

Donauterrassen und Donaukiese im Bereich des Wiener Stadtgebietes

SABINE GRUPE¹, THOMAS PAYER¹ & SEBASTIAN PFLEIDERER²

7 Abbildungen, 1 Tabelle

Österreichische Karte 1:50.000

BMN / UTM

40 Stockerau / NM 33-12-19 Tulln an der Donau

41 Deutsch Wagram / NM 33-12-20 Wien

58 Baden / NM 33-12-25 Baden

59 Wien / NM 33-12-26 Schwechat

Donauterrassen

Donaukies

Grundwasser

Stratigrafie

Quartär

Wien

Inhalt

Zusammenfassung	29
Abstract	29
Vorwort	30
Datengrundlage und Bearbeitung	30
Geschiebe der Donau	30
Verbreitung von Donaukies	31
Unter- und Oberkante von Donaukies	31
Mächtigkeit des Donaukieses	34
Grundwasser im Donaukies	34
Schlussfolgerung und Ausblick	36
Dank	37
Literatur	38

Zusammenfassung

Ungefähr 55 % des Wiener Stadtgebietes ist von Kieser der Donau bedeckt. Im Quartär lagerte die Donau bis zu 17 m mächtige Quarzkiese auf einem miozänen Relief aus Wiener Becken-Sedimenten ab. Die pannonen Tone, Schluffe und Sande stellen den Grundwasserstauer dar. Die Quarzkiese bilden den wichtigsten, oberflächen-nahen und zusammenhängenden Grundwasserleiter in Wien.

Westlich des Abbruchufers der rezenten Donau liegen pleistozäne Donaukiese terrassenförmig über rund 80 Höhenmeter nach Osten abgestuft unter einer natürlichen, reliefausgleichenden Bedeckung aus Löss, Lösslehm und Kolluvium verborgen. Östlich – in der ebenen Talsohle der Donau – sind nacheiszeitliche Donaukiese unter Aulehm/Ausand verbreitet. Lokal – im Bereich der geologischen Tiefenstruktur „Schwechat Tief“ – sind im Liegenden der holozänen auch pliozäne Donauquarzkiese verbreitet. Dies führt zu einer stark erhöhten Kiesmächtigkeit von insgesamt bis zu 33 m.

Die Donaukiese sind durch etwa 30.000 Bohrungen aufgeschlossen. Im Zuge der hydrogeologischen Bearbeitung konnten ihre Verbreitung und aufgrund von Kiesunter- und Kiesoberkanten bisher 16 quartäre Niveaus abgegrenzt werden. Manche Niveaus sind durch die Störungssäste des rezent aktiven Leopoldsdorfer Bruchsystems tektonisch begrenzt. Die Terrassen westlich vom Leopoldsdorfer Bruchsystem unterscheiden sich von dem Kiesniveau östlich davon. Im Bruchsystem selbst liegt ein Mosaik von tektonischen Terrassen vor. Die Terrassengenese im Wiener Raum basiert daher nicht nur auf einem Wechselspiel von Kalt- und Warmzeiten, sondern ist auch tektonisch bedingt.

Danube terraces and gravel in the Vienna City area

Abstract

Approximately 55 % of Vienna's city area is covered by a gravel layer deposited by the Danube River during the Quaternary. The gravel consists mainly of quartz components, and the layer reaches a thickness of up to 17 m. It overlies the top surface of Miocene sediments of the Vienna basin which are represented by clay, silt and sand layers and which act as an aquiclude. The quartz-gravel layer constitutes the most important and continuous surface aquifer in Vienna.

1 SABINE GRUPE, THOMAS PAYER: Wiener Gewässer Management Gesellschaft mbH, Heinrich-von-Buol-Gasse 6, 1210 Wien. Sabine.Grupe@wgm.wien.at, Thomas.Payer@wgm.wien.at
 2 SEBASTIAN PFLEIDERER: Geologische Bundesanstalt, Neulinggasse 38, 1030 Wien. sebastian.pfleiderer@geologie.ac.at

West of the recent cut bank of the Danube River, Pleistocene gravel deposits form several terraces which in total mount up to an altitude of 80 m above the Danube. These terraces are hidden under a cover of loess, loam and colluvium, which masks most of the stepped morphology. To the east of the cut bank, Holocene gravel deposits make up the Danube plain, covered locally by floodplain sand and silt deposits. In the geological depression of the 'Schwechat Tief', Holocene gravel beds are underlain by Pliocene gravel, also deposited by the Danube River and consisting mainly of quartz components. Together, these two gravel layers reach a thickness of up to 33 m.

Evidence of the Danube gravel is given by approximately 30,000 drill holes. For a hydrogeological study, these were used to delimit the lateral extent, top and bottom of the Quaternary gravel layers and to identify 16 morphological levels. Some of these levels are delimited tectonically by fault lines of the Leopoldsdorf active fault system. Terraces to the west of this fault system are distinctly different from the level to the east. Within the fault system, a mosaic of various tectonic terraces is present. The formation of terraces in the city area of Vienna is not only due to climatic changes between cold and warm periods but was also tectonically induced.

Vorwort

Die Stadt Wien – Wiener Gewässer schafft sich eine Planungsgrundlage über den hydrogeologischen Untergrund. Die Projekte „Angewandte Hydrogeologische Forschung – Stadtgebiet Wien“ (2009–2019) und „Schichtmodell von Wien“ (2020–2023) sind ein Beitrag zu Wissenschaft und Forschung in der Wiener Stadtverwaltung. Sie werden vom Technischen Büro für Geologie der WGM – Wiener Gewässer Management GmbH umgesetzt. Die gebietsmäßige Bearbeitung erfolgt anlassbezogen gemäß der Priorität von Untergrundplanungen der Stadt Wien, also im Vorfeld von U-Bahn-Bauten, wasserbaulichen Eingriffen oder grundwasserbewirtschaftenden und grundwasserschützenden Maßnahmen.

Ziel ist die räumliche Abgrenzung des obersten Grundwasserkörpers, bestehend aus quartären, teilweise auch miozänen Schichten, die Beschreibung der Grundwasserleiter, der auftretenden Grundwasserarten, der großräumigen Grundwasserverhältnisse sowie der Relevanz für Bauvorhaben der Stadt Wien.

Durch die hydrogeologische Auswertung von über 55.000 Bohrungen werden detaillierte Erkenntnisse über den geologischen Schichtaufbau und die Verbreitung von Grundwasserleitern gewonnen. Aktuell werden diese Ergebnisse in ein wienweites Schichtmodell transformiert. Die Ergebniserzeugung erfolgt im engen Austausch mit stadtinternen und stadtexternen Institutionen, wie beispielsweise der Geologischen Bundesanstalt (GBA).

Dieser Artikel enthält die Ergebnisse bezüglich der wichtigsten hydrogeologischen Schicht, dem Donaukies, dem wichtigsten Aquifer im Bereich des Wiener Stadtgebietes.

Datengrundlage und Bearbeitung

Die Stadt Wien – Wiener Gewässer stellt grundwasserrelevante Daten, die Stadtvermessung Wien kartografische Grundlagen und der Wiener Brückenbau und Grundbau Bohrprofile zur Verfügung. Zudem wurden auch Kartenmaterial, Kenntnisse aus Aufschlüssen und aus geophysikalischen Untersuchungen, Studien und Projektunterlagen einbezogen. Eine wichtige hydrogeologische Grundlage ist die sogenannte „Tiefengrundwasserstudie“ der Stadt Wien – Wiener Gewässer (NOWY et al., 2001), eine wichtige geologische Grundlage ist der „Geoatlas Wien“ der Geologischen Bundesanstalt (HOFMANN & PFLEIDERER, 2003) im Auftrag der Stadt Wien – Wiener Grundbau und des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Kultur, eine wichtige stratigrafische Grundlage ist die geologische Karte der Stadt Wien von BRIX (1972).

Im Rahmen der hydrogeologischen Bearbeitung wurden Aufschlüsse des Untergrundes (Baugrundaufschlüsse, Brunnen und Grundwassermessstellen) ausgewertet. Die Daten wurden unter einem einheitlichen hydrogeologischen Standard analysiert, auf Plausibilität überprüft und mit einem sediment- und tektogenetischen Verständnis für den geologischen Ablagerungsraum interpretiert.

Wienweit wurden 64.357 Bohrungen bearbeitet. Davon konnten 55.096 für die hydrogeologische Auswertung herangezogen werden. Von ihnen schließen 29.766 Donaukies auf. Durch 13.628 Bohrungen sind Kiesunter- und Kiesoberkante und damit die Kiesmächtigkeit bekannt.

Aufgrund dieser Daten wurde mit ArcGIS ein räumliches, geologisches 2.5D-Schichtmodell (Rasterdaten) erstellt. Dabei werden Schichten als einzelne 2.5D-Datensätze modelliert. Zusammengesetzt ergeben die Schichten eine sehr detaillierte 3D-Repräsentation des Untergrundes von Wien (GRUPE & PAYER, 2020; <https://www.wgm.wien.at/hydrogeologische-forschung>).

Geschiebe der Donau

Das Geschiebe der Donau besteht aus sandigen Kiesen. Es handelt sich um Rundsotter (isometrische Kornform und gute Kornrundung). Aufgrund der hohen Abriebsresistenz von Quarz (ATTAL & LAVÉ, 2009; THURO et al., 2007) bestehen die Kiese bereichsweise bis zu 80 % aus Quarz und zu 20 % aus anderen Gesteinen des Einzugsgebietes (KURZWEIL, 2020).

Die Donau entspringt im östlichen Schwarzwald bei Donaueschingen in Baden-Württemberg. In der Geologischen Basiskarte von Ebner (in WEBER, 1997) lässt sich das Gesteinsspektrum im Einzugsgebiet der Donau ablesen: Der Inn liefert vor allem ostalpine Gesteine. Enns, Erlauf und Traisen bringen überwiegend Gesteine aus der Grauwackenzone und aus den Nördlichen Kalkalpen (beide oberostalpin), der Kamp Gesteine aus der Böhmisches Masse (überwiegend aus dem Moldanubikum). So besteht das Geschiebespektrum der Donau aus magmatischen Gesteinen (Granite, Diorite, Porphyre sowie Ganggesteine wie „Pfahlquarze“ und Pegmatite), metamorphen Gesteinen (Quarzite, Gneise, Granulite, Migmatite, Tonschiefer, Grünschiefer, Glimmerschiefer, Amphibolite, Serpentinite, Marmor) und sedimentären Gesteinen (Brekzien und Konglomerate, Sandsteine, Kalksteine, Dolomite, Hornsteine).

Es gibt im Wiener Raum holozäne, pleistozäne und jungpliozäne Donaukiese.

Der holozäne Donaukies besteht aus sandigen bis stark sandigen, grauen (grauweißen, blaugrauen, gelbgrauen,

braungrauen) Kiesen. Im Grundwasserschwankungsbereich können sich Krusten von Eisen- und Manganhydroxiden ausbilden, welche die Kiese bräunlich bis gelblich färben.

Zumeist ist der holozäne Donaukies unverwittert, unverfestigt und von glatter Oberfläche. Je nach Sand- und Schluffgehalt des Kieses ist die Lagerung locker bis mitteldicht. Sandlagen kommen häufig vor. Sandfreie Lagen (offene Strukturen), Konglomerierungen sowie Schlufflagen können untergeordnet vorkommen.

Die basale Lage des holozänen Donaukieses ist häufig grob ausgebildet; oftmals finden sich in der basalen Kieslage Steine und Blöcke.

Im holozänen Donaukies können auch subfossile Baumstämme vorkommen.

Der pleistozäne Terrassenkies: Die Terrassenkiese können von grauer, gelber, brauner, aber lokal auch von rotbrauner Farbe sein. Der älteste Terrassenkies, der Laaerberg-Terrassenschotter (Niveau 1), ist stark verwittert und weist einen höheren Feinkornanteil auf als die jüngeren Terrassenkiese. Diese Kiese werden viel öfter mit den Farben „rot“ und „rotbraun“ als andere Terrassenkiese charakterisiert. Die Farbe ergibt sich auch aufgrund der hier oft rötlichen Matrix.

Die basale Lage der pleistozänen Donaukiesterrassen ist ebenfalls oftmals grob ausgebildet.

Jungpliozäne Kiese: Am südöstlichen Stadtrand – im Bereich der geologischen Tiefenstruktur „Schwechat Tief“ – wurde mithilfe der Bohrprofile ein Vorkommen von rötlichen unter grauen Donaukiesen auskartiert. Zur Unterstützung der Forschungsfrage hinsichtlich der Genese dieses Vorkommens wurde von der Stadt Wien – Wiener Gewässer 2012 beim Hafen Albern eine 30 m tiefe Forschungsbohrung abgeteuft und das Bohrgut durch die Geologische Bundesanstalt sedimentologisch (PERESSON, 2014) und durch die Universität für Bodenkultur bezüglich Sedimentalter untersucht (FIEBIG & NEUHUBER, 2015; FIEBIG & LÜTHGENS, 2015). Die Untersuchung zeigte, dass der Donaukies aus zwei deutlich getrennten, eigenständigen Sedimentationsphasen stammt. Während im oberen Kieskörper graue, unverfestigte Mittel- bis Grobkiese mit Flyschsandstein-Komponenten dominieren, ist der Kieskörper im Liegenden verwittert, orange, rot bis braun gefärbt und besteht aus verfestigtem Fein- bis Mittelkies ohne Sandstein- oder Kristallingeröllen. Die Altersdatierung zeigt, dass die obere Kiesablagerung dem Holozän zugeordnet werden kann, und der darunterliegende Kies jungpliozänes Alter aufweist (LÜTHGENS et al., 2017).

Verbreitung von Donaukies

Ungefähr 55 % des Wiener Stadtgebietes ist von Kiesen der Donau bedeckt (Abb. 1). Davon entfallen drei Viertel dieser Fläche auf holozäne (Fläche 7 in Abb. 1) und ein Viertel auf pleistozäne Kiese (Flächen 1–6, L, A und N, farblich in Abb. 1).

Östlich des Abbruchufers der rezenten Donau (schwarze Böschungssignatur in den Abbildungen 1, 4 und 7) sind holozäne Donaukiese in der ebenen Talsohle der Donau unter Aulehm/Ausand verbreitet. Westlich des Abbruch-

ufers liegen pleistozäne Donaukiese terrassenförmig über rund 80 Höhenmeter nach Osten abgestuft unter einer natürlichen, reliefeinebnenden Bedeckung aus Löss, Lösslehm und Kolluvium.

Die westlichste Begrenzung der Donauterrassenkiese zieht sich von Norden nach Süden, vom XVIII. Wiener Gemeindebezirk (Währing; nördlich Schubertpark) über den XV. Wiener Gemeindebezirk (Rudolfstempel-Fünfhäuser; Wiener Stadthalle, Schmelz und Westbahnhof) zum X. Wiener Gemeindebezirk (Favoriten; Höhenzug Laaerberg/Wienerberg).

Weiter westlich gibt es keine Hinweise auf Relikte von höheren Donaukiesterrassen-Niveaus. Prinzipiell ist nicht klar, ob hier keine Donauterrassenkiese abgelagert wurden, oder ob ehemals vorhandene Terrassenniveaus durch die tributären Gerinne komplett erodiert wurden.

Am nördlichen Stadtrand, östlich des Bisamberges, wurden zwei Niveaus gefunden: Niveau N1 und Niveau N2 (Abb. 1). Sie müssten im Zusammenhang mit Daten auf niederösterreichischem Gebiet betrachtet werden. Die Charakterisierung dieser Niveaus ist noch nicht abgeschlossen.

Unter- und Oberkante von Donaukies

Die quartären Donaukiese liegen auf miozänen Sedimenten, auf pannonen Tonen, Schluffen und Sanden. Somit entspricht die Unterkante des Donau(terrassen)kieses der Quartärbasis – mit Ausnahme des Bereiches über der Tiefenstruktur „Schwechat Tief“ (siehe Kapitel „Mächtigkeit des Donaukieses“).

Durch die Auswertung von Bohrprofilen konnten die Kiesunter- und Kiesoberkanten von bisher 15 Terrassen definiert werden. Das traditionelle Konzept der Genese der Wiener Terrassen geht von einem hauptsächlich klimagesteuerten Prozess aus: fünf Terrassen (Laaerberg-, Wienerberg-, Arsenal-, Stadt- und Prater-Terrasse) während fünf Vereisungsperioden (Prägünz, Günz, Mindel, Riß und Würm; VAN HUSEN & REITNER, 2011).

Angesichts der hohen Anzahl von neu identifizierten Niveaus ist davon auszugehen, dass tektonische Prozesse die Terrassengenese im Wiener Raum dominierten. Besonders das rezent aktive (DECKER et al., 2015), NNE–SSW streichende Leopoldsdorfer Bruchsystem ist für die Zerlegung und Begrenzung der Donaukies-Terrassentreppe verantwortlich. Die vermutete Hauptstörung ist schematisch in Abbildung 1 ersichtlich.

Es wurde eine Klassifizierung der Terrassen mit Zahlen und Buchstaben vorgenommen (Tab. 1). Die Niveaus lassen sich in vier Bereiche gliedern: in eine Terrassentreppe westlich des Leopoldsdorfer Bruchsystems, ein Mosaik von tektonisch begrenzten Kieskörpern innerhalb des Bruchsystems, eine Terrasse östlich des Leopoldsdorfer- sowie östlich des Bisamberg-Bruchsystems.

Die Kiesniveaus der westlichen Terrassentreppe (Niveaus 1–5) sind nicht mit den anderen Terrassenniveaus (L1, L2_{a-b}, L3_{a-c}, A, N1 und N2) korrelierbar. Das Niveau 6 quert alle Bereiche östlich und westlich des Leopoldsdorfer Bruchsystems sowie das tektonische Mosaik im Bruchsystem selbst.

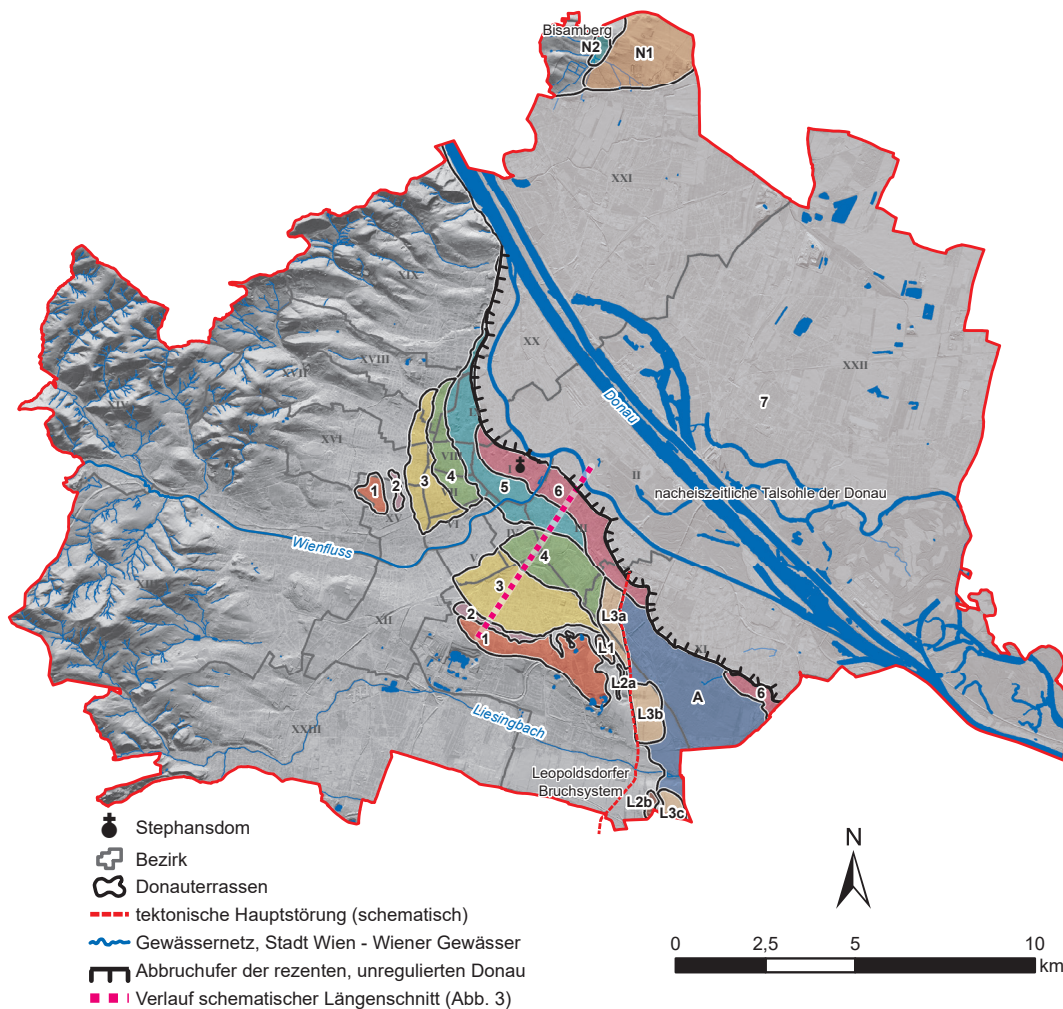


Abb. 1. Verbreitung von holozänen (Niveau 7) und pleistozänen Donaukiesen (Niveaus 1–6, L1, L2_{a&b}, L3_{a-c}, A, N1 und N2) in Wien: etwa 55 % des Wiener Stadtgebietes ist von quartären Donaukiesen bedeckt. Sie liegen in 16 verschiedenen Höhenniveaus vor, die durch Zahlen und Buchstaben klassifiziert wurden. Das Leopoldsdorfer Bruchsystem im Süden von Wien (hier nur schematisch dargestellt) trennt eine Terrassentreppe im Westen, ein Terrassenmosaik (mit L bezeichnet) im Bereich des Bruchsystems selbst von den Niveaus im Osten (A und 6).

Der Wienfluss erodierte die ältesten und höchsten Terrassenniveaus (Niveau 1 und 2) sowie die mittleren Niveaus (3 und 4) komplett, während er die tieferen, jüngeren Terrassenniveaus (5 und 6) lediglich mit seinem pleistozänen Geschiebe, dem sogenannten „Plattlschotter“, bzw. seinen holozänen, plattigen Kiesen überlagerte.

In Tabelle 1 sind die jeweiligen Kiesunter- und Kiesoberkanten sowie die Anzahl der sie aufschließenden Bohrungen aufgelistet. Abbildung 2a zeigt die Höhenlagen für die Terrassentreppe westlich und Abbildung 2c die Höhenlagen östlich des Leopoldsdorfer Bruchsystems. Niveau L3_a repräsentiert das Mosaik tektonischer Terrassen innerhalb des Bruchsystems (Abb. 2b). Aufgrund weniger Bohrungen gibt es bisher nur wenig Evidenz im Bereich der Terrassenniveaus L1 und L2. Daher bleiben sie hier unberücksichtigt. Die „Whisker“ in Abbildung 2 repräsentieren die Maximal- und Minimalwerte der Ausreißer-bereinigten Datenverteilungen. Ausreißer wurden mithilfe des Interquartilsabstands (IQA) als Werte größer $x_{0,75} + 1,5 \cdot IQA$ oder kleiner $x_{0,25} - 1,5 \cdot IQA$ definiert.

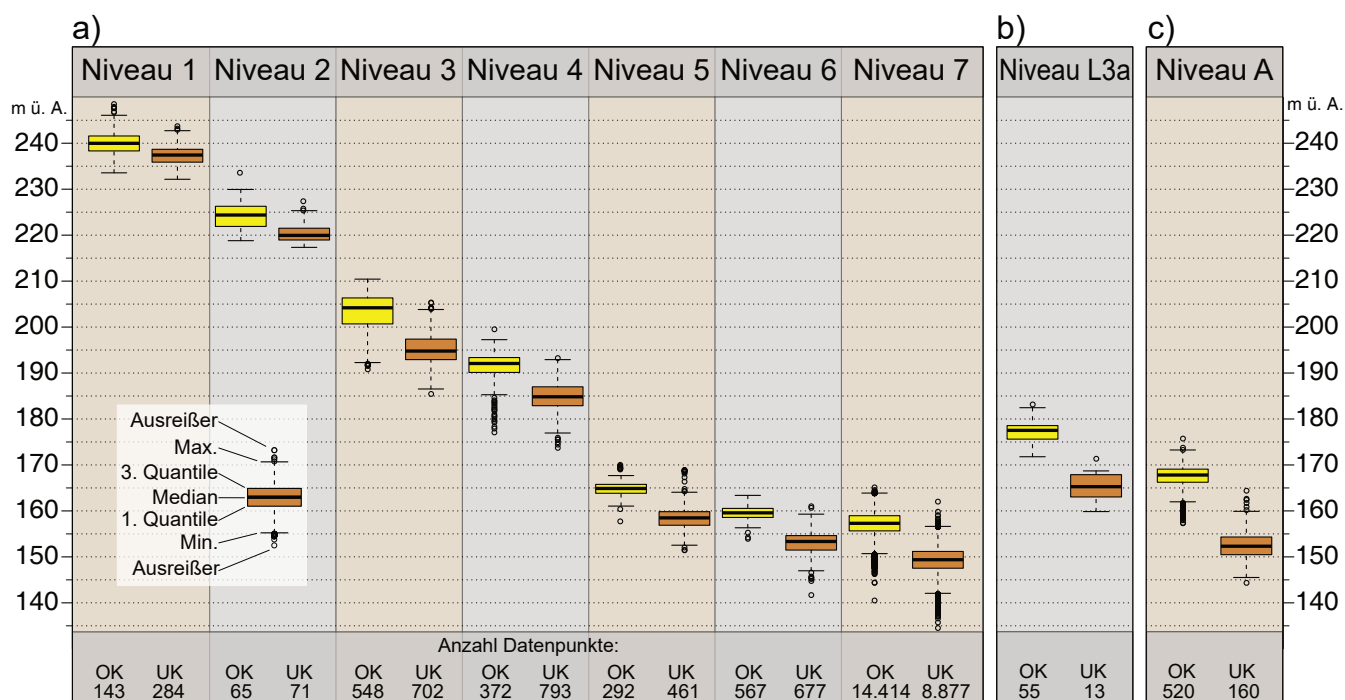
Für die statistische Auswertung wurden nur Bohrungen verwendet, bei denen die Kiesoberkante unbeeinflusst, also natürlich, vorliegt. So wurden für die Auswertung der Oberkanten nur Bohrungen verwendet, die nicht direkt mit Anschüttung oder anschüttungsverdächtigem Material überdeckt sind. Auch wurden beispielsweise Bohrungen aus tiefen Kellerniveaus oder bei Brunnenvertiefungen nicht einbezogen, sofern der Bohraufschlagpunkt im

Bereich des Kieskörpers liegt. Bei der Auswertung von Kiesunterkanten wurden Bohrungen im Bereich der Tiefenstruktur „Schwechat Tief“ dann ausgeschlossen, wenn der Wechsel von rezenten, quartären Donaukiesen zu den unterlagernden, jungpliozänen Kiesen nicht eindeutig abgegrenzt werden konnte (z.B. aufgrund unzureichender Beschreibung der Kiesflure in Bohrprofilen). Zudem wurden nur Bohrungen im zentralen Bereich von Terrassenkörpern bzw. der rezenten Talsohle der Donau einbezogen. Terrassenabhängige wurden ausgeschlossen, da hier einerseits die Terrassenoberflächen verstärkt erodiert und/oder anthropogen überprägt vorliegen (z.B. durch Kiesabbau) und andererseits die Quartärbasis/Kiesunterkante kontinuierlich zum Niveau der höherliegenden Terrasse ansteigt und somit die statistische Auswertung bezüglich Unterkante und Kiesmächtigkeit beeinflusst.

Abb. 2.
 a: Boxplot für Kiesoberkanten (OK, gelb) und Kiesunterkanten (UK, braun) im Stadtgebiet Wien, rechtsufrig der Donau und westlich des rezent aktiven Leopoldsdorfer Bruchsystems.
 b: Boxplot für Kiesober- und Kiesunterkanten im Stadtgebiet Wien, rechtsufrig der Donau und innerhalb des rezent aktiven Leopoldsdorfer Bruchsystems. Niveau L3_a als Beispiel eines Kieskörpers innerhalb des komplexen Störungssystems.
 c: Boxplot für Kiesober- und Kiesunterkanten im Stadtgebiet Wien, rechtsufrig der Donau und östlich des rezent aktiven Leopoldsdorfer Bruchsystems. Bohrungen mit unklarer Kiesober- oder Kiesunterkante (z.B. durch anthropogenen Einfluss, wie Kiesabbau) und Bohrungen im Bereich von Terrassenabhängigen sowie im Bereich der Tiefenstruktur „Schwechat Tief“ wurden ausgeschlossen. Die Anzahl der verwendeten Datenpunkte ist für jeden Boxplot unten angeführt.

	Terrassenbezeichnung / Niveau		Kiesunterkante in m ü. A.	Kiesoberkante in m ü. A.	Mächtigkeit in Meter	
nacheiszeitliche Talsohle der Donau	Zone der rezenten Donau-Mäander	7	149,4 ± 2,9 (9.798 / 8.877)	157,2 ± 2,5 (22.131 / 14.414)	7,7 ± 2,3 (9.798 / 6.363)	
pleistozäne Donauterrasse westlich und östlich des Leopoldsdorfer Bruchsystems	Prater-Terrasse	6	153,4 ± 2,3 (812 / 677)	159,6 ± 1,5 (1.680 / 567)	7,0 ± 2,8 (812 / 252)	
pleistozäne Donauterrassentreppe westlich des Leopoldsdorfer Bruchsystems	Stadt-Terrasse	5	158,5 ± 3,0 (569 / 461)	164,9 ± 1,7 (898 / 292)	6,1 ± 2,5 (569 / 180)	
	Theresianum-T.	4	184,7 ± 3,3 (961 / 793)	191,3 ± 3,4 (2028 / 372)	5,3 ± 2,2 (961 / 259)	
	Arsenal-Terrasse	3	195,1 ± 3,2 (800 / 702)	203,0 ± 4,2 (1520 / 548)	5,5 ± 4,0 (800 / 258)	
	Wienerberg-T.	2	220,6 ± 2,2 (91 / 71)	224,4 ± 4,4 (157 / 65)	2,4 ± 1,3 (91 / 42)	
	Laaerberg-T.	1	237,4 ± 2,2 (314 / 284)	240 ± 3,2 (382 / 143)	2,4 ± 1,7 (314 / 120)	
im Leopoldsdorfer Bruchsystem tektonisch gestörte, pleistozäne Donauterrassentreppe	Löwy-Grube (Rand)	L1	ca. 215 (17)	nicht bestimmbar (zu wenig Aufschlüsse)		
	Kieskörper Weichseltal	L2a	ca. 204 (1)			
	Kieskörper Johannesberg	L2b	ca. 192 (10)			
	Simmeringer Terrasse Neu	L3a	L3a	165,8 ± 4,8 (25 / 13)	177,0 ± 2,5 (152 / 55)	11,2 ± 2,8 (25 / 6)
		L3b	L3b	ca. 164 (7)	nicht bestimmbar (zu wenig Aufschlüsse)	
L3c		L3c	ca. 162 (4)			
östlich des Leopoldsdorfer Bruchsystems befindliche, pleistozäne Donauterrasse	Simmeringer Terrasse Alt	A	152,9 ± 3,7 (172 / 160)	167,2 ± 3,1 (675 / 520)	12,7 ± 4,5 (172 / 117)	
östlich des Bisamberges befindliche, pleistozäne Donauterrassen	Seyringer Terrasse	N1	176,4 ± 4,1 (44 / 43)	182,0 ± 5,2 (64 / 54)	7,4 ± 2,6 (44 / 36)	
	Bisamberg-T. ?	N2	nicht bestimmbar (nur 3 Bohrungen)			

Tab. 1. Erosionsniveaus der Donau auf Wiener Stadtgebiet: klassische Bezeichnung und neue Klassifizierung, mittlere Unter- und Oberkanten sowie Mächtigkeit der Kiese (in Klammern: Anzahl aller ausgewerteten Bohrungen/Anzahl verwendbarer Werte für Statistik). Die Kiesmächtigkeit basiert auf dem arithmetischen Mittel. Für die ± Angabe wird hier die Standardabweichung angegeben.



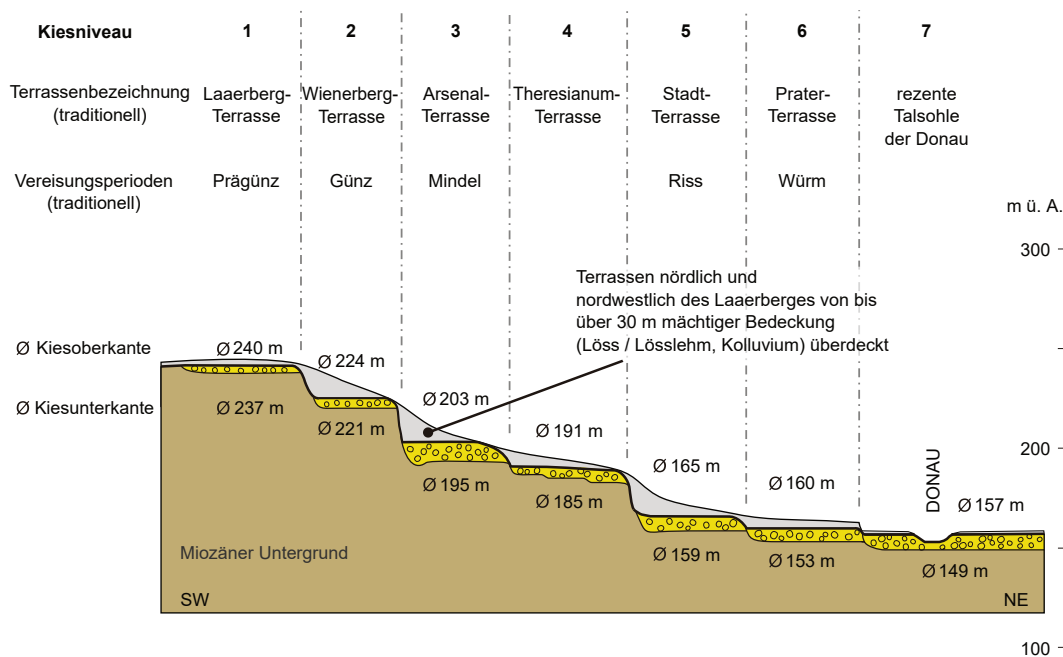


Abb. 3. Schematischer Längenschnitt eines gedachten SW-NE verlaufenden Profils durch die Donauterrassentreppe im Stadtgebiet Wien (Abb. 1), rechtsufrig der Donau und westlich des rezent aktiven Leopoldsdorfer Bruchsystems mit Angabe der Höhenlage von Unter- und Oberkanten der Donaukiese aus Tabelle 1: Auf dem miozänen Relief aus Wiener Becken-Sedimenten (braun) liegen quartäre Kiese der Donau (gelb) in verschiedenen Höhenlagen und bilden eine Terrassentreppe. Ihre Oberfläche stellt heute ein flach nach Osten abfallendes Gebiet (von rund 245 m auf rund 160 m) dar. Die ursprüngliche, terrasierte Geländemorphologie der pleistozänen Landschaft ist unter einer natürlichen Bedeckung (grau: Löss/Lösslehm und Kolluvium) verborgen.

Die Kiesunterkante der rezenten Donau liegt im Bereich der Klosterneuburger Pforte auf rund 155 m (Angaben immer Meter über Adria) und 25 Donaukilometer flussabwärts, in der Lobau, bei rund 144 m. Die breite Streuung der Werte innerhalb der rezenten Talsohle (Abb. 2a) ist durch das Gefälle der Donauablagerungen von rund 0,45 ‰ bedingt. Die statistisch ermittelten, mittleren Höhenniveaus entsprechen dem Kiesniveau auf Höhe „Kaisermühlen“ im XX. Wiener Gemeindebezirk (Brigittenau) bzw. Bereich „Krieau/Messe Wien“ im II. Wiener Gemeindebezirk (Leopoldstadt). Diese gedachte Zone verläuft von der Praterstraße über die Reichsbrücke, entlang der Wagramer Straße bis nach Süßenbrunn.

Mächtigkeit des Donaukieses

Östlich des Abbruchufers der rezenten Donau sind in der Talsohle holozäne Donaukiese und westlich pleistozäne Donauterrassenkiese verbreitet (Abb. 4). Zudem gibt es am südöstlichen Stadtrand – im Bereich der geologischen Tiefenstruktur „Schwechat Tief“ – ein Vorkommen von pliozänen unter holozänen Donaukiesen.

Rezente Donaukiese: Die durchschnittliche Mächtigkeit in der rezenten Talsohle (Niveau 7) liegt bei 7,7 m (q_{25} : 6,2 bis q_{75} : 9,2 m). Außerhalb des Wiener Beckens, im Bereich der Klosterneuburger Pforte, liegt die Donauschottermächtigkeit bei 5,3 m (q_{25} : 4,3 m bis q_{75} : 6,3 m) und steigt rasch um einige Meter auf 8,8 m (q_{25} : 7,3 m bis q_{75} : 10,2 m) am Beginn des Beckens, ca. auf Höhe der Abzweigung des Donaukanals „Am Sporn“.

Pleistozäne Donauterrassenkiese: Im Bereich der Terrassentreppe (Niveaus 1 bis 6) liegt die durchschnittliche Mächtigkeit zwischen 2,4 und 7 m. Die ältesten Terrassen (Niveau 1 und 2) sind oberflächlich stark erodiert und haben nur mehr eine Mächtigkeit von im Mittel 2,4 m. Östlich des Laaerberges weisen die Terrassenniveaus A und L3 im Bereich des aktiven Leopoldsdorfer Bruchsystems mit rund 12,7 bzw. 11,2 m die höchsten Mächtigkeiten

von Donauterrassenkies auf. Am Prallufer des Niveaus 3 hat sich eine Quartärbasisrandrinne mit mächtiger Kiesfüllung (bis > 15 m) entwickelt, die vom X. (Favoriten) bis in den XVI. Wiener Gemeindebezirk (Ottakring) als Struktur erkennbar ist. Niedrige, reduzierte Terrassenkiesmächtigkeiten können im Bereich historischer Kiesgruben anthropogen bedingt, im Bereich eiszeitlicher Zubringer fluvial bedingt sein. So wurde zum Beispiel die ältere Terrassentreppe (Niveau 1 bis 4) durch den Wienfluss komplett ausgeräumt, während die jüngeren Terrassenkiese (Niveau 5 und 6) im Pleistozän von Wienflussskiesen überlagert wurden.

Jungpliozäne Donaukiese: Im Bereich der geologischen Tiefenstruktur „Schwechat Tief“ gibt es eine wannenförmige Struktur (Abb. 5). Sie entstand durch kontinuierliche, bis in die rezente Zeit anhaltende, relative Absenkung und ist im Liegenden mit jungpliozänen und im Hangenden mit quartären Donaukiesen gefüllt. Insgesamt beträgt die Mächtigkeit hier bis zu 33 m (GRUPE et al., 2013).

Grundwasser im Donaukies

Der Donaukies ist gut wasserdurchlässig. Er stellt im Wiener Raum den wichtigsten Grundwasserleiter für das oberste, freie Porengrundwasser dar.

Die Höhenunterschiede in der Kiesunterkante führen zu Unterschieden in Bezug auf die wasserwirtschaftliche Nutzung des obersten, freien Porengrundwassers im Donaukies:

Sehr ergiebiges Grundwasser (mit Konsensmengen bestehender Grundwassernutzungen zwischen 8 bis 15 l/s und mehr) im Donaubeleitstrom (Abb. 6): Dieser Bereich entspricht nicht nur der nacheiszeitlichen Talsohle der Donau (Niveau 7), sondern reicht auch westlich der Abbruchkante der rezenten Donau und umfasst jüngere, niedrigere Donaukiesterrassen (Niveaus 5, 6, L3, A in Abb. 1). In diesem Gebiet – etwa 50 % der Fläche von Wien – ist ein zu-

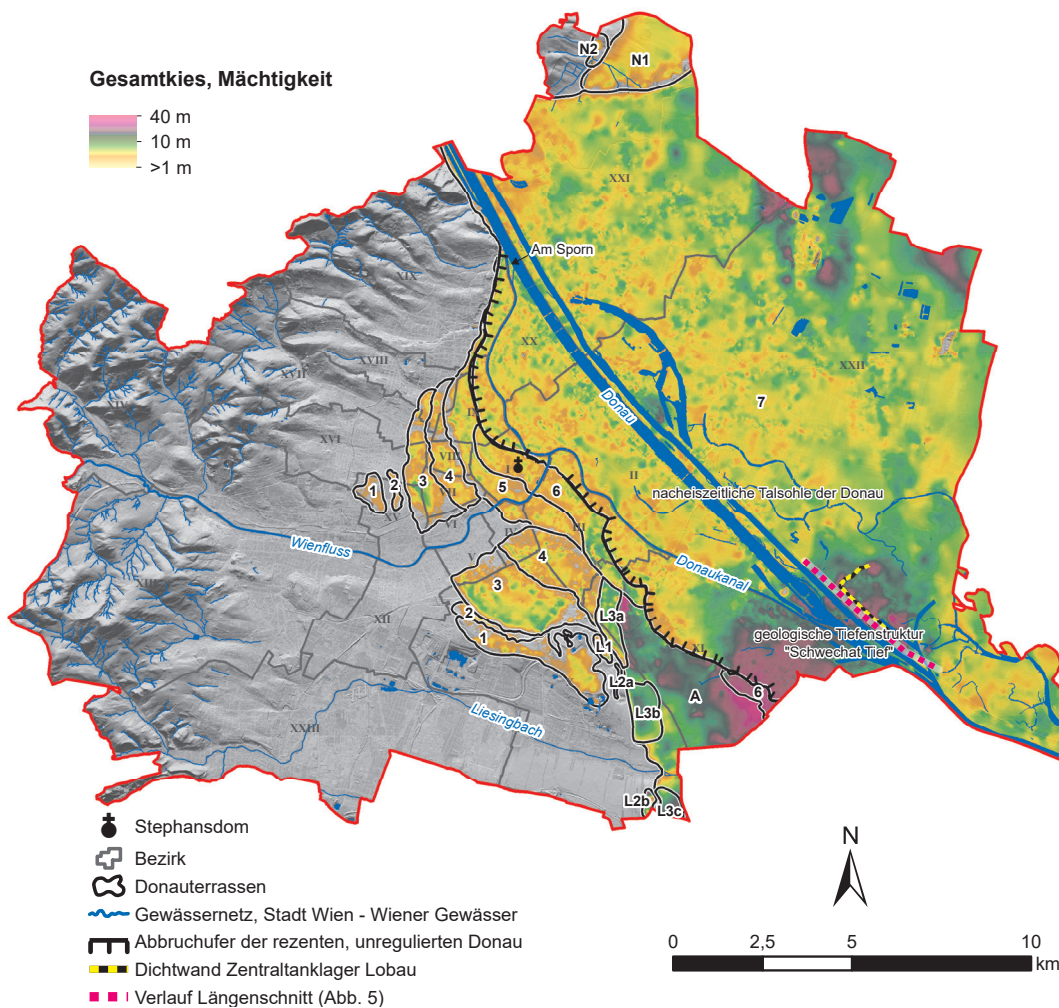


Abb. 4. Überblick zur Mächtigkeit von Donaukies in Wien: 2,4 m bis 7 m pleistozäne Donauterrassenkiese, durchschnittlich ca. 8 m holozäne Donaukiese in der nacheiszeitlichen Talsohle der Donau und bis zu 33 m Gesamtkiesmächtigkeit im Bereich des „Schwechat Tiefs“, wo jungpliozäne Kiese holozäne Kiese unterlagern. Anmerkung: Hier handelt es sich um Kies-, nicht um Terrassenmächtigkeiten. Die natürliche Kiesüberdeckung (Löss, Lösslehm, Kolluvium, Ablagerungen tributärer Gerinne), die oft in viel größerer Mächtigkeit vorliegt, ist hier nicht berücksichtigt. (Römische Zahlen: Wiener Gemeindebezirke; Arabische Zahlen und Buchstaben: Kiesniveaus aus Abbildung 1 und Tabelle 1.)

sammenhängender Grundwasserleiter (ca. 6–16 m mächtig) verbreitet, der sehr ergiebiges Grundwasser führt und der wichtigste Aquifer in Wien ist. Die Grundwasserstände korrelieren im zeitlichen Verlauf mit den Wasserständen der Donau.

Die von Pumpversuchen abgeleitete Grundwasserdurchlässigkeit der rezenten Donaukiese liegt zwischen 2×10^{-3}

und 8×10^{-3} m/s (PFLEIDERER et al., 2019) bzw. liegt der überschlagsmäßige Gebietsdurchlässigkeitsbeiwert bei 7×10^{-3} m/s (STEINER et al., 2019).

Wenig und unterschiedlich ergiebige Grundwasservorkommen: Nur lokal zusammenhängendes, oftmals nur sporadisch vorkommendes Grundwasser gibt es in den

Erhöhte Akkumulation grobkörniger, strukturkonformer Sedimente im Bereich der geologischen Tiefenstruktur „Schwechat Tief“

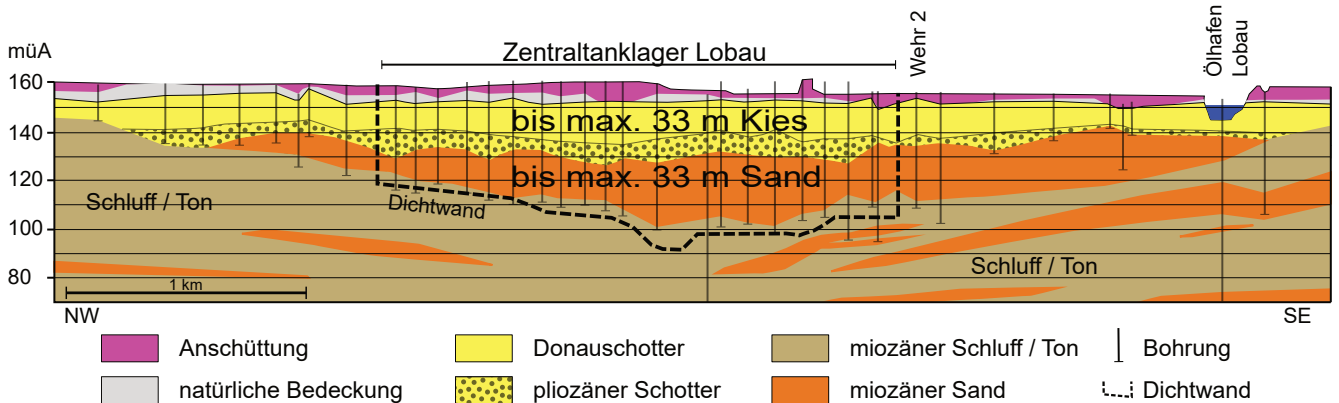


Abb. 5. Schichtabfolge im Bereich Zentraltanklager Lobau; hydrogeologischer, NW–SE verlaufender Längenschnitt (Abb. 4) parallel zu Neuer Donau (linksufrig) und Marchfeldschuttdamm, zehnfach überhöht (strichlierte Linie: Dichtschlitzwand der Altlast Zentraltanklager Lobau). Aufgrund der Altersdatierung durch die Universität für Bodenkultur Wien an Bohrgut der MA 45-Forschungsbohrung P573 beim Albernern Hafen, nahe dem Zentraltanklager Lobau, aus dem Jahr 2012 konnten für die hangenden Kiese holozänes und für die liegenden Kiese jungpliozänes Alter ausgewiesen werden.

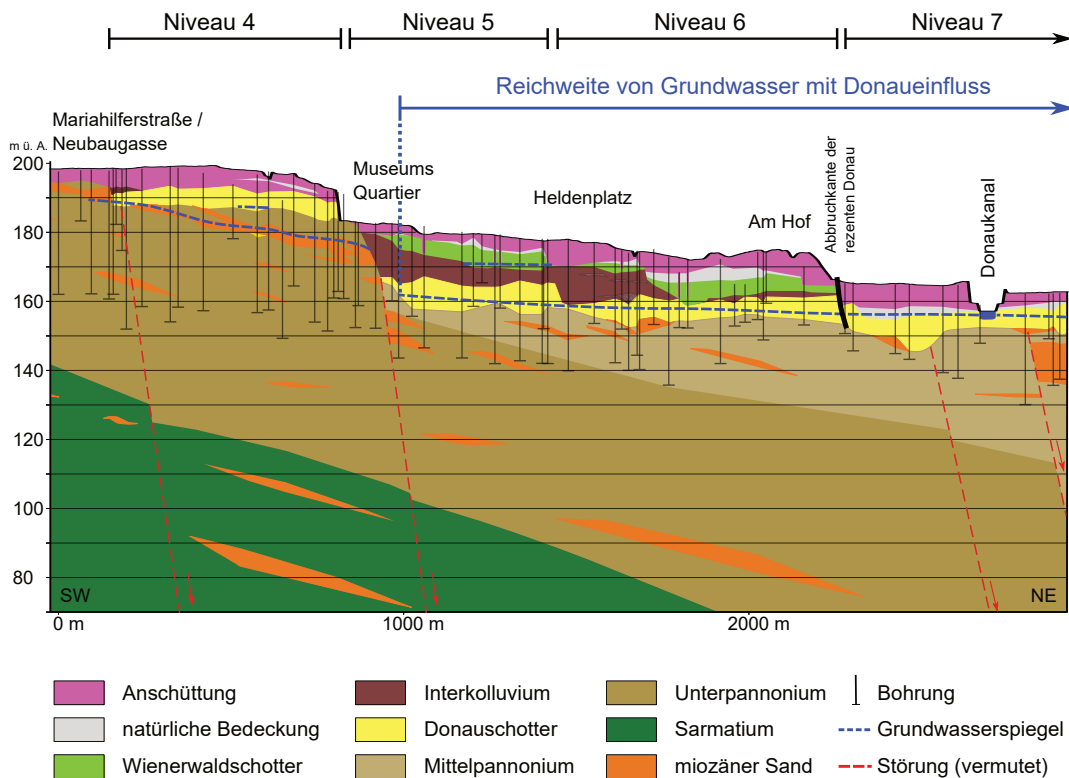


Abb. 6. Der SW-NE verlaufende, zehnfach überhöhte, hydrogeologische Längsschnitt nördlich des Wienflusses (Abb. 7) zeigt, dass der DonaGrundwasserbegleitstrom nicht durch die Abbruchkante der rezenten Donau begrenzt ist, sondern bis zu 2 km weit nach Westen reicht und dem abrupten Höhengsprung der Staueroberkante von Terrassenniveau 5 zum westlich anschließenden Niveau 4 entspricht. Die jüngere, tiefere Terrassentreppe der Niveaus 5 und 6 ist also grundwassererfüllt und gehört zum Grundwasserbegleitstrom der Donau. Daher gibt es ein ergiebiges Hauptgrundwasser unter der Inneren Stadt.

weniger bzw. nur lokal bedeutenden Aquiferen im Bereich der älteren, höheren Terrassen (Niveaus 1–4, L1, L2, N1, N2) mit Kiesmächtigkeiten von ca. 2,4 bis 7,4 m.

Die westliche Grenze des Grundwasserbegleitstroms der Donau reicht bis unter die Innenstadt und den XI. Wiener Gemeindebezirk (Simmering) (Abb. 6, 7). Der DonaGrundwasserbegleitstrom – der größte, zusammenhängende Grundwasserleiter im Wiener Raum – umfasst die nacheiszeitliche Talsohle der Donau, die jüngeren Donaukiesterrassen westlich vom Leopoldsdorfer Bruchsystem sowie Teile der Niveaus A und L3a–c östlich des Bruchsystems.

Die Nutzung des Grundwassers hängt nicht nur von der grundwassererfüllten Mächtigkeit und der Ergiebigkeit der Aquifere ab, sondern auch vom Abstand zur Erdoberfläche, also dem Flurabstand.

Die Karte des Flurabstandes (Abb. 7) zeigt den Unterschied zwischen rezenten und pleistozänen Donaukies-Ablagerungen: In der rezenten Talsohle der Donau im Osten ist der Flurabstand (bezogen auf mittlere Grundwasserverhältnisse) relativ niedrig. Im Nordwesten beträgt er 6–8 m (hellblau) und im Südosten 1–4 m (dunkelblau). Westlich des Abbruchufers der rezenten, unregulierten Donau – im Bereich der jüngeren Donauterrassentreppe – sind die Aquifere von zum Teil sehr mächtigen, kolluvialen Keilen reliefeinebnend bedeckt (Abb. 3, 6).

Im Bereich des Terrassenniveaus A, wo mächtige Kiese unter einer mächtigen Überdeckung aus Löss und Schwemmlöss anstehen, schränkt der hohe Flurabstand von 15 bis über 30 m (vgl. Abb. 7) eine grundwasserwirtschaftliche Nutzung ein.

Es gibt auch künstlich erhöhte Flurabstände: durch Aufschüttungen wie zum Beispiel am Abhang des Abbruchufers der rezenten Donau beim Schottentor (Grenze I. zu IX. Wiener Gemeindebezirk) oder im Mündungsbereich

des Wienflusses. Zudem ergeben sie sich modellbedingt bei Bauwerken wie Bahntrassen und Brückenbauten und bei aufgeschütteten Deponien erhöhte Flurabstände.

Im Bereich des ersten Stadtkerns von Wien, dem römischen Legionslager Vindobona, liegt der Grundwasserstauer ca. 17–19 m unter Gelände, lokal beträgt hier die Aquifermächtigkeit rund 5,3 m, davon sind ca. 2–3 m grundwassererfüllt, das heißt, der heutige Flurabstand beträgt 15–18 m und war zur Zeit der Römer nur schwer mit Brunnen zu erschließen. Aber das Legionslager wurde mittels einer Wasserleitung aus dem Südwesten von Wien mit Wasser versorgt.

Die Kenntnis des Flurabstandes ist wichtig zur Beurteilung des technischen Aufwandes bzw. der Kosten beim Tief- und Brunnenbau. In Bereichen mit hohen Flurabständen, das heißt hohen Pumphöhen, gibt es daher auch nur wenige Grundwassernutzungen.

Schlussfolgerung und Ausblick

Im Zuge der „Angewandten Hydrogeologischen Forschung – Stadtgebiet Wien“ konnten 15 pleistozäne Donauterrassen und die rezente Talsohle der Donau abgegrenzt werden. Dieses Ergebnis steht dem traditionellen Konzept von fünf Vereisungsperioden im Wiener Raum (Prägünz, Günz, Mindel, Riß und Würm) gegenüber. Die Entstehung der vielen Donaukies-Terrassenniveaus kann demnach nicht nur aus einem Wechselspiel von Erosion und Akkumulation während klimatischer Variationen von Kalt- und Warmzeiten resultieren. Eine wesentliche Rolle dürfte auch das großräumige, tektonische Setting sowie die rezent aktiven, tektonischen Störungsäste des Leopoldsdorfer Bruchsystems spielen. Die Klärung der Terrassen-

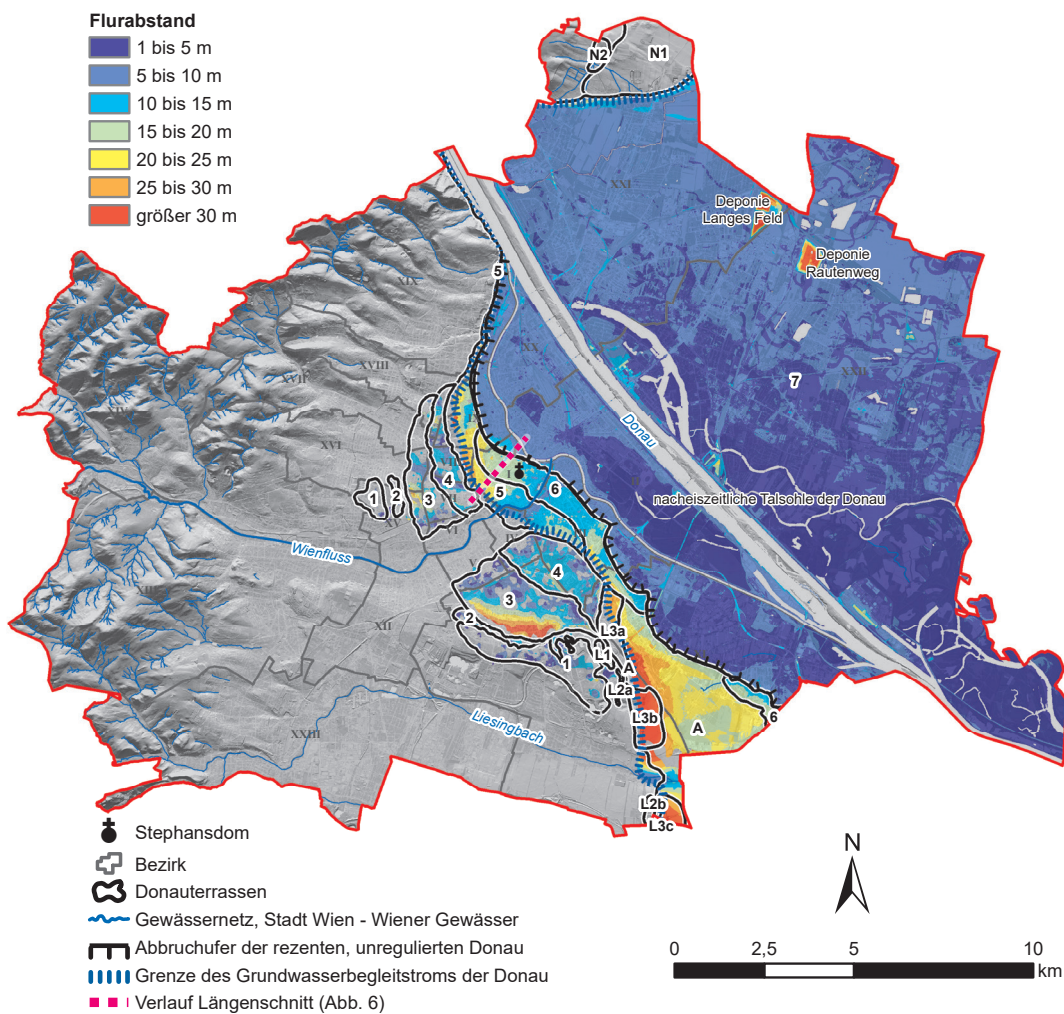


Abb. 7. Verbreitung und Flurabstand von Grundwasser im Donau- und Donauterrassenkies bei mittleren Grundwasserständen. Deutlich ist das Gebiet einer einfachen Grundwasser-nutzung ersichtlich: in der rezenten Talsohle ist ein mächtiger, zusammenhän-gender Grundwasserkörper unter nur geringem Flurabstand vorhanden. Der gleiche Grundwasserkörper reicht noch unter die Niveaus 5 und 6, jedoch mit deutlich höheren Flurabständen. In Simmering (Niveau A) wird der höchste Flurabstand des Donaube-gleitstroms erreicht. In höhe-ren Terrassenniveaus (1 bis 4) konnte Grundwasser nur auf Basis erbohrter Wasserstände ermittelt werden. Es gibt meist nur lokale Grundwas-servorkommen mäßiger Ergiebigkeit mit Ausnahme eines elongierten Grundwas-servorkommens entlang einer Rinnenstruktur in Niveau 3.

genese kann nur interdisziplinär gelingen, beispielsweise mit Hilfe von Altersbestimmungen an Sedimenten einzelner Niveaus, durch paläoseismologisches „Trenching“ und geophysikalische Messungen.

Das entstehende, hydrogeologische Schichtmodell ist ein Beitrag zu Wissenschaft und Forschung in der Wiener Stadtverwaltung. Es dient einerseits dem Gesamtverständnis der Hydrogeologie von Wien und bietet andererseits der Expertenschaft der Stadt objektivierte und rasch verfügbare Grundlagen bei Beratungstätigkeit und Entscheidungsfindung. 2024 wird das Modell komplett vorliegen und die GIS-Daten werden der Stadt Wien – Wiener Gewässer übergeben.

Zukünftig kann sich das hydrogeologische Schichtmodell zu einem übergeordneten Planungsinstrument für eine nachhaltige Grundwasserbewirtschaftung und für den Grundwasserschutz entwickeln. Es können für Projektplanungen Prognosen erstellt und Szenarien entwickelt sowie neue Standards im angewandten Bereich gesetzt werden. Das entstehende Schichtmodell des Wiener Untergrundes wird somit ein wichtiger Beitrag zur Unterstützung des Wirtschafts- und Forschungsstandortes Wien werden.

Dank

Wir danken der Stadt Wien für Ihre aktive Unterstützung von Forschung in der Wiener Stadtverwaltung. Insbesondere bedanken wir uns bei der auftraggebenden Abteilung (Stadt Wien – Wiener Gewässer), Abteilungsleiter GERALD LOEW sowie ANDREAS ROMANEK, dem Teamleiter Wasserwirtschaft und Betreuer des Forschungsprojektes „Angewandte Hydrogeologische Forschung – Stadtgebiet Wien“. Erst die zahlreichen, stadtinternen Datengrundlagen wie beispielsweise die grundwasserrelevanten Daten der Wiener Gewässer, die Bohrdaten des Wiener Brückenbau und Grundbau und die Geodaten der Wiener Stadtvermessung machen die Erforschung des Wiener Untergrundes möglich. Allen Beteiligten gebührt großer Dank für die stete Unterstützung.

Literatur

- ATTAL, M. & LAVÉ, J. (2009): Pebble abrasion during fluvial transport: Experimental results and implications for the evolution of the sediment load along rivers. – *Journal of Geophysical Research, Earth Surface*, **114**, F04023. <https://doi.org/10.1029/2009JF001328>
- BRIX, F. (1972): Geologische Karte der Stadt Wien 1:50.000. – In: STARMÜHLNER, F. & EHRENDORFER, F. (Red.): *Naturgeschichte Wiens*, Wien–München (Jugend & Volk).
- DECKER, K., GRUPE, S. & HINTERSBERGER, E. (2015): Characterizing Active Faults in the Urban Area of Vienna. – 6th International INQUA Meeting on Paleoseismology, Active Tectonics and Archaeoseismology, 19.–24. April 2015, Pescara, Fucino Basin, Italy – Abstracts Volume. – *Miscellanea INGV*, **27**, 212–215, Roma.
- FIEBIG, M. & LÜTHGENS, C. (2015): Forschungsbohrung Schwechat-Tief. Endbericht OSL. – Unveröffentlichter Bericht der Universität für Bodenkultur Wien im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, 13 S., MA 45 – Wiener Gewässer.
- FIEBIG, M. & NEUHUBER, S. (2015): Forschungsbohrung Schwechat-Tief. Endbericht kosmogene Isotope – Unveröffentlichter Bericht der Universität für Bodenkultur Wien im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, 15 S., MA 45 – Wiener Gewässer.
- GRUPE, S. & PAYER, T. (2020): Abschlussbericht Angewandte Hydrogeologische Forschung – Stadtgebiet Wien 2009-2019, WGM – Wiener Gewässermanagement Gesellschaft mbH i.A. der MA 45 – Wiener Gewässer. – Unveröffentlichter Bericht, 43 S., Wien.
- GRUPE, S., JANAC, P. & PAYER, T. (2013): Hydrogeologie der Wiener Lobau. – *Mitteilungsblatt des hydrographischen Dienstes in Österreich*, **88**, 1–8, Wien.
- HOFMANN, T. & PFLEIDERER, S. (2003): Digitaler angewandter Geo-Atlas der Stadt Wien – GEO-Modul. – Unveröffentlichter Endbericht, Teil II (Projekt WC 18/00), iv + 29 S., Wien.
- KURZWEIL, H. (2020): Vergleichende geologisch-lagerstättenkundliche Bewertung von quartären Donauschottern aus Baugrubenaushüben im Großraum von Wien; für KOLLER TRANSPORTE – KIES – ERDBAU GmbH, Wien, unveröffentlicht.
- LÜTHGENS, C., NEUHUBER, S., GRUPE, S., PAYER, T., PERESSON, M. & FIEBIG, M. (2017): Geochronological investigations using a combination of luminescence and cosmogenic nuclide burial dating of drill cores from the Vienna Basin. – *Zeitschrift der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften*, **168**/1, 115–140, Stuttgart.
- NOWY, W., TASCHKE, R., SCHIMANA, R. & STEPAN, C. (2001): Schutz von Tiefengrundwässern in Wien – Grundlagen für eine wirtschaftliche Rahmenverfügung. – Unveröffentlichter Endbericht, 58 S., Magistratsabteilung Wiener Gewässer – MA 45, Wien.
- PERESSON, M. (2014): Untergrunduntersuchung der geologisch bedingten Untergrundabsenkung im Bereich Lobau – relative Altersbestimmung der entnommenen Sedimente. – Unveröffentlichter Bericht der Geologischen Bundesanstalt im Auftrag des Magistrats der Stadt Wien, MA 45 – Wiener Gewässer, 48 S., Wien.
- PFLEIDERER, S., GRUPE, S. & PAYER, T. (2019): Urban Hydrogeology of Vienna – Current State of Knowledge. – *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, **159**, 51–65, Wien.
- STEINER, C., SVASTA, J., JANŽA, M., SRAM, D. & CIAPALA, B. (2019): Deliverable D.T3.3.1: Activity report on 3D Modelling, Part 2: Detailed description of numerical models including estimation of errors. – Unveröffentlichter Projektbericht GeoPLASMA-CE, 64 S.
- THURO, K., SINGER, J., KÄSLING, H. & BAUER, M. (2007): Determining abrasivity with the LCPC Test. – *Proceedings of the 1st Canada-US Rock Mechanics Symposium*. – *Rock Mechanics Meeting Society's Challenges and Demands*, **1**, 827–834, Vancouver, B.C.
- VAN HUSEN, D. & REITNER, J. (2011): An Outline of the Quaternary Stratigraphy of Austria. – *Eiszeitalter & Gegenwart*, **60**/2–3, 366–387, Hannover.
- WEBER, L. (Hrsg.) (1997): Metallogenetische Karte von Österreich 1:500.000: unter Einbeziehung der Industriemineralien und Energierohstoffe. – In: WEBER, L. (Hrsg.): *Handbuch der Lagerstätten, der Erze, Industriemineralien und Energierohstoffe Österreichs*. – *Archiv für Lagerstättenforschung*, **19**, Beilage, Geologische Bundesanstalt, Wien.