

GEOLOGIE • UMWELT • ROHSTOFFE • BAUGRUND

Auftraggeber:

ImmVest Wolf GmbH
Maximilian-Welsch-Straße 6a
99084 Erfurt



Projekt:

Fachgutachten Hydrogeologie, Vorabinformationen

Objekt:

VBB-J47 „Solarquartier – Wohnbebauung Saalbahnhofstraße Jena“

Projektnummer:

8829

Auftragnehmer:

JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH
Saalbahnhofstraße 25 c
07743 Jena

Bearbeiter:

Dipl.-Geol. J. Schmidt

Jena, 14.07.2023

J. Schmidt
Geschäftsführer

8829-230713-JS_Solarquartier_Hydrogeologie_b

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	2
Anlagenverzeichnis.....	3
Verwendete Unterlagen	3
1 Veranlassung, Aufgabenstellung und Zielsetzung	5
2 Standortverhältnisse.....	5
2.1 Lagebeschreibung und administrative Angaben.....	5
2.2 Standortrelevante Grundwasserleiter und Oberflächengewässer	6
2.3 Umgebungsbebauung.....	8
3 Bemessungswasserstand.....	8
4 Bleibender Einfluss des fertigen Bauwerkes auf das Grundwasser	9
4.1 Vorbemerkung	9
4.2 Hydrodynamische und bautechnische Randbedingungen	9
4.2.1 Saalehochwasser	9
4.2.2 Hydraulischer Gradient und Grundwasserfließrichtung.....	11
4.2.3 Grundwasserflurabstand	12
4.2.4 Durchlässigkeitsbeiwert.....	12
4.2.5 Geometrie des geplanten Baukörpers	13
4.2.6 Mächtigkeit des Grundwasserleiters	13
4.3 Hydraulische Berechnung des Aufstaus.....	13
4.3.1 Maximaler Aufstau nach SCHNEIDER.....	13
4.3.2 Aufstau durch ausschließliche Umströmung	14
5 Bauwasserhaltung.....	15
5.1 Art der Wasserhaltung und Wassermengen	15
5.2 Bauwasseraufbereitung, Bauwasserleitung	16
5.3 Maßnahmen im Hochwasserfall	16
5.4 Maßnahmen zum Erhalt der Grundwasserströmung	17

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Allgemeine Standortangaben	5
Tabelle 3 kr-Werte für Jena entnommen aus HK 50.....	12
Tabelle 4 kr-Werte bestimmt aus Siebanalysen	12
Tabelle 5 Berechnungsansatz maximaler Aufstau nach Schneider.....	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Oberflächengewässer im Umfeld des Untersuchungsgebietes; TK 25	7
Abbildung 2 Oberflächengewässer im Umfeld des Untersuchungsgebietes Stand 1758 [14].....	7

Abbildung 3 Entwicklung des Grundwasserspiegels im Zeitraum des Saalehochwassers vom Mai/Juni 2013 in den Messstellen GWM 1 – GWM 3 des Inselplatzes	10
Abbildung 4 Entwicklung des hydraulischen Gradienten und der Grundwasserfließrichtung im Zeitraum des Saalehochwassers vom Mai/Juni 2013 im hydrogeologischen Dreieck der Messstellen GWM 1 – GWM 3 des Inselplatzes	10
Abbildung 5 Entwicklung des hydraulischen Gradienten und der Grundwasserfließrichtung im Zeitraum Februar 2013 bis Dezember 2014 im hydrogeologischen Dreieck der Messstellen GWM 1 – GWM 3 des Inselplatzes	11
Abbildung 6 Auszug HK 50 für Innenstadt Bereich Jena,.....	12

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 Topographische Übersicht

Verwendete Unterlagen

- [1] OST-CONSULT GmbH: Untersuchung zur Ermittlung und Bewertung der Altlastenverdächtigen Standorte des Autohauses JECAR in Jena und Stadtroda.- 16.05.1991, Rodgau.
- [2] OST-CONSULT GmbH: Gutachterlicher Bericht zur Untersuchung und Sanierung des Altlastenstandortes „Betriebshof Jena, Saalbahnhofstraße 21“ der JECAR Autohaus GmbH (Teilfläche II).- 12.03.1995, Rodgau.
- [3] Erdbaulabor Erfurt GmbH: Gutachten zur Kontaminationsuntersuchung - Bauvorhaben Jena, Ostumgebung: Tankstelle Käthe-Kollwitz-Straße, Öllager Opel - Autohaus, Tankstelle Skoda – Vertragshändler.- 01.12.1995, Kerpsleben.
- [4] BEB Jena Consult GmbH: Geotechnischer Untersuchungsbericht nach EC 7.2 zur Baugrundvoruntersuchung und Altlastenuntersuchung.- 31.08.2017, Jena.
- [5] BEB Jena Consult GmbH: Geotechnischer Untersuchungsbericht nach EC 7.2 zur Baugrundvoruntersuchung und Altlastenuntersuchung - 1. Ergänzung.- 20.05.2019, Jena.
- [6] ImmVest Wolf / hks | architekten / Dr. Walther: Vorhabenbeschreibung zum Antrag auf Einleitung eines vorhabenbezogenen Bebauungsplanes nach §13a BauGB.- 10.10.2022, Erfurt.
- [7] BBodSchG (Bundes-Bodenschutzgesetz) - Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten vom 17.03.1998 (BGBl. I S. 502), zuletzt geändert durch Art. 3 VO vom 27.09.2017 (BGBl. I S. 3465, 3505).
- [8] BBodSchV - Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 12.07.1999 (BGBl. I S. 1554), zuletzt geändert 09.06.2021 (BGBl. I S. 2598, 2716).
- [9] ErsatzbaustoffV (EBV) - Verordnung über Anforderungen an den Einbau von mineralischen Ersatzbaustoffen in technische Bauwerke vom 09.06.2021 (BGBl. I S. 2598).
- [10] STADT JENA: Stellungnahme der unteren Umweltbehörden - Vorentwurf zum vorhabenbezogenen Bebauungsplan VBB-J47 „Solarquartier Wohnbebauung Saalbahnhofstraße Jena.- 30.03.2023, Jena.
- [11] STADT JENA Umweltamt: Informationen aus dem Thüringer Altlasteninformationssystem (THALIS), Daten Stadtverwaltung Jena, 2023

- [12] STADT JENA Stadtplanungsamt: Flächennutzungsplan Stadt Jena, Stand: 2005, Abruf unter: <https://planen-bauen.jena.de/sites/default/files/2019-03/fnp-genehmigt-klein.pdf>, 12.07.2023
- [13] STADT JENA Fachdienst Stadtplanung: Vorentwurf zum Bebauungsplan mit integriertem Grünordnungsplan Nr. VBB-J47 „Solarquartier – Wohnbebauung Saalbahnhofstraße Jena“ Begründung.- 02.03.2023, Jena.
- [14] STADT JENA FB Stadtumbau: Denkmalkarte Jena, Stand: 2011, Abruf unter: <https://service.jena.de/sites/default/files/2019-03/denkmal.pdf>, 12.07.2023
- [15] STADT JENA: Vorhabenbezogener Bebauungsplan Nr. VBB-J 46 „dotSource Campus“ Entwurf zur Auslegung bei der Öffentlichkeitsbeteiligung, Begründung.- 15.02.2023, Jena.
- [16] JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH: Bericht zur Historischen Erkundung von Altlastenverdachtsflächen, Standort der Feuerwache Käthe-Kollwitz-Str. in Je-na, Flur 7, Flurstücke 112/1, 113, 115, 155/10.- 16.01.2014, Jena.
- [17] STADT JENA, Team Geoinformation: Auszug Stadtkarte spittelplatz.dgn.- 20.02.2023, Jena.
- [18] GDI-Th Freistaat Thüringen: Geoproxy - Umweltdaten Jena. Abruf unter: <https://thueringenviewer.thueringen.de/thviewer/l>, 12.07.2023
- [19] TLUG - Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie: Umweltdaten kreisfreie Stadt Jena, Abruf unter: <https://umweltinfo.thueringen.de/umweltregional/j/j09.html>, 12.07.2023
- [20] Seidel, G.: Thüringer Becken. In: Sammlung geologischer Führer Band 85, Stuttgart, 1992
- [21] Wagenbreth, O.; Steiner, W.: Geologische Streifzüge - Landschaft und Erdgeschichte zwischen Kap Arkona und Fichtelberg, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1985
- [22] Geologische Karte 1:25.000, Blatt 5035 Jena
- [23] Historische Luftbilder Jena-Zentrum, 1943 bis 2011, Bild-Nr. 4074, 4125, 7021, 4806, 0162, 0556, Thüringer Landesamt für Vermessung und Geoinformation
- [24] STADT JENA Untere Bodenschutzbehörde: Altlastenaukskunft, mündliche Mitteilung Herr Redlich.- 13.07.2023, Jena.

1 Veranlassung, Aufgabenstellung und Zielsetzung

Die JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH wurde von der ImmVest Wolf GmbH mit Datum vom 19.06.2023 mit der Durchführung eines Hydrogeologischen Gutachtens für den Standort des Bauvorhabens „Solarquartier – Wohnbebauung Saalbahnhofstraße Jena“ in Jena, Flur 7, Flurstücke 108/5 und 108/7 beauftragt.

Vorliegendes Dokument beinhaltet Vorabergebnisse zur Hydrogeologie.

Alle Angaben stehen unter dem Vorbehalt der noch durchzuführenden Feldarbeiten und Aktenrecherchen.

2 Standortverhältnisse

2.1 Lagebeschreibung und administrative Angaben

Der Standort „Solarquartier – Wohnbebauung Saalbahnhofstraße Jena“ liegt unmittelbar nordöstlich der Altstadt von Jena.

Im Westen verläuft die **Saalbahnhofstraße** mit der Straßenbahlinie nach Jena-Nord und daran anschließend das Wohnquartier Damenviertel. Südlich des Standortes verläuft die **Käthe-Kollwitz-Straße** und das Projektgebiet des Bauvorhabens „dotSource Campus“ (VBB-J 46). Im Osten grenzt die Straße **Am Anger** und der Standort der Landespolizeiinspektion Jena an. Im Norden begegnen sich am **Spittelplatz** die Saalbahnhofstraße und die Straße Am Anger.

Die Lage des Untersuchungsgebietes innerhalb des Stadtgebietes von Jena ist in Anlage 1 dargestellt.

Nachfolgend sind allgemeine Angaben zum Standort zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 1 Allgemeine Standortangaben

a)	a) Standortbezeichnung, Adresse und Katasterangaben b) Kartenwerk und Koordinaten c) Eigentumsverhältnisse, zuständige Umweltbehörde, THALIS-Angaben	
a)	Standortbezeichnung: Adresse: Kreis / Kreisfreie Stadt: Gemarkung: Flur: Flurstücke: Standortgröße:	Solarquartier – Wohnbebauung Saalbahnhofstraße Jena Saalbahnhofstraße 17, 07743 Jena Saalbahnhofstraße 21, 07743 Jena (ehem. Saalbahnhofstr. 21A) (ehem. Käthe-Kollwitz-Str. 1) Jena Jena 7 108/5 (zusammengelegt aus: 107/6, ehemals 108/3 geteilt, 124/10) „Angerküche“ (Betriebshof) „JECAR“ (Betriebshof) 2241 m ² 1992 m ²
b)	TK 25: TK 10: Koordinatensystem:	Blatt 5035 Jena Blatt M-32-48-A-a-4 Jena ETRS 89

	a) Standortbezeichnung, Adresse und Katasterangaben b) Kartenwerk und Koordinaten c) Eigentumsverhältnisse, zuständige Umweltbehörde, THALIS-Angaben
	Koordinaten des Standortmittelpunktes Rechtswert: 682048 Hochwert: 5645548
	Höhe (DHHN 92): ca. 142 m
c)	Eigentümer / Anschrift: LE Quartier 13 GmbH Käthe-Kollwitz-Str. 21 04109 Leipzig c/o ImmVest Wolf GmbH Maximilian-Welsch-Straße 6a 99084 Erfurt Ansprechpartner: Herr Prax
	Zuständiges Umweltamt: Stadt Jena, Fachdienst Umweltschutz

2.2 Standortrelevante Grundwasserleiter und Oberflächengewässer

Eine detaillierte Beschreibung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse erfolgt nach Vorlage der Ergebnisse der Erkundungsbohrungen

Im Bereich des Bebauungsgebietes können zwei Grundwasserleiter unterschieden werden. Die pleistozänen Saalekiese bilden den oberen Grundwasserleiter. Die Festgesteine des Mittleren Buntsandsteins (Chirotheriensandstein) bilden den unteren Grundwasserleiter. Beide Grundwasserleiter sind durch die als Grundwasserstauer wirkenden Schichten des Oberen Buntsandsteins hydraulisch getrennt.

Zur Klärung der Mächtigkeit des Zwischenstauers, seiner hydraulischen Kennwerte, dem Grad der Verwitterung und der flächenhaften Verbreitung sind Baugrundbohrungen vorgesehen.

Die Saale als standortrelevanter Vorfluter verläuft ca. 350 m westlich des Spittelplatzes. Der Grundwasserstand des Untersuchungsgebietes wird maßgeblich durch den Wasserstand der Saale beeinflusst. Die weiter im Südosten verlaufende Leutra ist aufgrund der Entfernung und des Höhenunterschiedes für die vorliegende Betrachtung nicht relevant (Abbildung 1).

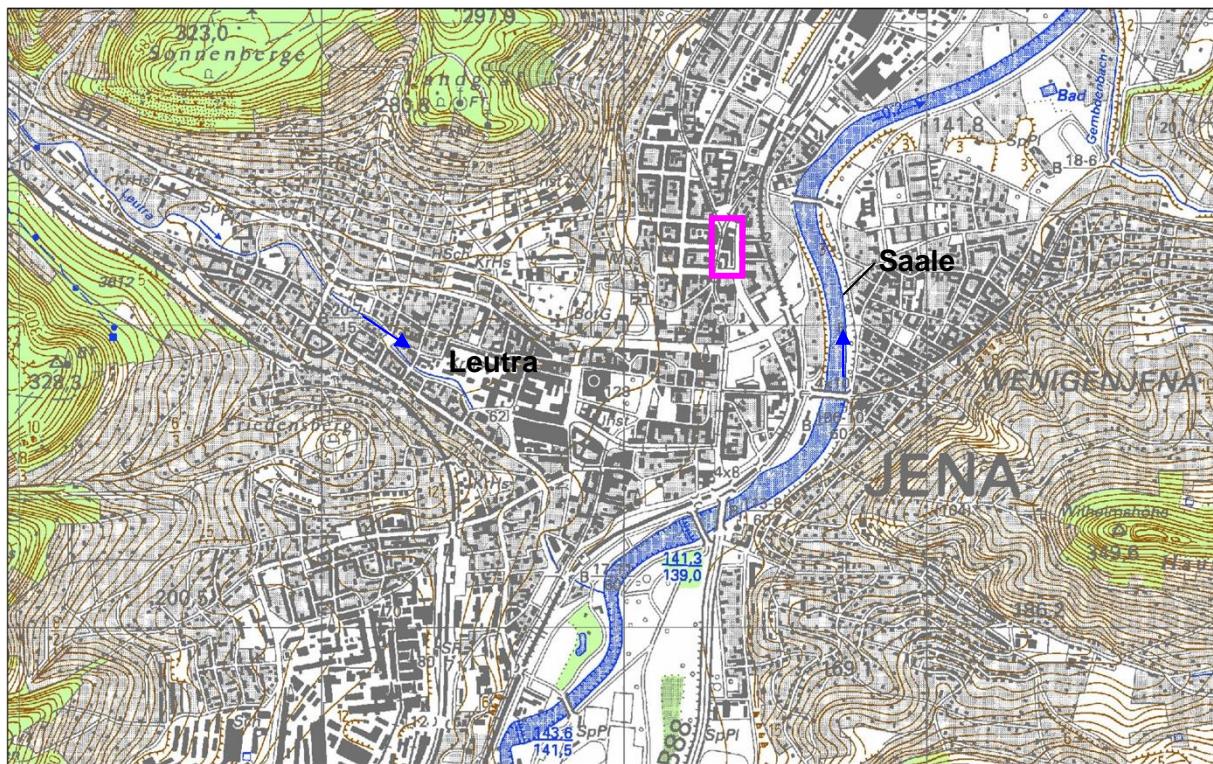


Abbildung 1 Oberflächengewässer im Umfeld des Untersuchungsgebietes; TK 25

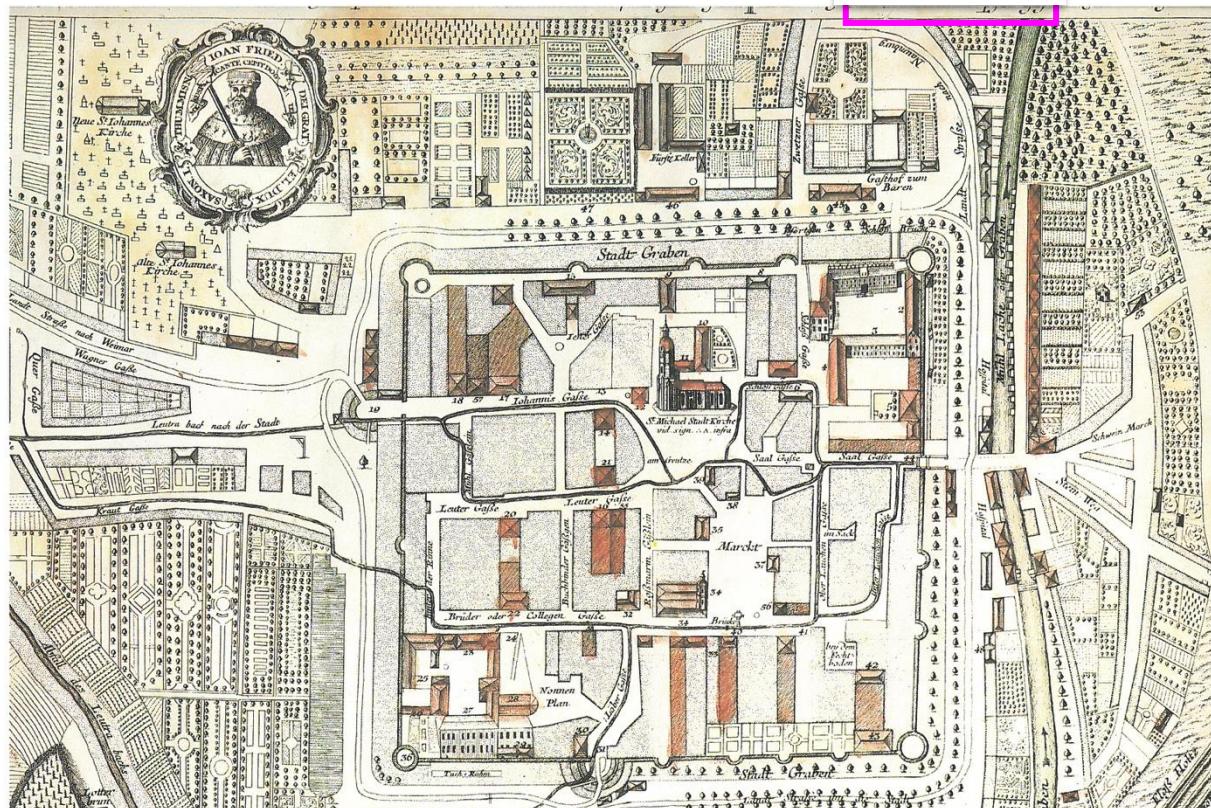


Abbildung 2 Oberflächengewässer im Umfeld des Untersuchungsgebietes Stand 1758 Fehler!
Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.

In der historischen Stadtkarte von 1758 (Abbildung 2) ist noch ein ehemaliger Seitenarm der Saale die sogenannte Mühlache dargestellt. Im Jahre 1938 wurde die Mühlache auf Beschluss der Jenaer Gemeindevorstandes vom 10.12.1937 verfüllt, so dass der ehemalige Verlauf heute nicht mehr erkenntlich ist.

2.3 Umgebungsbebauung

Das Planungsgebiet wird allseits von dichter Bebauung umgeben.

Detaillierte Angaben zur Umgebungsbebauung einschließlich deren Gründung, Ausbildung der Keller etc. werden im Rahmen einer Recherche im Bauaktenarchiv zusammengestellt.

3 Bemessungswasserstand

In Auswertung der langjährigen Entwicklung des Grundwasserstandes im Bereich des Inselplatzes und des Oberflächenwasserstandes der Saale, insbesondere unter Berücksichtigung des Jahrhunderthochwassers vom Juni 2013, wird für das Bebauungsgebiet vorbehaltlich der weiteren Auswertung lokaler Wasserstandsmessungen ein vorläufiger Bemessungswasserstand von 141,5 m NHN empfohlen.

Unterhalb des Bemessungswasserstandes sind alle Bauteile wasserdicht und auftriebssicher herzustellen und auf einen Wasserstand von 141,5 mNHN zu bemessen.

4 Bleibender Einfluss des fertigen Bauwerkes auf das Grundwasser

4.1 Vorbemerkung

Tiefbauten und im Boden verbleibende Elemente des Baugrubenverbaus (z. B. Bohrpfahlwände) stellen dauerhaft ein Strömungshindernis im Grundwasser dar.

Durch das eintauchende Bauwerk wird der für das Grundwasser verbleibende Durchflussquerschnitt eingeengt und der Durchfluss behindert. Die Größe des damit verbundenen anstromigen Aufstaus, der abstromigen Spiegelabsenkung und der Veränderung der Grundwasserfließrichtung sind abhängig von der Geometrie des Bauwerkes, der unter dem Bauwerk verbleibenden Restmächtigkeit des Grundwasserleiters und den lokalen hydrogeologischen und hydrodynamischen Randbedingungen.

In den nachfolgenden Abschnitten wird die zu erwartende Beeinflussung für den Grundwasserleiter (Saalekiese) quantifiziert. Auf die Betrachtung des unteren Grundwasserleiters Buntsandstein kann verzichtet werden, da dieser im Untersuchungsgebiet durch einen Zwischenstauer (Oberer Buntsandstein) hydraulisch getrennt ist.

4.2 Hydrodynamische und bautechnische Randbedingungen

4.2.1 Saalehochwasser

Maßgeblich für hydraulische Betrachtungen zum Grundwasseraufstau und der Ableitung von Bemessungswasserständen sind hydrodynamische Extremsituationen die im Zusammenhang mit Starkniederschlagsereignissen bzw. Hochwässern entstehen.

Für das Untersuchungsgebiet ist das Jahrhunderthochwasser der Saale vom 02.06.2013 das maßgebliche Ereignis. Die zeitlichen und räumlichen Auswirkungen dieses Hochwassers konnte am ca. 400 m südlich des Spittelplatze im vergleichbaren Abstand zur Saale liegenden Inselplatz an drei mit Datenloggern ausgerüsteten Grundwassermessstellen detailliert dokumentiert werden (Abbildung 3).

Im Bereich des Inselplatzes erreichte das Grundwasser 3 Tage nach dem Saale-Hochwasser vom 02.06.2013 seinen Maximalstand. Während die Saale bereits nach drei Wochen wieder den vor dem Hochwasser herrschenden Normalwasserstand erreicht hatte, waren die Auswirkungen auf den Grundwasserstand noch mehrere Monate nach dem Hochwassereignis zu verzeichnen.

Das Hochwasser führte zu einem Abdrehen von der normalen unter effluenten Verhältnissen vorherrschenden ostnordöstlichen Grundwasserfließrichtung über eine vorfluterparallele nördliche bis zu einer von der Saale weg gerichteten (influente Verhältnisse) nordwestlichen Grundwasserfließrichtung (Abbildung 4).

Die räumlich und zeitlich differenzierte Änderung des Grundwasserstandes führte neben der Änderung der Fließrichtung auch zu einer Änderung des hydraulischen Gradienten.

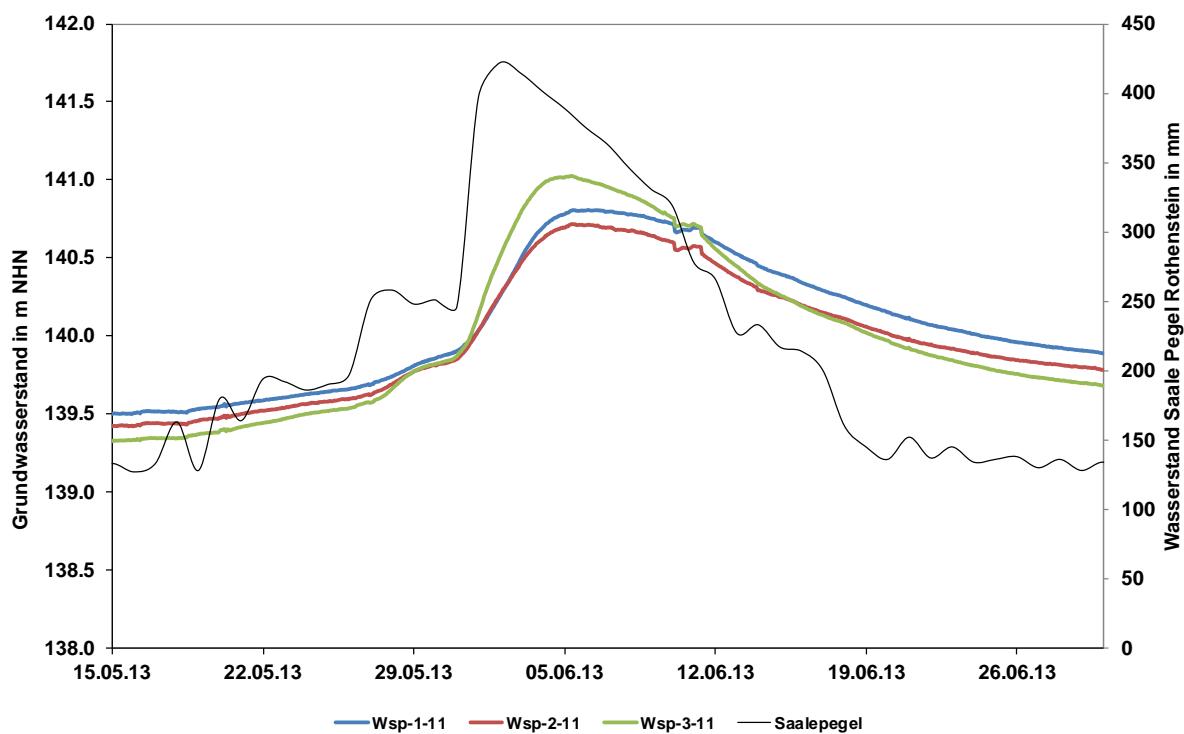


Abbildung 3 Entwicklung des Grundwasserspiegels im Zeitraum des Saalehochwassers vom Mai/Juni 2013 in den Messstellen GWM 1 – GWM 3 des Inselplatzes

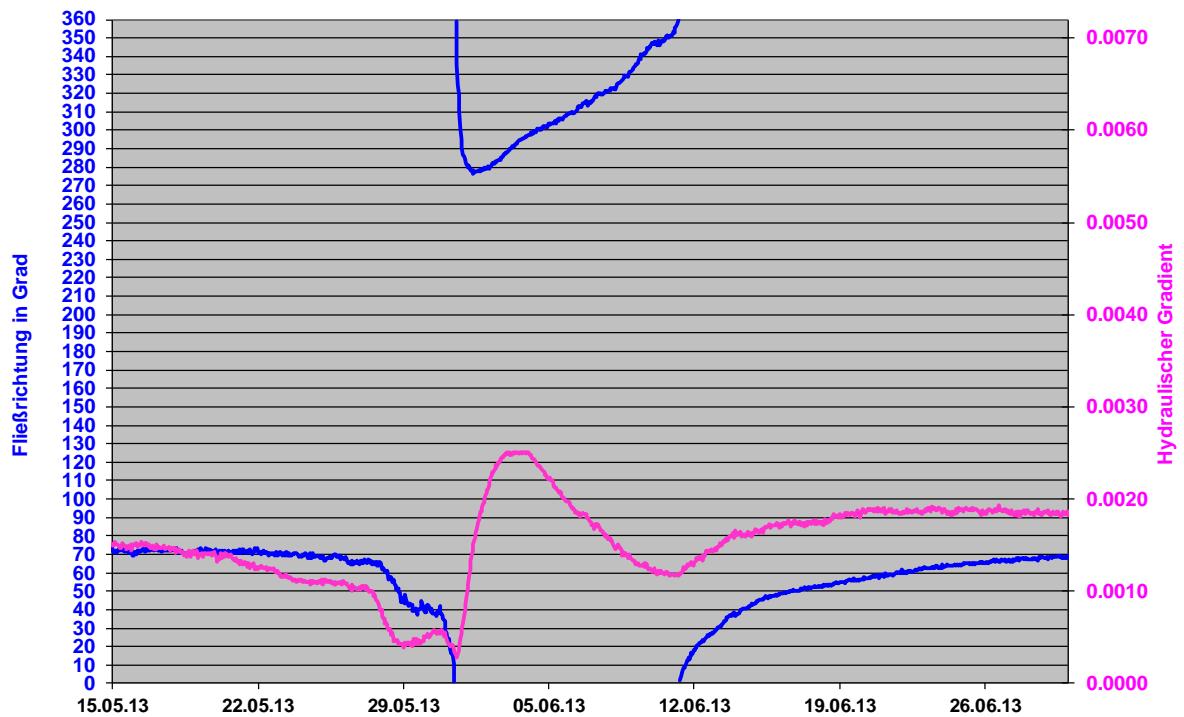


Abbildung 4 Entwicklung des hydraulischen Gradienten und der Grundwasserfließrichtung im Zeitraum des Saalehochwassers vom Mai/Juni 2013 im hydrogeologischen Dreieck der Messstellen GWM 1 – GWM 3 des Inselplatzes

4.2.2 Hydraulischer Gradient und Grundwasserfließrichtung

In der nachfolgenden Abbildung ist die Entwicklung des hydraulischen Gradienten und der Grundwasserfließrichtung im Bereich des Inselplatzes im Zeitraum Februar 2013 bis Dezember 2014 dargestellt.

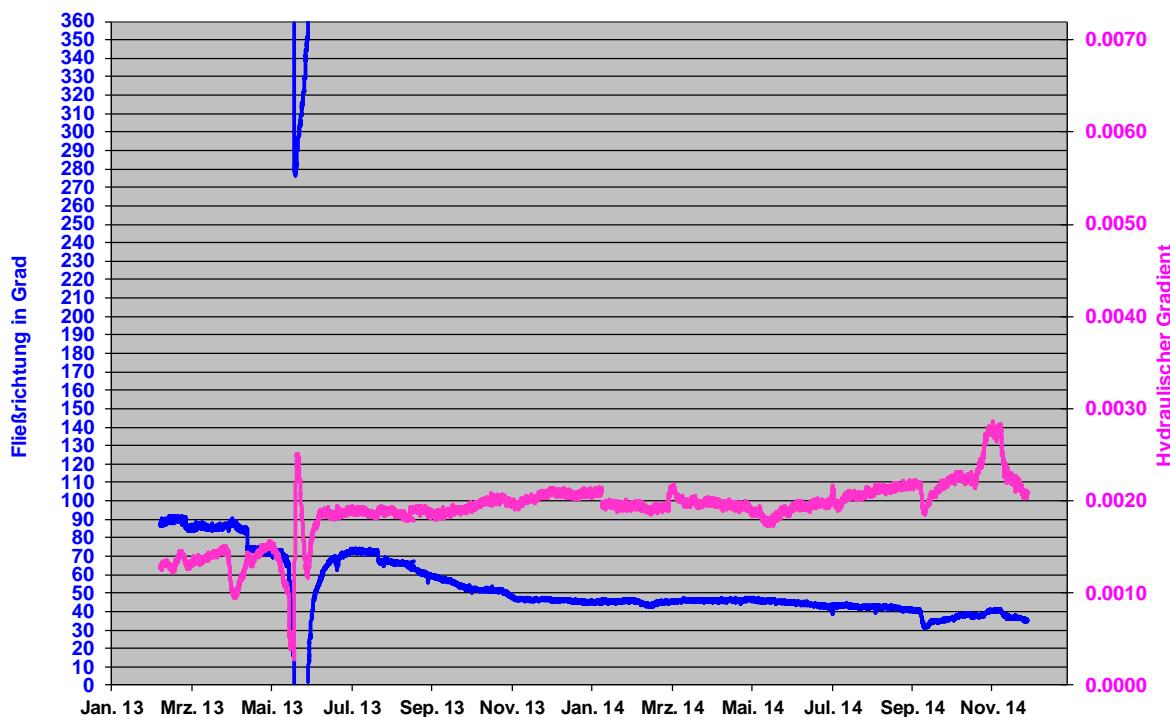


Abbildung 5 Entwicklung des hydraulischen Gradienten und der Grundwasserfließrichtung im Zeitraum Februar 2013 bis Dezember 2014 im hydrogeologischen Dreieck der Messstellen GWM 1 – GWM 3 des Inselplatzes

In Auswertung der vorliegenden Messwerte wurden unter Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Grund- und Oberflächenwasser folgende Ansätze des **hydraulischen Gradienten** für die hydraulischen Berechnungen abgeleitet:

- minimaler hydraulischer Gradient (31.05.2013 – Beginn Hochwasser): 0,0003
- maximaler hydraulischer Gradient (06.11.2014 - Saale-Niedrigwasser): 0,0029
- mittlerer hydraulischer Gradient (Mittelwert der bisherigen Messungen): 0,0020
- hydraulischer Gradient bei Grundwasserhöchststand: 0,0023

Für den Standort Spittelplatz ist von einer analogen Wechselwirkung zwischen der Saale und dem Kiesgrundwasserleiter auszugehen. Auf der sicheren Seite liegend wird für hydraulische Berechnungen ein hydraulischer Gradient von 0,003 angesetzt.

4.2.3 Grundwasserflurabstand

Auf der Grundlage der Wasserstandsangaben von Altbohrungen ist von einem Grundwasserflurabstand von 3 bis 4 m auszugehen. Der aktuelle Grundwasserflurabstand und dessen Korrelation zum Saalewasserstand soll mit den noch durchzuführenden Erkundungsbohrungen ermittelt werden.

4.2.4 Durchlässigkeitsbeiwert

Regionale Angaben des Durchlässigkeitsbeiwertes des Lockergesteinsgrundwasserleiters im Stadtzentrum von Jena können der hydrogeologischen Grundkarte (HK 50) entnommen werden (Abbildung 6). Die auf der Grundlage von Pumpversuchen ermittelten Werte liegen im Bereich zwischen $1,6 \cdot 10^{-4}$ bis $1,9 \cdot 10^{-3}$ m/s (Tabelle 2).

Für das eigentliche Untersuchungsgebiet am Spittelplatz liegen aus Korngrößenanalysen berechnete k_f -Werte für die Bohrung BK 2/17 und BK 2/19 vor (Tabelle 3). Die aus der Korngrößenverteilung bestimmten k_f -Werte stimmen in der Größenordnung mit den Angaben der HK50 überein. Für hydraulische Berechnungen wird vorbehaltlich weiterer Untersuchungen zunächst ein Wert von $5,0 \cdot 10^{-4}$ m/s angesetzt

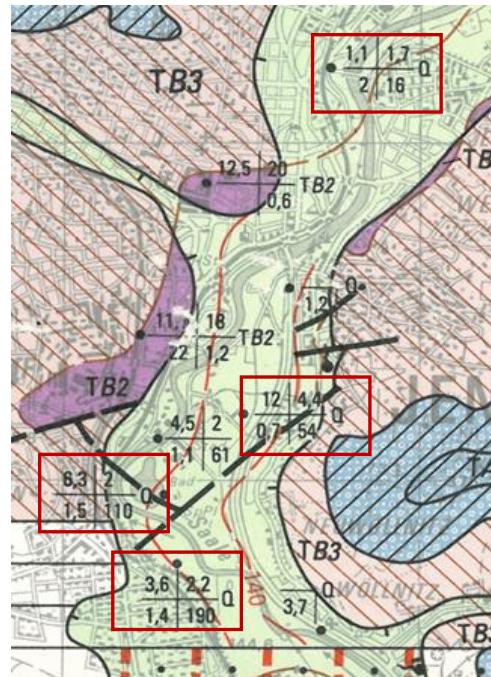


Abbildung 6 Auszug HK 50 für Innenstadt Bereich Jena,
(verwendete Daten sind rot markiert)

Tabelle 2 k_f -Werte für Jena entnommen aus HK 50

Bereich	K_f -Wert [m/s]
Innenstadt	$1,6 \cdot 10^{-4}$
Sportforum	$5,4 \cdot 10^{-4}$
Burgauer Weg	$11 \cdot 10^{-4}$
Ahornstraße	$19 \cdot 10^{-4}$

Tabelle 3 k_f -Werte bestimmt aus Siebanalysen

Probennummer	Bohrung	Teufenbereich	K_f -Wert [m/s]
9	BK 2/17	4,1 m - 5,7 m	$1,4 \cdot 10^{-3}$
5	BK 2/19	5,0 m - 5,8 m	$1,2 \cdot 10^{-4}$
			$\varnothing 7,6 \cdot 10^{-4}$

4.2.5 Geometrie des geplanten Baukörpers

Entsprechend der vorliegenden Planungsunterlagen werden für die hydraulischen Berechnungen folgende maximalen Ausmaße angesetzt:

- Länge des Baukörpers in OW-Richtung: 50 m
- Breite des Baukörpers in NS-Richtung: 130 m
- Bauwerkssohle: 135,2 mNHN
- Einbindetiefe Baugrubenumschließung: 134,0 mNHN

4.2.6 Mächtigkeit des Grundwasserleiters

Der für die hydraulischen Berechnungen relevante Lockergesteinsgrundwasserleiter (Saalekies) weist im Untersuchungsgebiet eine Mächtigkeit von 2,0 m bis 2,2 m auf. Als Ansatz wird für die Prognose der Aufhöhung vorbehaltlich der Ergebnisse der noch ausstehenden Bohrungen von einer hydraulisch wirksamen Grundwasserleitermächtigkeit von 2,1 m ausgegangen.

Mit der Baugrubenumschließung wird der komplette Grundwasserleiter durchdrungen, sodass keine hydraulische Unterströmung des Bauwerkes stattfinden kann.

4.3 Hydraulische Berechnung des Aufstaus

In Abschnitt 4.3.1 erfolgt zunächst eine Abschätzung der maximalen Aufhöhung auf der Basis der Bauwerksabmessungen und des hydraulischen Gradienten.

Die detaillierte Berechnung des Aufstaus durch ausschließliche Umströmung folgt im Abschnitt 4.3.2.

4.3.1 Maximaler Aufstau nach SCHNEIDER

SCHNEIDER gibt in **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** folgende Formel zur überschlägigen Berechnung des maximalen Aufstaus (ausschließliche Umströmung, senkrechte Anströmung) von Bauwerken mit annähernd quadratischer Grundrissform an:

$$(Gleichung 1) \quad \Delta h = i \cdot \frac{a}{\sqrt{\pi}}$$

Tabelle 4 Berechnungsansatz maximaler Aufstau nach Schneider

Parameter	Symbol	Einheit	Wert	Quelle / Begründung
hydraulischer Gradient	i	-	0,003	siehe Kap. 4.2.2
Bauwerkslänge	a	m	130	siehe Kap. 4.2.5

$$\Delta h = i \cdot \frac{a}{\sqrt{\pi}} = 0,003 \cdot \frac{130}{\sqrt{\pi}} = 0,22m$$

Aus dem Ansatz gemäß Tabelle 4 ergibt sich für die angesetzten hydrodynamischen Verhältnisse (Extremfall östliche Grundwasserfließrichtung senkrecht zur Bauwerkslängsachse) anstromig in Bauwerksmitte ein **maximaler Aufstau von 0,22 m**.

4.3.2 Aufstau durch ausschließliche Umströmung

SCHNEIDER entwickelte eine analytische Lösung mit der die auf ausschließliche Umströmung zurückzuführende Aufhöhung des Grundwasserspiegels für einen Punkt P_{xy} bei beliebiger Anströmrichtung ϑ berechnet werden kann:

(Gleichung 2)

$$\Delta h_{um} = \pm \frac{i \cdot \cos \vartheta \cdot \sqrt{2}}{2} \cdot \sqrt{\sqrt{(x^2 - y^2 + t^2)^2 + 4 \cdot x^2 \cdot y^2} + x^2 - y^2 + t^2 - i \cdot x \cdot \cos \vartheta}$$

Das Koordinatensystem ist wie folgt definiert:

- Der Koordinatenursprung liegt in der Mitte des Randes der Baugrubenumschließung.
- Die Y-Achse bildet die Bauwerkslängsachse.
- Die X-Achse verläuft senkrecht zur Y-Achse.

Auf der Grundlage der noch zu recherchierenden Daten der Umgebungsbebauung und der Erhebung der standortbezogenen hydrogeologischen Kennwerte erfolgen die konkreten Berechnungen der Grundwasseraufhöhung für die als kritisch eingestuften Objekte.

Die Berechnungsergebnisse gelten für den Fall, dass das Grundwasser das Bauwerkshindernis ausschließlich umströmen kann und keine Möglichkeit der Unterströmung besteht. Dieser Fall ist für das Untersuchungsgebiet anzusetzen, da eine Unterströmung des Bauwerkes ausgeschlossen ist.

5 Bauwasserhaltung

5.1 Art der Wasserhaltung und Wassermengen

Hinsichtlich der Baugrubensicherung müssen infolge des vorhandenen Grundwassers erhöhte Anforderungen gestellt werden. Das ab einer Tiefe von ca. 3 m unter GOK anfallende Grundwasser ist mit einer offenen Wasserhaltung nicht beherrschbar. Eine großflächige Grundwasserabsenkung mittels geschlossener Wasserhaltung ist auf Grund der innerstädtischen Lage des Untersuchungsgebiets ebenfalls auszuschließen. Somit sollten die Baugrubenwände komplett wasserdicht ausgeführt werden.

Durch die in die stauenden Schichten des Oberen Buntsandsteins einbindende wasserdichte Baugrubenumschließung wird die der Baugrube zuströmende Grundwassermenge erheblich reduziert, so dass nur noch eine Restwasserhaltung erforderlich ist, die mit einer offenen Wasserhaltung beherrschbar ist. Folgende Wasserzutritte sind zu betrachten:

- Einmalig anfallende Wassermengen
 - a) Entwässerung (Lenzen) der Baugrube
 - Laufend anfallende Wassermengen
 - b) Grundwasserzutritte aus dem Buntsandstein über die Baugrubensohle
 - c) Wasserzutritt über Undichtigkeiten der Baugrubenumschließung
 - d) Tagwasserzutritte (Oberflächenwasser und Niederschläge)
- a) Entwässerung der Baugrube

Beim Entwässern (Lenzen) der Baugrube wird der Wasserspiegel innerhalb auf das Niveau der Baugrubensohle zuzüglich eines Zuschlags von 0,5 m abgesenkt. Die zu entnehmende Wassermenge ergibt sich aus der Spiegeldifferenz zwischen dem Grundwasserspiegel außerhalb der Baugrube und dem innen abgesenkten Wasserspiegel sowie dem entsprechenden entwässerbaren Porenanteil des Bodens.

Aus der maximalen Gesamtfläche der Baugrube von ca. 4000 m² ergibt sich unter Ansatz einer wassererfüllten Kiesmächtigkeit (Saalekies+Auffüllung) von ca. 2,5 m und einer effektiven Porosität von 0,3 ein einmalig abzupumpendes Wasservolumen von ca. 3000 m³.

- b) Grundwasserzutritte aus dem Buntsandstein über die Baugrubensohle

Die im Baufeld unter dem Saalekies anstehenden verwitterten Ton- und Schluff- bzw. Tonmergelsteine des Oberen Buntsandsteins weisen nur eine sehr geringe Wasserdurchlässigkeit auf und bilden einen natürlichen Stauer gegenüber dem Liegenden Festgesteingrundwasserleiter (Kluftgrundwasserleiter des Mittleren Buntsandsteins).

Lokal sind Wasserzutritte aus dem Liegenden über wasserwegsamen Trennflächen (Klüfte, Störungen) sowie über nicht abgedichtete Altbohrungen möglich. Nach gegenwärtigem Kenntnisstand wird davon ausgegangen, dass die zutretenden Wassermengen über eine

offene Wasserhaltung beherrschbar sind. Eine Abschätzung der Wassermengen erfolgt auf der Grundlage der Ergebnisse der noch ausstehenden Erkundungsbohrungen.

c) Wasserzutritt über Undichtigkeiten der Baugrubenumschließung

Wasserzutritte aus der Baugrubenumschließung sollten durch fachgerechte Ausführung der Spund- bzw. Bohrpfahlwand weitestgehend vermieden werden. Bei Bedarf sind nachträgliche Abdichtungen von Leckagestellen (z.B. Löcher der Rückverankerung) durchzuführen. Der Wasserzutritt über Undichtigkeiten der Baugrubenumschließung wird mit 1,5 l/s je 1000 m² benetzte Wandfläche angesetzt. Bei einer benetzten Höhe von 4 m und einer Länge der Umschließung von ca. 350 m, ergibt sich ein Wasserzutritt von 7,5 m³/h.

d) Tagwasserzutritte (Oberflächenwasser und Niederschläge)

Niederschlagsereignisse sind für die Bauwasserhaltung nur von untergeordneter Bedeutung. Bei einem Extremniederschlag von 100 mm fallen in der gesamten Baugrube ca. 400 m³ Wasser an. Ein Wasserzufluss von außerhalb der Baugrube gelegenen Flächen ist durch entsprechende konstruktive Gestaltung der Baugrubenumschließung zu vermeiden.

Aus derzeitiger Sicht wird empfohlen die Bauwasserhaltung auf eine Maximalkapazität von 20 m³/h auszulegen.

5.2 Bauwasseraufbereitung, Bauwasserleitung

Aufgrund des Altlastenverdachtes (siehe Altlastenbericht) ist zu besorgen, dass das beim Lenzen der Baugrube anfallende Wasser erhöhte Schadstoffkonzentrationen (z.B. MKW) aufweisen könnte.

Die einzuhaltenden Einleitgrenzwerte sind von der Art bzw. dem Ort der Abwassereinleitung (Schmutzwasserkanäle, Mischkanäle bzw. Vorfluter) abhängig.

In Abhängigkeit von der Schadstoffbelastung und den zulässigen Einleitwerten sind entsprechende Maßnahmen zur Bauwasseraufbereitung (z.B. Leichtflüssigkeitsabscheider oder Wasseraktivkohlefilter) vorzusehen. Konkrete Empfehlungen folgen im Gutachten.

5.3 Maßnahmen im Hochwasserfall

Die Oberkante der Baugrubenumschließung darf im gesamten Baufeld nicht unter 141,5 m NN liegen. Damit ist gewährleistet, dass die Baumaßnahme auch bei Saalehochwasser durchgeführt werden kann. Die Standsicherheit der Baugrubenumschließung ist auf einen Grundwasserstand von 141,5 m NN auszulegen.

In Abhängigkeit von der Kapazität der Bauwasserhaltung und der bei Hochwasser zulässigen Einleitmenge ist bei länger anhaltendem Hochwasser die Möglichkeit der temporären Einstellung der Wasserhaltung und Flutung der Baugrube vorzusehen. In den innerhalb der Baugrube errichteten Gebäuden wird zur Vorbeugung für Hochwasserfälle, Extremniederschläge und Havariefälle der Bauwasserhaltung empfohlen bis zur Erreichung

der für die Auftriebssicherheit erforderlichen Auflast entsprechende Flutungsöffnungen vorzusehen.

5.4 Maßnahmen zum Erhalt der Grundwasserströmung

Bereits in der Bauphase ist durch entsprechende wasserdichte Baugrubenumschließung eine Absenkung des Wasserspiegels zu vermeiden. Bei längerfristiger Absenkung des Grundwasserspiegels besteht die Gefahr der Gebäudeesenke durch Austrocknung von Baugrundschichten bzw. durch Suffusion. Die sicherste Lösung ist ein bauzeitlich wasserdichter Verbau.

Aufgrund der zu besorgenden Beeinflussung der Umgebungsbebauung sind nach Errichtung des Bauwerkes gegebenenfalls Maßnahmen zur Aufstaureduzierung und zum Erhalt der Grundwasserströmung erforderlich. Zielstellung der Maßnahmen ist es, im Hochwasserfall zu verhindern, dass Aufstaueffekte zu einer zusätzlichen Verschärfung der Situation in den anstromig des Bauwerkes im Grundwasserschwankungsbereich befindlichen Kellern führt.

Aussagen zum Umfang und Notwendigkeit der Maßnahmen können erst nach Abschluss der noch durchzuführenden Untersuchungen und der Recherche zur Höhenlage der betroffenen Keller getroffen werden.

Die zur Verhinderung des Aufstaus im Anstrom ggf. temporär (bei Hochwasser) erforderliche Wasserentnahme ist sowohl über Horizontaldrainagen als auch über Vertikalbrunnen sicher beherrschbar.

Der Ausgleich zwischen Aufstau und Absenkung an den gegenüberliegenden Bauwerksseiten kann auf Dauer durch an- und abstromig angeordnete Vertikalbrunnen, die mittels geschlossener Leitungssysteme verbunden sind, realisiert werden. Alternativ zu Vertikalbrunnen können die Entnahme- und Infiltrationsbauwerke auch als Horizontalbrunnen bzw. Horizontaldränagen ausgeführt werden.

Die Verbindung der an- und abstromigen Brunnen kann durch Dükerung (geschlossene Leitungen unterhalb der Bauwerkssohle) oder nach dem Heberprinzip (im Bauwerk verlaufende Leitung mit Entlüftungsmöglichkeit im Hochpunkt) verbunden werden. Damit besteht die Möglichkeit, das Gesamtsystem unter Ausnutzung des natürlichen hydraulischen Gradienten ohne Pumpen zu betreiben.

Es ist hinreichend, wenn die Anlage wasserstandsgesteuert temporär bei erhöhtem Wasserstand (Saalehochwasser) betrieben wird.

Unter Berücksichtigung benachbarter Tiefbauprojekte wird aus Gründen der Beweissicherung empfohlen die Auswirkungen der Baumaßnahme und des Bauwerkes auf die Grundwasserdynamik mit einem Grundwassermanagement (mindestens drei mit Datenlogger ausgerüstete Messstellen) zu überwachen.

Anlage 1

Topographische Übersicht

Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.