Trias und Jura von Göttingen und Umgebung.- 74. Jahrestagung der Paläontologischen Gesellschaft, Oktober 2004, Göttinge, S. 147- 192.

Grüger, E., Jordan, H., Meischner, D. & Schlie, P. (1994): Mittelpleistozäne Warmzeiten in Göttingen, Bohrungen Ottostraße und Akazienweg.- Geol. Jb., A 134, S. 9 - 69, 29 Abb., 1 Tab.; Hannover.

Meischner, Dieter (2002): Der Leinetal-Graben, eine geologische Legende. Öff. Vortrag, Transcript, S. 2, Abb. 5, Göttingen, 28.01.2002.

Rohdenburg, H. (1965): Untersuchungen zur pleistozänen Formung am Beispiel der Westabdachung des Göttinger Waldes.- Giessener Geographische Schriften, H. 7, S. 5-83; Giessen.

Schlie, P. (1989): Hydrogeologie des Grundwasserwerkes Stegemühle in Göttingen.- Göttinger Arb. Geol. Paläont., 43, 134 S., 32 Abb., 28 Tab.; Göttingen.

Wildhagen, H. & Meyer, B. (1972a): Holozäne Bodenentwicklung, Sedimentbildung und Geomorphogenese im Flußauenbereich der Göttinger Leinetal-Grabens, 1: Spätglazial und Holozän bis zum Beginn der eiszeitlichen Auelehm-Ablagerung.- Göttinger Bodenkundl. Ber., 21, 1-75, 9 Abb., 2 Kt.; Göttingen.

Wildhagen, H. & Meyer, B. (1972b): Holozäne Bodenentwicklung, Sedimentbildung und Geomorphogenese im Flußauenbereich der Göttinger Leinetal-Grabens, II: Die Auenlehm-Decke des Subatlantikums.- Göttinger Bodenkundl. Ber., 21, 77-158; Göttingen.

Wunderlich, H. G. (1959): Zur Abfolge und Altersstellung quartärer Bildungen im Stadtgebiet von Göttingen.- Eiszeitalter und Gegenw., 10, 41-55, 5 Abb., 1 Tab.; Öhringen.

Wunderlich, H. G. (1963): Das Quartär der Grone - Niederung westlich Göttingen.- Eiszeitalter und Gegenw., 14, 53-67, 8 Abb.; Öhringen.