

Ein Quartärbasismodell der Donauterrassen zwischen Pfatter und Straubing

Gerhard SCHELLMANN¹ & Christian GEBHARDT²

Abstract

An accurate projection map about the depth of the local base level of Quaternary fluvial deposits in valleys is important for diverse aspects of e.g. hydrogeology or engineering geology. However, boreholes with precise informations about it are limited and irregularly distributed. Detailed investigations and mapping of the fluvial terraces in the valley can help for isoline calculations of base level depth about the fluvial valley infill. This is because margins of fluvial terraces often coincide with changes of the base level of erosion. If a terrace body reaches up to the pre-Quaternary basement, its margins also indicate changes of the base level of a fluvial valley infill. Thus, supporting points with an supposable depth of the Quaternary basis can be set along the terrace margins and used for calculating isolines. Exemplarely, we show for the Danube valley between Pfatter and Straubing that a projection map of the base level of the Quaternary fluvial valley infill is more accurate if the Natural Neighbors Interpolation is used and supporting points are set along the terrace margins, where an in- or decrease of the base level is known from other valley sites.

1. Einführung

Im Rahmen einer stratigraphischen Differenzierung quartärer Flussablagerungen in unseren Tälern sind Informationen über deren Mächtigkeit, Lithologie und räumliche Lagerung ein wichtiger Aspekt sowohl für die Rekonstruktion von Perioden mit dominierender fluvialer Erosion oder Akkumulation von Sedimenten als auch für zahlreiche angewandte Fragestellungen vor allem der Hydrogeologie, Lagerstättenkunde und Baugrundgeologie. Dabei tritt in der Regel das Problem auf, dass Informationen aus punktuellen und räumlich sehr unregelmäßig verteilten Bohrdaten über das Tal

¹ Institut für Geographie, Universität Bamberg, D-96045 Bamberg, gerhard.schellmann@uni-bamberg.de

² Studentischer Mitarbeiter am Lehrstuhl für Physische Geographie, Universität Bamberg

oder Ausschnitte des Tals extrapoliert werden müssen. Am Beispiel des Donautals zwischen Pfatter und Straubing soll daher exemplarisch aufgezeigt werden, dass eine Berücksichtigung des morphologisch-geologischen Terrassenbaustils unseres Erachtens die Qualität, d.h. die Wahrscheinlichkeit der Korrektheit von Quartärbasis-karten deutlich verbessern kann. Dieser Abschnitt des Niederbayerischen Donautals bietet sich sowohl wegen des relativ gut bekannten morphologisch-geologischen Aufbaus der Donauterrassen an als auch wegen der zahlreich vorliegenden Bohrungen, die bis unter die quartäre Talsohle reichen.

Die Untersuchungen wurden in den Jahren 2004 bis 2006 im Auftrag des Bayerischen Geologischen Landesamtes im Rahmen der von der EU geförderten Maßnahme „Schaffung geologischer und hydrogeologischer Informationsgrundlagen“ durchgeführt. Im Vordergrund stand die Kartierung der Donauterrassen und der quartären Talfüllung von Aiterach, Großer und Kleiner Laber auf den vier Gradabteilungsblätter 7040 Pfatter, 7041 Münster, 7140 Geiselhöring und 7141 Straubing, deren Ergebnisse u.a. bei SCHELLMANN et al. (in diesem Band) zusammengefasst sind. Eine digitale Version der Kartierungen inklusive ausführlicher Erläuterungen sind im Abschlußbericht des Projektes erstellt worden und am Bayerischen Landesamt für Umwelt, Geologischer Dienst hinterlegt.

2. Datengrundlage und Methodik

Die Datengrundlage für die hier vorgestellte Quartärbasiskarte bilden 1054 Schichtenverzeichnisse von Bohrungen, in denen die prä-quartäre Talsohle erreicht wurde. Diese Unterlagen von Wasser- und Pegelbohrungen, sowie Kiesgruben- und Baugrundbohrungen stellten dankenswerter Weise zur Verfügung: das Bayerische Geologische Landesamt (heute: Landesamt für Umwelt), das Straßenbauamt und das Wasserwirtschaftsamt Regensburg, die Stadtwerke Straubing, die Rhein-Main-Donau-AG, das Wasserwirtschaftsamt Deggendorf, Herr Dr. Roland KUNZ von der IFB Eigenschenk (Deggendorf) und andere Ingenieurbüros.

Die Verteilung der Bohrpunkte über das Untersuchungsgebiet ist sehr unregelmäßig (Abb. 1), wobei einigen Lokalisationen mit einer Konzentration mehrerer Bohrungen große Areale des Donautals mit wenigen oder völlig fehlenden Informationen aus Bohrungen gegenüber stehen. In gut abgedeckten Arealen beträgt der mittlere Abstand der Bohrpunkte weniger als 400 m (Nordwesten, Osten; sowie vorwiegend in der holozänen Donauaue), in den schwächer abgedeckten zwischen 500 und 1.500 m

und in sehr gering abgedeckten Bereichen (Nieder- und Hochterrassen im westlichen Teil des Untersuchungsgebietes) bis zu 2.000 m. Für die Erstellung einer Isolinkarte der Tiefenlage der Quartärbasis ist eine derartige unregelmäßige Verteilung natürlich sehr ungünstig, da in vielen Arealen die Interpolation sich kaum oder gar nicht auf vorhandene Informationen zur Tiefenlage der Quartärbasis stützen kann. Ideal wäre ein dichtes, regelmäßiges Raster, aber ein solches liegt auch in anderen Tälern, zumindest in der hier betrachteten großen räumlichen Ausdehnung, allein aus Kostengründen nicht vor.

Insofern galt es, mit den vorhandenen Daten ein möglichst realistisches Bild über die Tiefenlage der Quartärbasis zu erstellen. Als Interpolationsverfahren bietet sich das Natural Neighbors-Verfahren an (u.a. SIBSON 1981). Bei diesem Verfahren wird der Wert jedes vorhandenen Punktes in das Ergebnis exakt übernommen (lokales oder punktgetreues Verfahren) und nur Bereiche ohne gegebene Informationen werden interpoliert. Dabei werden Ungleichmäßigkeiten abgebildet, statt sie zugunsten eines Trends zu glätten wie dies etwa bei Kriging-Verfahren der Fall ist. Beim Natural Neighbors-Verfahren können also kleinräumigere Strukturen wie Rinnen oder Erhebungen an der Quartärbasis abgebildet werden. Die Gefahr, dass derartige Strukturen durch das Verfahren selbst erzeugt oder geglättet werden, besteht nicht. Zudem ist die Anwendung des Verfahrens benutzerfreundlich, da im Gegensatz zu Kriging-Verfahren kaum Parameter einstellbar sind. Damit sind die Interpolationen weniger individuell beeinflussbar, leichter nachvollziehbar und kontrollierbar. Kriging-Verfahren bieten sich unseres Erachtens vor allem für homogenere Werteverteilungen auf einer Fläche an. Für weitere Details zu den Interpolationsmethoden sei auf die Literatur der Geostatistik (u.a. CRESSIE 1993; HAINING 2003) verwiesen. Die Erstellung der Quartärbasiskarten mit Hilfe des Natural Neighbors-Verfahrens erfolgte in ArcGIS 9.3 unter Verwendung der Extension „3D-Analyst“.

3. Ergebnisse

Die unter Verwendung des Natural Neighbors-Verfahrens berechnete Karte der Tiefenlage der Quartärbasis im Donautal zwischen Pfatter und Straubing-Bogen (Abb. 1) zeigt trotz der unregelmäßigen Verteilung der Bohrdaten ein Bild, in dem die wesentlichen Grundzüge der Gliederung der quartären Talsohle (hierzu siehe SCHELLMANN et al. in diesem Band) deutlich hervortreten. So liegt die Quartärbasis im Bereich der Älteren (ÄHT) und Mittleren (MHT) Hochterrasse deutlich höher als im Bereich der

Jüngerer Hochterrasse (JHT), den Übergangs- (ÜT1, ÜT2) und Niederterrassen (NT1 bis NT3). Die Quartärbasis liegt im Bereich der holozänen Donauaue mit ihren Mäanderterrassen wiederum tiefer als im Bereich der pleistozänen Terrassen. In den einmündenden Seitentälern der Großen und vor allem der Kleinen Laber sind die Isolinien wegen der geringen Anzahl der Datenpunkte und unter Berücksichtigung des dort kleinräumigen Wechsels von Terrassenkörpern für akkurate Aussagen nicht verwendbar.

Innerhalb dieser großen Terrassenfluren des Donautals bilden sich auch weitere Details ab, wie der Verlauf zweier Tiefenrinnen innerhalb der Quartärbasis:

- a) die Tiefenrinne der „Hartinger Schichten“ im Bereich der ÄHT südlich und südöstlich von Straubing und
- b) die „JHT-Tiefenrinne“ im Bereich der Niederterrassen südlich von Pfatter (siehe hierzu SCHELLMANN et al. in diesem Band).

Die Quartärbasis besitzt in diesem Talabschnitt einige markante Abfälle und zwar vor allem a) von der relativ hohen Lage im Bereich der ÄHT zur tieferen Basis im Bereich der MHT bzw. den jüngeren Donauterrassen der JHT bis NT2 sowie b) zwischen den pleistozänen Terrassen und der tiefen Lage der Quartärbasis im Bereich der holozänen Donauaue (SCHELLMANN et al. in diesem Band). Dieser an den geologischen Grenzen auf relativ kleinem Raum stattfindende sprunghafte Abfall auf ein tieferes Basisniveau ist wegen ungleichmäßiger Verteilung, lokalen Konzentrationen und Fehlen von Bohrdaten in den Isolinien häufiger als mehr oder minder gleichmäßige, teilweise allmählich unter mehreren Terrassenkörpern hinweg abfallende Basisflächen wiedergegeben (Abb. 1). Berücksichtigt man die Genese der Quartärbasis durch Flussbetterosion, dann würde dies ein allmähliches Abgleiten der Flussbettsohle über mehrere Kaltzeiten hinweg bis zur Tiefenlinie im Bereich der holozänen Donauaue erfordern. Die Quartärbasis im Bereich der Donauterrassen ist aber das Ergebnis von mehreren fluvialen Ausräumungsphasen vor allem am Ausgang und zu Beginn der Kaltzeiten, kräftigen Akkumulationsphasen in den Kaltzeiten und lateralen Verlagerungen der Tiefenlinie der Donaubettsohle vor allem in den Warmzeiten (SCHELLMANN et al. in diesem Band). Insofern spiegeln die Isolinien nur dort, wo zahlreichere und in der Fläche besser verteilte Bohrdaten existieren, auch die tatsächlichen Verhältnisse an der Quartärbasis wider und zeigen mehrere unterschiedlich hohe Basisniveaus, die in sich durch Mulden und Rücken, also ehemalige Kolke und Untiefen an der Flussbettsohle, gegliedert sind oder manchmal auch von langgestreckten Paläorinnen wie die JHT-Tiefenrinne und die Tiefenzone der Hartinger Schichten

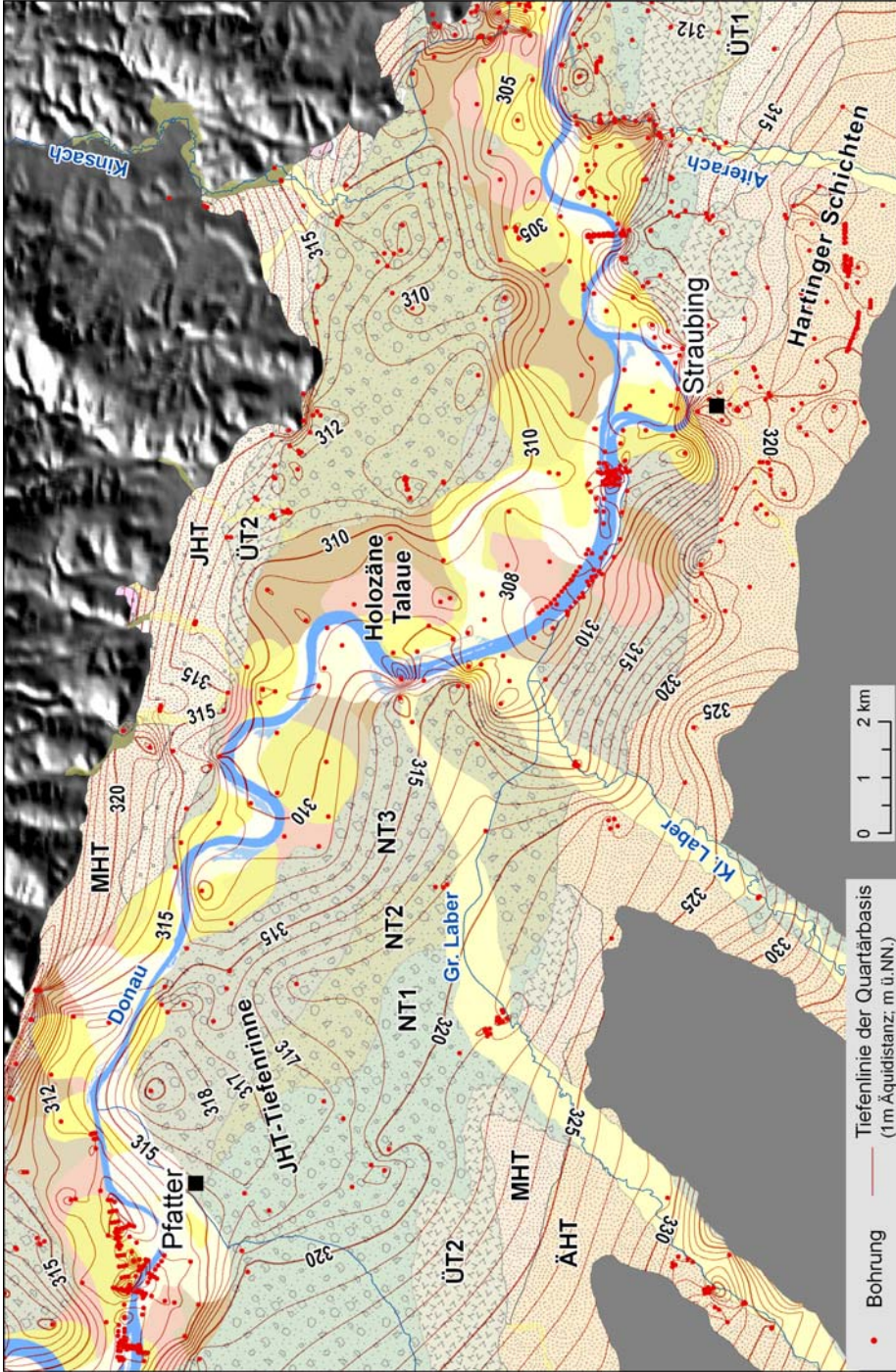


Abb. 1: Tiefenlage der Quartärbasis (m ü. NN) im Donautal zwischen Pfatter und Straubing-Bogen. Die Isolinien wurden im ArcGis 9.3 mit Hilfe des Natural Neighbors-Verfahrens berechnet.

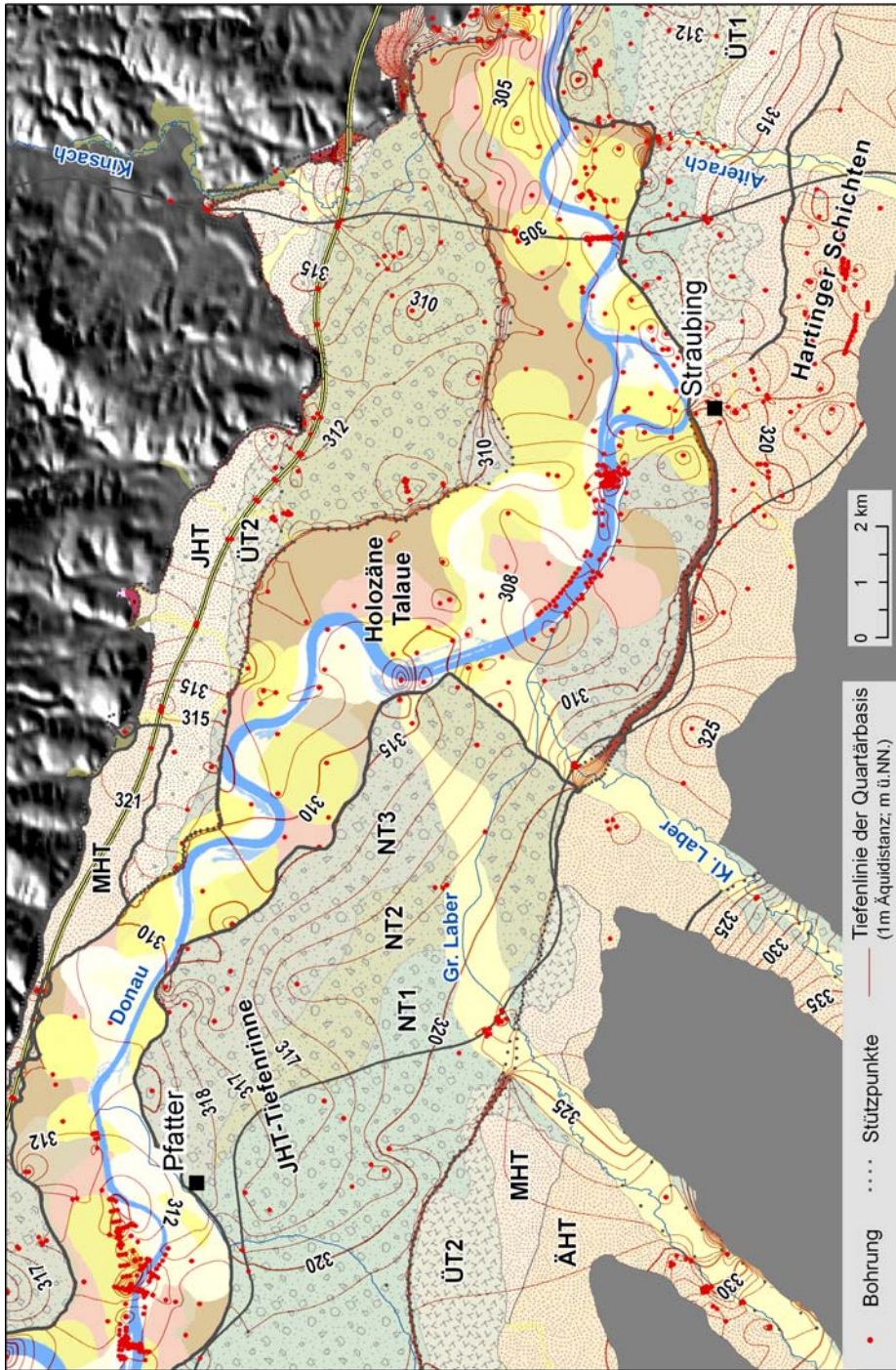


Abb. 2: Tiefenlage der Quartärbasis (m ü. NN) im Donaual zwischen Pfatter und Straubing-Bogen. Die Isolinen wurden im ArcGis 9.3 mit Hilfe des Natural Neighbors-Verfahrens unter Verwendung von Stützpunkten (siehe Text) berechnet.

durchzogen werden. Die Niveaus selbst sind durch stufenartige Abfälle bzw. Anstiege voneinander getrennt, wie dies in der Quartärbasiskarte (Abb. 1) halbwegs realitätsnah nördlich der Donau im östlichen Areal der NT2 und östlich von Straubing im Bereich der ÄHT und an der Außengrenze der holozänen Donauaue zum höheren Basisniveau der pleistozänen Terrassen der Fall ist. Das schließt mit ein, dass bei den Basisniveaus der kaltzeitlichen Terrassen die Quartärbasis manchmal am Außenrand zunächst leicht ansteigt, bevor der eigentliche Anstieg auf das nächsthöhere Basisniveau oder zum Talhang erfolgt und dass die Quartärbasis auch bei wechselnder Erosionswiderständigkeit des Gesteinsuntergrundes wenige Meter höher oder tiefer liegen kann (SCHELLMANN 1990). Letzteres betrifft im Untersuchungsgebiet allerdings nur Areale am nördlichen Talrand entlang des Donaurandbruchs, sofern dort statt miozäner Lockergesteine oder verwittertem Kristallin fester Fels ausstreicht.

Diese Differenzierung der Quartärbasis in verschiedene Niveaus resultiert aus der Seitenerosion von ehemaligen, unterschiedlich tief im Tal liegenden Flussbettsohlen. Das bedeutet, eine Änderung der Lage der Quartärbasis ist immer dann mit einer morphologischen Terrassengrenze verbunden, sobald die zur jüngeren Terrasse zugehörige Flussbettsohle tiefer lag als in der angrenzenden, von diesem Flussbett unterschrittenen älteren Terrasse.

Derartige sprunghafte Anstiege der Quartärbasis befinden sich im hier betrachteten Donautalabschnitt vor allem am Außenrand der holozänen Donauaue sowie nördlich der Donau am Außenrand der JHT gegen die MHT. Südlich der Donau existieren weitere sprunghafte Anstiege der Quartärbasis oberhalb von Straubing am Außenrand der Niederterrassenfluren gegen die Übergangs- und Hochterrassen sowie unterhalb von Straubing zwischen MHT und ÄHT.

Insofern ist es sinnvoll, Informationen aus der morphologisch-geologischen Verbreitung der Donauterrassen bei der Berechnung einer Quartärbasiskarte zu berücksichtigen. Dazu bietet es sich an, Stützpunkte an den bedeutenden Stufenabfällen zu setzen, die bei der Berechnung der Isolinien mit eingehen (Abb. 2). Die Quartärbasiswerte dieser Stützpunkte orientieren sich dabei an den Basiswerten möglichst in der Nähe liegender realer Bohrpunkte. Die Stützpunkte selbst sind als doppelte Punktreihen entlang der Terrassengrenzen zu legen und zwar eine Reihe entlang der Unter- und die andere entlang der Oberkante der Terrassenstufe. Dadurch und durch Wahl geringer Abstände der Stützpunkte (in Abb. 2 oft unter 5 m) können bei Anwendung des Natural Neighbors-Verfahrens die in der Natur auftretenden relativ steilen Abfäl-

le der Quartärbasis auch im Modell erzeugt werden.

Für die auf Stützpunkten basierte Nearest Neighbor-Interpolation der Quartärbasis in Abb. 2 wurden entlang der für die Quartärbasis relevanten Terrassengrenzen manuell etwa 8.000 Stützpunkte gesetzt, deren Quartärbasiswerte sich an den umliegenden realen Bohrpunkten orientieren.

Diese „interpretierte“ bzw. stützpunktbasierte Quartärbasiskarte dürfte den tatsächlichen Verhältnissen am ehesten entsprechen. Die unterschiedlichen Quartärbasisniveaus der holozänen Donauaue, der beiden älteren Niederterrassen, der JHT, der MHT und ÄHT sind nun klarer voneinander abgesetzt. Dennoch bleiben Areale, in denen wie zum Beispiel im Bereich der NT3 östlich von Pfatter aus Mangel an Bohrdaten allmähliche Abfälle der Quartärbasis auftreten, die sicherlich nicht den realen Verhältnissen entsprechen (siehe auch SCHELLMANN et al. in diesem Band). Das ist aber nur durch weitere Bohrdaten zu verbessern.

Es wurde ebenfalls getestet, inwieweit die Erstellung von Isolinien mit Hilfe diverser Kriging-Varianten realistischere Ergebnisse liefern könnte. Je nach individueller Wahl der zahlreichen beim Kriging-Verfahren zu wählenden Parameter ergeben sich teilweise stark voneinander abweichende Ergebnisse, die mitunter weit von einer realistischen Abbildung der Gegebenheiten entfernt waren. Ob ein „Feintuning“ aller geostatistischen Parameter hierbei bessere Ergebnisse liefern könnte, ist fraglich, denn die Verteilung der Quartärbasis folgt keinen statistischen Parametern. Nur weitere Quartärbasiswerte und eine gleichmässige Abdeckung des Raumes würden wesentliche Verbesserungen bringen.

4. Schlußfolgerungen

Das Ergebnis der Modellierung einer Quartärbasiskarte mit Hilfe eines „interpretierten“ (s.o.) Natural Neighbors-Verfahrens ist im Bereich hoher Bohrpunktdichten als gut und in den Arealen, in denen wenige Bohrpunkte mit Quartärbasiswerten vorliegen, dank der manuell gesetzten Stützpunkte als brauchbar anzusehen.

Es zeigt sich, dass bei der Berechnung von Quartärbasiskarten auf der Basis von Bohrdaten, die extrem unregelmäßig mit einzelnen räumlichen Konzentrationen verteilt sind, trotz noch so ausgeklügelter mathematischer Algorithmen letztlich weitere morphologisch-geologische Informationen in das Modell einfließen sollten, um ein

halbwegs realitätsnahes Modell erstellen zu können. Grundsätzlich gilt dabei „je mehr Bohrpunkte desto besser“, „je gleichmäßiger die Bohrpunkte im Raum verteilt sind, umso besser“ und im konkreten Fall je genauer die Stratigraphie der Donauterrassen bekannt ist und damit als Information über die Tiefenlage und Reliefgestaltung der quartären Talsohle einbezogen werden kann, umso realitätsnäher ist ein Quartärbasismodell.

Nach unserer Auffassung liefert das beschriebene manuell ergänzte und damit die morphologisch-geologischen Verhältnisse berücksichtigende Quartärbasismodell unter Verwendung des Natural Neighbors-Verfahrens insgesamt eine in vielen Arealen des Untersuchungsgebietes halbwegs zutreffende Darstellung der Tiefenlage der Quartärbasis. Natürlich wäre es nun von Interesse, mit Hilfe von Bohrungen zu überprüfen, inwieweit die aus der Interpolation berechnete Lage der Quartärbasis zutrifft und so die Interpolation zu verifizieren oder zu verbessern.

Literatur:

CRESSIE, N. (1993): *Statistics for spatial data*. – New York.

HAINING, R. (2003): *Spatial data analysis. Theory and practice*. – Cambridge.

SCHELLMANN, G. (1990): Fluviale Geomorphodynamik im jüngeren Quartär des unteren Isar- und angrenzenden Donautales. – *Düsseldorfer Geogr. Schr.*, 29; Düsseldorf.

SCHELLMANN, G., IRMLER, R. & SAUER, D. (in diesem Band): Zur Verbreitung, geologischen Lagerung und Altersstellung der Donauterrassen auf Blatt L7141 Straubing. – *Bamberger Geogr. Schr.*, 24; Bamberg.

SIBSON, R. (1981): A brief description of Natural Neighbor Interpolation. – In: BARNETT, V. (Ed.): *Interpolating multivariate data*: 21-36; New York.