



Senatsverwaltung für Stadtentwicklung

Planen Bauen Wohnen Natur Verkehr

Abteilung II D

Wasserwirtschaftliche Beratung zur Nachnutzung des Tempelhofer Feldes

1. Zwischenbericht

31. Juli 2008



Inhalt	Seite
1. Vorbemerkungen	3
2. Bestehende wasserwirtschaftliche Verhältnisse	3
2.1 Allgemeines und räumliche Einordnung	3
2.2 Regenwasserkanalnetz und Vorflut	4
2.3 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse	4
2.4 Bestehende Gewässer	5
3. Geplante städtebauliche Maßnahmen	5
4. Verlegung Regenbecken	6
4.1 Bemessung	6
4.2 Überschlägige Kosten	9
5. Trinkwasserversorgung	9
6. Schmutzentwässerung	10
6.1 Grauwassernutzung	10
7. Regenentwässerung	11
7.1 Entwässerung der Dach- und Hofflächen	11
7.2 Entwässerung der Straßenflächen	11
7.3 Regenwassernutzung	12
7.4 Regenabfluss als Seespeisewasser	12
7.5 Entlastungseffekt für den Landwehrkanal	13
8. Wasserlandschaft	13
8.1 Eigenschaften des geplanten Tempelhofer Sees	14
8.2 Reinigungsanlage	15
9. Vorgaben für Planer	17
10. Offene Fragen	18
10.1 Gewässerschutzeffekt Landwehrkanal	18
10.2 Technische Dichtung des Seebeckens	18
10.3 Ausbildung der Reinigungsanlage	19
10.4 Recherche vergleichbarer Projekte	19
11. Verwendete Literatur	19

Anhang:

- Anhang 1 Auszug aus Digitalem Umweltatlas Berlin
- Anhang 2 Bewertungsverfahren nach DWA-Merkblatt M153
- Anhang 3 Bemessungsergebnis nach DWA-A138
- Regenwasserversickerungsbecken -
- Anhang 4 Bemessungsergebnis nach DWA-A138
- straßenbegleitende Versickerungsmulden -

1. Vorbemerkungen

Mit der Einstellung des Flugbetriebs und der Schließung des Flughafens Tempelhof im Oktober 2008 müssen die Grundlagen für die weitere Entwicklung des freiwerdenden Geländes festgelegt werden. Hierbei spielt das Thema "Wasser" eine wichtige Rolle. Als Vorgaben für die kommenden Wettbewerbe für Stadtplaner, Architekten und Landschaftsplaner sind daher Grundsätze zu entwickeln, wie mit dem Wasser im Bereich des Tempelhofer Feldes umgegangen werden kann.

Bei der Entwicklung der Quartiere nach ökologischen Gesichtspunkten ist z.B. darauf zu achten, dass möglichst wenig Regenwasser abzuleiten ist (Abflussvermeidung) und möglichst viel kostenloses Regenwasser teures Trinkwasser substituiert (Regenwassernutzung). Darüber hinaus soll im geplanten Landschaftspark Wasser ein wesentliches Gestaltungsmerkmal darstellen.

Wegen der großen Bedeutung des Tempelhofer Feldes für die Stadtentwicklung sollen ökologische Kriterien die Planung bestimmen. Eine intensive Abstimmung mit den Stadt- und Freiraumplanern ist dabei zwingend notwendig, damit in einem iterativen Planungsprozess angepasste Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung erarbeitet und in die Freiraumgestaltung integriert werden können.

Bei der Bearbeitung sollen die Erfahrungen aus vergangenen und aktuellen Untersuchungsvorhaben zu der Wirksamkeit von Regenwasserbehandlungsanlagen und zu den Auswirkungen von Niederschlagswassereinleitungen auf die Berliner Gewässer Berücksichtigung finden.

Neben der Entwicklung des Tempelhofer Feldes ist eine städtebauliche Verbindung zwischen Flughafen und Südsterne geplant. In der hierfür vorgesehenen Trasse liegt ein Regenrückhaltebecken, das von der Berliner Flughafen-Gesellschaft und den Berliner Wasserbetrieben als wasserwirtschaftliche Anlage für ihre jeweilige Regenentwässerungskanalisation genutzt wird.

Für einen ersten städtebaulichen Wettbewerb muss daher geprüft werden, ob dieses Becken auf das Flughafengelände verlegt werden kann, um der geplanten städtebaulichen Maßnahme den nötigen Raum zu verschaffen.

2. Bestehende wasserwirtschaftliche Verhältnisse

2.1 Allgemeines und räumliche Einordnung

Der Zentralflughafen Tempelhof liegt im Bezirk Tempelhof-Schöneberg, OT Tempelhof. Die Fläche, auf der der Flughafen gebaut wurde, war ehemals ein Exerzierplatz. Der Platz wurde in den 20er Jahren geebnet, der Flugbetrieb im Jahr 1926 aufgenommen. Die Flughafengebäude wurden ab dem Jahr 1934 in ihrer heutigen Form errichtet. Dominierend ist der an das Vorfeld angrenzende, mehr als 1.200 m lange Gebäudetrakt mit Hangars, Empfangs- und Verwaltungsgebäuden. Die heutige Anlage der Start- und Landebahnen entstand erst während der Zeit der Berliner Luftbrücke in den 40er Jahren des letzten Jahrhunderts.

2.2 Regenwasserkanalnetz und Vorflut

Ein Regenrückhaltebecken im Bereich der Lilienthalstraße/Columbiadamm dient der Flughafenentwässerung als Vorflut. Neben den Dach- und Verkehrsflächen des Flughafens sind auch die öffentlichen Regenwassersammler des Columbiadammes, der Platz der Luftbrücke, der Schwiebusser Straße und des südlichen Drittels der Friesenstraße an das Becken angeschlossen. Der Ablaufsammler DN 500 / DN 450 des Regenrückhaltebeckens verläuft Richtung Norden entlang Lilienthalstraße und Fontanepromenade und entwässert im Bereich des Urbanhafens in den Landwehrkanal. Nach den zur Verfügung stehenden Unterlagen besitzt das Becken eine Grundfläche an der Sohle von rd. 16.000 m², die Sohlhöhe liegt bei etwa 38,50 mNN, die Geländeoberkante auf ca. 44,00 mNN bis 45,00 mNN.

Der Flughafen verfügt über ein eigenes Regenwasserkanalnetz, das im Bereich Columbiadamm auf Höhe des Regenrückhaltebeckens über ein Haubenprofil 2620/2100 mit dem öffentlichen Kanalnetz verknüpft ist. Der Anschlussgrad ist nicht genau bekannt. Auch kann keine exakte Aussage darüber getroffen werden, welche Flächen im Bereich des Platzes der Luftbrücke an die dortigen Sammler angeschlossen sind bzw. welche Flächen über das geländeeigene Kanalnetz entwässern. Hier können zum derzeitigen Stand der Planung nur sinnvolle Annahmen getroffen werden.

Der Anschlussgrad der Dach-, Hof- und Straßenflächen an die Sammler in der Schwiebusser Straße, der Friesenstraße und des Columbiadammes wurde anhand der Daten des Entgeltsplittings sowie der ALK-Daten der Berliner Wasserbetriebe abgeschätzt.

Das Gesamteinzugsgebiet der zu untersuchenden Regenentwässerung umfasst eine Fläche von rd. 368 ha. Die Länge des Kanalnetzes oberhalb des Regenrückhaltebeckens beträgt rd. 4.340 m. Der Ablaufsammler des Beckens zum Landwehrkanal weist eine Länge von etwa 1.480 m auf.

2.3 Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Bezüglich der allgemeinen Boden- und Grundwasserverhältnisse im Umfeld des Flughafens wird auf die Kartenauszüge aus dem Digitalen Umweltatlas Berlin in Anhang 1 hingewiesen, da zu diesem Zeitpunkt noch keine detaillierteren Bodenuntersuchungen vorliegen.

Gemäß Umweltatlas liegt das Flughafengelände am nördlichen Rand der Teltowhochfläche. Der hier anstehende Fein- bis Mittelsand weist von der Tendenz her gute Versickerungseigenschaften auf. Sowohl im Ober- als auch im Unterboden stehen jedoch auch mittellehmige Sande an, die die Versickerung deutlich einschränken können.

Die Mächtigkeit des vom Bemessungsgrundwasserstand nicht beeinflussten Sickerraumes unterhalb einer Versickerungsanlage sollte gemäß DWA-Arbeitsblatt A138 [1] mindestens 1 m betragen, um eine ausreichende Filter-

strecke für die eingeleiteten Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten. Wie der Auszug aus dem Umweltatlas in Anhang 1 zeigt, liegt der Grundwasserflurabstand zwischen 10 m und 20 m, so dass es bei einem etwa 5 m bis 6 m tiefen Becken nach qualitativer Bewertung der angeschlossenen Flächen gemäß DWA-Merkblatt M 153 [2] aus Sicht des Grundwasserschutzes keine Bedenken gegen die Versickerung der Niederschlagsabflüsse auf dem Flughafengelände gibt. Das Bewertungsschema nach dem DWA-Merkblatt M153 ist der Erläuterung als Anhang 2 beigelegt.

2.4 Bestehende Gewässer

Bestehende Gewässer mit dauernden Wasserkörpern wie Teiche oder Wassergräben sind auf dem Tempelhofer Feld nicht vorhanden.

3. Geplante städtebauliche Maßnahmen

Das bisherige Konzept für die zukünftige Nutzung des Areals Tempelhofer Feld sieht in Ergänzung zum bestehenden Flughafengebäudekomplex die Anlage von drei Quartieren für Wohnen und Gewerbe mit dem Columbia-Quartier, dem Stadtquartier Neukölln und dem Stadtquartier Tempelhof, die Entwicklung eines großen Landschaftsparks auf dem verbleibenden Freigelände sowie die städtebauliche Verbindung zwischen Columbiaquartier und Südsterne vor.

Wasserwirtschaftliche Rahmendaten liegen hierzu noch nicht vor. Die für die Entwicklung der Quartiere erforderlichen Wettbewerbe stehen noch aus, so dass noch keine genaueren Aussagen über die Größe von abflusswirksamen Flächen (Dach-, Hof-, Straßenflächen etc.) gemacht werden können.

Lediglich die Größe des vorgesehenen Nettobaulandes ist bisher bekannt. Die folgenden weiteren Daten sind daher vorläufig geschätzt.

Columbiaquartier (Wohnen)

Nettobauland:		105.800	m ²
Grünfläche:	ca.	6.200	m ²
Straßenfläche:	ca.	48.000	m ²
Gesamtfläche:	ca.	160.000	m ²

Stadtquartier Neukölln (Wohnen)

Nettobauland:		84.300	m ²
Grünfläche:	ca.	1.000	m ²
Straßenfläche:	ca.	15.000	m ²
Gesamtfläche:	ca.	100.000	m ²

Stadtquartier Tempelhof (Wohnen/Gewerbe)

Nettobauland:		283.300	m ²
Grünfläche:	ca.	3.000	m ²
Straßenfläche:	ca.	23.000	m ²
Gesamtfläche:	ca.	309.300	m ²

Landschaftspark

Gesamtfläche: ca. 2.950.000 m²

Städtebauliche Verbindung

Nettobauland: k.A. m²

Grünfläche: k.A. m²

Straßenfläche: k.A. m²

Gesamtfläche: k.A. m²

Die vorläufig zu einer ersten Einschätzung vorgenommenen Berechnungen gehen davon aus, dass die Dachflächen (= Nettobauland) voll abflusswirksam sind. Bei den Straßen wird von einer Breite (zwischen linker und rechter Straßenbegrenzungslinie) von 10 m ausgegangen. Innerhalb dieses Querschnitts sollte ein möglichst 3 m breiter Grünstreifen zur Aufnahme der Entwässerungsanlagen (Mulden, Mulden/Rigolen) zur Verfügung stehen.

4. Verlegung Regenbecken

4.1 Bemessung

Das vorhandene Regenrückhaltebecken nördlich des Columbiadammes soll auf das Flughafengelände verlegt werden. Durch diese Maßnahme geht der Anschluss an die Ablaufleitung zum Landwehrkanal verloren und das geplante Becken muss wegen fehlender Vorflut als Versickerungsbecken mit Notüberlauf in das Parkgelände betrieben werden.

Als Standort sollte ein Bereich gewählt werden, der möglichst nahe dem tiefsten Punkt der bisherigen Kanalisation liegt (Zusammenfluss von Sammler BFG und Sammler BWB, Columbiadamm), um unnötig lange und große Zulaufleitungen zu vermeiden. Die nächste mögliche Freifläche ist die geplante Grünfläche südlich des Columbiadammes zwischen dem bestehenden Flughafengebäude und dem geplanten Columbia-Quartier. Da diese jedoch aus landschaftsgestalterischen Gründen zu schmal ist, um ein verhältnismäßig großes Versickerungsbecken aufzunehmen, wird als Standort das nördliche Parkgelände unmittelbar am Ring zwischen Flughafenvorfeld und Columbia-Quartier gewählt.

Um das anfallende Regenwasser zum neuen Beckenstandort zu leiten, müssen folgende Maßnahmen durchgeführt werden:

- Verlängerung des R-Kanals DN 450 aus dem östlichen Columbiadamm in Richtung Westen als DN 500 um ca. 250 m.
- Umleiten des R-Kanals DN 1100 aus dem westlichen Columbiadamm in Höhe Golßener Straße in Richtung Süden und zusammenführen mit neuem R-Kanal DN 500
- Herstellung einer ca. 220 m langen Ablaufleitung (geschätzt DN 1200) in Richtung Süden bis zum Hauptsammler der BFG

- Einbindung des Hauptsammlers der BFG und Herstellung einer ca. 220 m langen Ablaufleitung (geschätzt DN 1600) in Richtung Süden bis zum Versickerungsbecken mit Auslaufbauwerk
- Ggf. Umklecken von Straßenabläufen im Columbiadamm

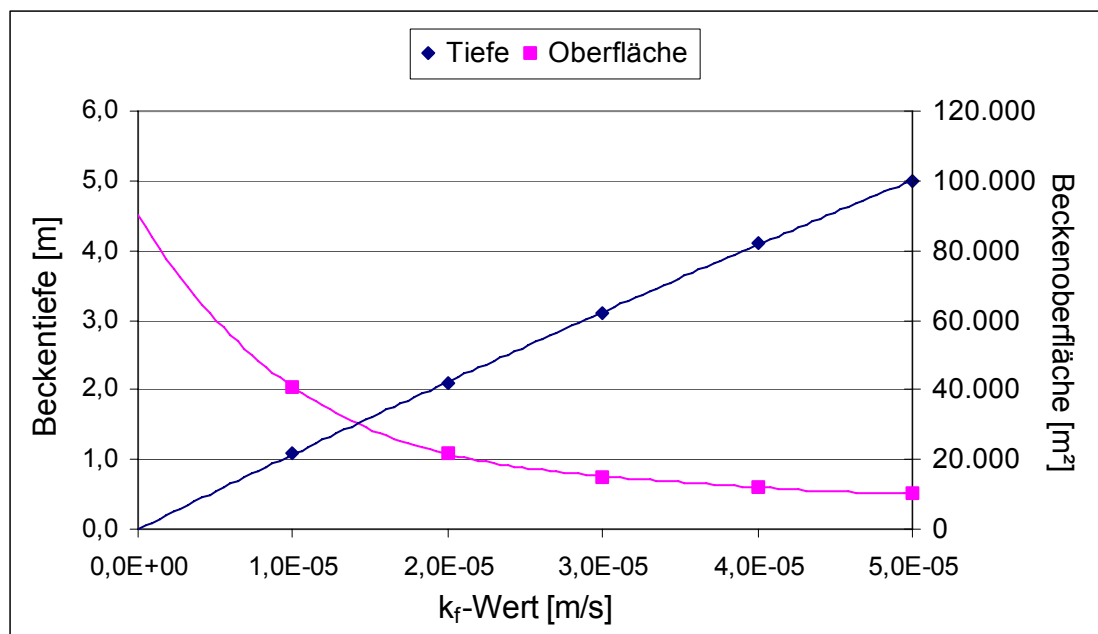
Die weiteren Randbedingungen für den derzeitigen Bestand lauten:

Angeschlossene Flächen:

A_{ges}	~ 396,118 ha
A_{u}	~ 61,547 ha
Anteil A_{u} Flughafengelände (BFG):	~ 46,281 ha
A_{Dach}	~ 10,927 ha
$A_{\text{Verkehrsf.}}$	~ 10,163 ha
A_{Vorfeld}	~ 25,191 ha
Anteil A_{u} öffentliche Kanalisation (BWB):	~ 15,266 ha
A_{Dach}	~ 3,218 ha
$A_{\text{Verkehrsf.}}$	~ 12,048 ha
Geländehöhe am geplanten Standort:	~ 44 – 45 mNN
Kanalsole am geplanten Standort:	~ 38,70 mNN
Vorh. Volumen Hauptsammler Flughafen (BFG)	~ 7.120 m ³
Vorh. Volumen Hauptsammler Berliner Wasserbetriebe	~ 1.180 m ³

Detaillierte Bodenuntersuchungen liegen zu diesem Zeitpunkt noch nicht vor (s. Kap. 2.3 "Baugrund- und Grundwasserverhältnisse"). Aus diesem Grund wird zur Bemessung des Versickerungsbeckens zunächst der k_f -Wert der Beckensohle und -böschungen mit 1 bis 5×10^{-5} m/s abgeschätzt. Bei entsprechend geringeren Durchlässigkeiten des anstehenden Bodens wird die Anordnung einer unterhalb des Beckens liegenden Rigole (= Bodenverbesserung bzw. Bodenaustausch) erforderlich.

Die mögliche Tiefe des geplanten Versickerungsbeckens ist abhängig von der Einstaudauer (anzustrebender Zielwert: max. 24 h bei einem 1-jährlichen Regenereignis). Die folgende Graphik zeigt den Zusammenhang zwischen k_f -Wert der Beckensohle und der Beckentiefe bzw. -oberfläche.



Aufgrund der Tiefenlage der Zulaufkanäle von BFG und BWB (~ 5 m) sollte zur Vermeidung von großformatigen Pumpen die Sohle des Versickerungsbeckens ebenso tief liegen. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass bei Regenereignissen aus dem Versickerungsbecken ein Rückstau ins Kanalnetz erfolgt. Eine Einstautiefe des Beckens von 5 m setzt weiterhin einen k_f -Wert $> 5 \times 10^{-5}$ m/s voraus, da sonst die Einstaudauern zu lang werden und die Gefahr einer Kol-mation im Bereich der Sickerflächen wächst.

Das erforderliche Beckenvolumen ergibt sich minimal zu 41.500 m³ und damit unter Berücksichtigung einer Böschungsneigung von 1 : 2 eine Beckenoberfläche auf der Höhenkote 38,50 + 5,00 = 43,30 mNN von etwa 10.400 m² (z.B. 130 m x 80 m). Die Oberfläche bzw. der Umgriff des Beckens auf GOK wird allerdings etwas größer.

Bei der Berechnung, deren Ergebnisse im Anhang 3 zusammengefasst sind, wurde davon ausgegangen, dass das Becken einer Überlaufhäufigkeit von $n = 0,1$ genügen soll, d.h. der maximale Wasserspiegel im Becken wird statistisch einmal in zehn Jahren überschritten. Dies bedeutet jedoch noch kein "Überlaufen", da das vorhandene Gelände bei etwa 44 – 45 mNN liegt.

Natürlich müssen sich die zuständigen Landschaftsplaner nicht zwingend an eine hier der Einfachheit halber angegebenen rechteckigen Ausführung des Beckens halten. Zur harmonischen Einpassung in die Parklandschaft sind selbstverständlich eine beliebige Form und unterschiedliche Böschungsneigungen denkbar, solange die im Anhang 3 genannten Werte für Versickerungsfläche und Speichervolumen nicht unterschritten werden. Außerdem kann das Becken in unterschiedliche Höhenzonen unterteilt werden, die unterschiedlich oft eingestaut werden. Die seltener eingestauten Bereiche können dann z.B. als Spiel- / Liegewiese o.ä. genutzt werden.

Das Versickerungsbecken kann den nördlichen Ausgangspunkt für eine die Parklandschaft durchziehende Mulden-/Teichkette sein. Ggf. können Teile des

Sickerwassers auch über Rigolen abgezogen und (dann allerdings über ein Pumpwerk) in einen nahegelegenen Speicher/Teich gehoben werden, der sein Wasser in weitere Wasserkörper (Badesee, Teiche) abgibt.

Aufgrund der Tatsache, dass der Niederschlag im Gegensatz zu Verdunstungs- und Versickerungsverlusten diskontinuierlich anfällt, muss je nach Witterungsbedingungen mit Wasserspiegelschwankungen in diesen Wasserkörpern gerechnet werden.

4.2 Überschlägige Kosten

Da noch keinerlei Festlegungen hinsichtlich Lage und Form des Versickerungsbeckens gemacht werden können, ist es zu diesem Zeitpunkt schwierig, Kosten für die Verlegung anzugeben. Für eine erste grobe Einordnung der Größenordnung können jedoch folgende Schätzkosten genannt werden. Dabei sind die Kosten für den evtl. Abbruch des Hauptsammler der BFG, der durch das Columbia-Quartier überbaut wird, nicht enthalten.

Pos.	Bezeichnung	Menge	Kosten
1	Kammerbauwerke zum Umbinden der Kanäle	pauschal	350.000 €
2.1	Zulaufleitung DN 500 im Vortrieb zum neuen Versickerungsbecken	250 m	500.000 €
2.2	Zulaufleitung DN 1200 im Vortrieb zum neuen Versickerungsbecken	220 m	900.000 €
2.3	Zulaufleitung DN 1600 im Vortrieb zum neuen Versickerungsbecken	220 m	1.100.000 €
3	Aushub Becken	54.000 m ³	700.000 €
4	Begrünung	10.000 m ²	30.000 €
5	Sonstiges und zur Abrundung		120.000 €
Mindestsumme:			3.700.000 €

5. Trinkwasserversorgung

Die geplanten Wohn- und Gewerbequartiere müssen mit Trinkwasser versorgt werden. Da mit der Idee des ökologischen Bauens auch eine möglichst große Unabhängigkeit von den vorhandenen städtischen Ver- und Entsorgungsnetzen angedacht ist, käme für die Trinkwasserversorgung nur ein zentrales Wasserwerk mit entsprechenden Zuleitungen zu den drei Quartieren oder drei dezentrale Wasserwerke, die mit Grundwasser gespeist werden, in Frage.

Es ist jedoch kaum vorstellbar, dass die Berliner Wasserbetriebe ein oder mehrere weitere, unabhängige Wasserwerke betreiben und nicht ihr vorhandenes Versorgungsnetz nutzen. Dies bedeutet, dass ein gesonderter Betreiber für die-

se Wasserwerke und die angeschlossenen Versorgungsnetze gefunden und von der Eigentümergemeinschaft der Quartiere beauftragt werden müsste.

Da jedoch das vorhandene Versorgungsnetz der Berliner Wasserbetriebe in unmittelbarer Nähe zu den geplanten Quartieren zur Verfügung steht und ggf. nur geringfügig verstärkt werden muss, erscheint die Versorgung über dieses Netz von vornherein als die wirtschaftlichere und praktikablere Lösung. Darüber hinaus besteht ein Anschlusszwang an das öffentliche Versorgungsnetz.

6. Schmutzentwässerung

Auch in diesem Bereich besteht in Berlin ein Anschlusszwang, d.h. neue Gebäude müssen mit ihrem Schmutzwasser an die öffentliche Kanalisation angeschlossen werden. Zur Verringerung des Abwasseranfalls kann lediglich eine Grauwasseranlage zwischengeschaltet werden.

Sollte theoretisch eine Befreiung vom Anschlusszwang politisch durchsetzbar sein, kämen eigene Kläranlagen (z.B. Pflanzenkläranlagen) in den Quartieren in Betracht. Diese benötigen jedoch zusätzliche Flächen und einen Ablauf in einen Vorfluter, der in diesem Fall nur die Wasserlandschaft im geplanten Park sein könnte. Da hier hohe Wasserqualitäten gefordert werden, sind eigene Kläranlagen unrealistisch.

6.1 Grauwassernutzung

Grauwasser ist gering verschmutztes, fäkalienfreies und mit möglichst wenig Seifenlaugen belastetes häusliches Abwasser, das beim Baden, Duschen, und Händewaschen anfällt und nach entsprechender Aufbereitung als Brauch- oder Betriebswasser in den Bereichen wieder verwendet werden kann, in denen der Einsatz von Trinkwasser nicht zwingend erforderlich ist (z.B. zur Toilettenspülung, zum Hausputz, zur Gartenbewässerung etc.).

Es bedarf innerhalb der Gebäude eines gesonderten und entsprechend gekennzeichneten Leitungsnetzes für die Sammlung und Verteilung, da es weder mit dem fäkalien-, fett- und laugenhaltigen Toiletten-, Küchen- und Waschmaschinenabwasser noch mit dem Trinkwasser in Verbindung kommen darf. Eventuell überschüssiges Grauwasser kann nach der Aufbereitung versickert werden. In Verbindung mit einer Regenwassernutzung kann evtl. fehlendes Grauwasser durch Regenwasser substituiert werden.

Mit dem Einsatz einer Grauwasseranlage kann ein erheblicher Prozentsatz des täglichen Trinkwasserbedarfs gedeckt und somit der Trinkwasserverbrauch deutlich gesenkt werden. Voraussetzung sind jedoch höhere Investitionskosten bei der Hausinstallation, die Akzeptanz der Hausbewohner (unterschiedliche Zapfstellen für Trink- und Betriebswasser, Herkunft des Betriebswassers im Mehrfamilienhäusern aus unterschiedlichen Haushalten) und die regelmäßige Wartung der Anlage.

7. Regenentwässerung

Wegen des ökologischen Ansatzes wird davon ausgegangen, dass anfallendes Regenwasser im Tempelhofer Feld möglichst unmittelbar am Ort des Niederschlags verbleibt und nicht großräumig abgeleitet wird.

Aus diesem Grund kommen bevorzugt Entwässerungsanlagen zum Einsatz, die das Regenwasser teilweise an den Untergrund oder ganz an die Wasserlandschaft weitergeben.

7.1 Entwässerung der Dach- und Hofflächen

Angaben zur Grundflächenzahl (GRZ) in den jeweiligen Quartieren liegen noch nicht vor. Ausgehend von etwa 4- bis 6-geschossigen Wohn- und Geschäftsbauten wird von einem Versiegelungsgrad von etwa 70 % ausgegangen (inkl. Folgeversiegelung). Damit stehen etwa 30 % der Grundstücksfläche für die Außenanlagen zur Verfügung, innerhalb derer die Versickerungsanlagen untergebracht werden müssen. Gegebenfalls können auch semizentrale Anlagen außerhalb der Quartiere herangezogen werden.

Mit einer Kombination von Gründächern und (teil-)durchlässig befestigten Wege- und Hofflächen etc. müsste eine Versickerung über Mulden, Mulden-Rigolen und/oder Versickerungsschächte in der verbleibenden Grundstücksfläche möglich sein.

Das Gebiet liegt nicht im Einzugsgebiet eines Wasserwerks, der Grundwasserflurabstand ist mit 10 m bis 20 m ausreichend.

7.2 Entwässerung der Straßenflächen

Für die Anlage von Versickerungsmulden (bzw. Mulden-Rigolen-Elementen) im Straßenseitenbereich ist i.d.R. ein 3 m breiter Grünstreifen mit einer 2 m breiten Mulde und zwei 50 cm breiten Banketten vorzusehen. Die Mulden sollten eine Tiefe von 30 cm nicht überschreiten. Bei einer Böschungsneigung von 1 : 2 ergibt sich unter diesen Randbedingungen eine 80 cm breite Muldensohle, die eine problemlose Pflege der oberirdischen Versickerungsanlagen ermöglicht.

Aufgrund von Kreuzungen und Grundstückszufahrten können nicht über die gesamte Straßenlänge Versickerungsanlagen angeordnet werden. Es muss davon ausgegangen werden, dass mindestens 20 % der Gesamtstraßenlänge nicht zur Verfügung stehen.

Die Überlaufhäufigkeit von Versickerungsanlagen im Bereich öffentlicher Straßen sollte einen Wert von $n = 0,2$ nicht überschreiten. Für den Muldenboden wird ein k_f -Wert von 1×10^{-5} m/s angesetzt.

Eine Langzeitsimulation von Straßenmulden mit den o.g. Abmessungen und unter Berücksichtigung der genannten Randbedingungen hat zum Ergebnis, dass die Entwässerung der Straßenflächen über Versickerungsmulden innerhalb eines 10 m breiten Straßenquerschnittes möglich ist. Die Überlaufhäufigkeit liegt bei einem Wert $n \leq 0,2$.

Da die Durchlässigkeit des anstehenden Bodens zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt ist, kann noch keine Aussage darüber getroffen werden, ob unterhalb der Versickerungsmulden Rigolen anzuordnen sind. Bei k_f -Werten $< 1 \times 10^{-5}$ m/s muss zusätzliches Rückhaltevolumen und ggf. eine Ableitung vorgesehen werden.

Darüber hinaus kann es auch erforderlich werden, die Versickerungsanlagen zu dichten und das Ablaufwasser zur Ergänzung von Verdunstungs- und Versickerungsverlusten und zur Aufrechterhaltung der Wasserqualität in der geplanten Wasserlandschaft zu verwenden.

Es kann über unterschiedliche Systeme (Rinnen, Mulden, Mulden-Rigolen, Kanäle) gesammelt und der geplanten Wasserlandschaft innerhalb des Parks zugeführt werden. Je nach Verwendungszweck (Badesee oder Teich) muss dieses Wasser in entsprechenden Behandlungsanlagen aufbereitet werden.

7.3 Regenwassernutzung

Das auf einem Grundstück anfallende Regenwasser muss nicht zwingend vollständig abgeleitet oder versickert werden, sondern kann teilweise einer sinnvollen Nutzung zugeführt werden. So wird Regenwasser im Wesentlichen zur Bewässerung genutzt, um teures Trinkwasser, das wegen seiner Härte für diesen Zweck sowieso weniger geeignet ist, zu sparen.

Man kann Regenwasser aber auch für die Nutzung als Betriebswasser (Toilette, Waschmaschine) verwenden. Bei einer großen Anzahl von angeschlossenen Verbrauchern wird der erforderliche Speicher jedoch sehr groß, da Regenwasser nicht kontinuierlich und in unterschiedlicher Intensität anfällt. In solchen Fällen ist die Kombination mit Grauwasseranlagen sinnvoll, die zusätzlich erforderliches Grauwasser aus dem Regenwasserspeicher entnehmen.

7.4 Regenabfluss als Seespeisewasser

Es wird von der Annahme ausgegangen, dass der Regenabfluss die einzige Quelle der Seespeisung ist. Selbst wenn die Seesohle 10 m unter GOK angelegt wird, ist noch mit keinem grundwasserbürtigen Speisewasser zu rechnen. Da zukünftig der Regenabfluss nicht mehr in den Landwehrkanal eingeleitet werden soll, steht potenziell eine ausreichend große regenabflussbürtige Speisewassermenge zur Verfügung. Nach einer groben Abschätzung beträgt die undurchlässige Fläche A_u sowohl im Bestand als auch im Neubau je 55 ha ($\Sigma = 110$ ha). Hierdurch entsteht ein potenzieller jährlicher Niederschlagsabfluss von ca. 418.000 m³ (110 ha A_u x 3.800 m³/ha A_u).

7.5 Entlastungseffekt für den Landwehrkanal

Der Landwehrkanal ist im noch stärkeren Maße als der Teltowkanal durch niederschlagsbedingte sommerliche Sauerstoffdepressionen belastet (Mischwasserentlastung, Regenabflusseinleitung). Zukünftig werden die Regenabflüsse des Bestandes (55 ha Au) und des Neubaus (ca. 55 ha Au) nicht in den Landwehrkanal eingeleitet, sondern auf dem Tempelhofer Feld versickert. Hierdurch dürfte ein bedeutender Beitrag zum Gewässerschutz des Landwehrkanals entstehen. Es wird vorgeschlagen, den Umfang dieser Gewässerentlastung abzuschätzen (s. Punkt 10. Offene Fragen).

8. Wasserlandschaft

Innerhalb der geplanten Parklandschaft soll Wasser ein wesentliches Gestaltungsmerkmal sein. Dabei reichen die ersten Ideen von einzelnen Teichen bis hin zu einem Badesee. Die entsprechenden Geländemulden müssen auf dem ebenen Gelände erst ausgehoben werden. Dabei entstehen je nach Größe der geplanten Wasserkörper teilweise erhebliche Aushubmassen.

Dies gilt umso mehr, wenn man das zur Aufrechterhaltung der Wasserqualität und zur Substitution von Verdunstungs- und Versickerungsverlusten notwendige Regenwasser aus den Quartieren ohne Anhebung durch Pumpwerke im freien Gefälle den Wasserkörpern zuführen will. In der Folge müssten dann die Dauerwasserspiegel in Abhängigkeit von der Entfernung von den Quartieren und unter evtl. Zwischenschaltung von Behandlungsanlagen in der Größenordnung von 2 m bis ggf. 4 m unter der derzeitigen Geländeoberkante liegen.

Wenn diese tiefliegenden Wasserspiegel landschaftsgestalterisch nicht hinnehmbar sind, ist der dauerhafte Einsatz von Pumpen, zumindest während der Beschickungszeiten, nicht zu vermeiden. Darüber hinaus müssen Überlegungen zur ersten Füllung der Wasserkörper angestellt werden. Eine Füllung allein aus Überregnung kommt wegen der geringen Differenz zwischen Niederschlag und potentieller Verdunstung über Wasseroberflächen und der damit verbundenen sehr langen Fülldauer (u.U. mehrere Jahre) nicht in Betracht.

Als weitere "Quellen" kommen nur das Sickerwasser aus dem Versickerungsbecken und das Grundwasser in Frage. Für beide wird der Einsatz von Pumpen zwingend. Ein (oder mehrere) Grundwasserbrunnen hat den Vorteil, dass auch in Zeiten der Wasserzehrung (lange Trockenzeiten) kontinuierlich Wasser guter Qualität zum Nachfüllen der Wasserkörper zur Verfügung steht.

Da zum derzeitigen Planungsstand noch keine konkreten Vorstellungen für die einzelnen Wasserkörper vorliegen, sollen an dieser Stelle nur grundsätzliche Anforderungen hinsichtlich Nutzung und Qualität genannt werden.

8.1 Eigenschaften des geplanten Tempelhofer Sees

Größe

Aufgrund einer anzustrebenden geringen Eutrophierungs- und Verlandungsgeschwindigkeit bietet sich ein zusammenhängendes, möglichst großes Seevolumen an.

Die durchschnittliche Mindesttiefe sollte 5 m betragen, damit sich während der Vegetationsperiode eine Temperaturschichtung ausbilden kann, die das Seesediment vor starker Temperaturzunahme (20 – 25 °C) schützt, wie sie bei flacheren Seen auftritt. Diese starke Temperaturerhöhung des Sedimentes bei flachen Seen führt zu unerwünschten Erhöhungen des seeinternen Stoffumsatzes.

Das gesamte Seevolumen sollte nicht in verschiedene Teilvolumen kompartimentiert sein, die eine windgetriebene Seewasserumwälzung unterbindet oder erschwert. Flachere Bereiche sollten ohne Hindernisse z.B. in Form von Schwellen mit den Tiefbereichen im Wasseraustausch (windgetriebene Seewasserumwälzung) stehen. Es wird vorgeschlagen, entlang der Hauptwindrichtung die Längenausdehnung des Sees anzulegen, damit ein ungehinderter windgetriebener Wasseraustausch möglich ist.

Unter der Annahme einer bisher vorgeschlagenen Seewasserfläche von 20 ha und einer durchschnittlichen Tiefe von 5 m ergibt sich ein Seevolumen von rund 1 Mio. m³. Würde der gesamte Regenabfluss des zukünftigen Tempelhofer Feldes (Bestand + Neubau) dem See zufließen, ergäbe sich eine rechnerische Austauschzeit des Wasserkörpers von ca. 2,3 Jahren. Die Wasseraustauschzeit ist u.a. für die notwendige, minimale hydraulische Durchlässigkeit des Seebeckens bedeutsam.

Hydraulische Leitfähigkeit des Seebeckens

Folgende Randbedingungen erfordern eine maximale hydraulische Leitfähigkeit des Seebeckens von 10⁻⁸ m/s bzw. 0,40 m/a:

Bei Nutzung des gesamten Regenabflusses als Seespeisewasser ergibt sich eine rechnerische Oberflächenbelastung von 2,10 m/a. Bei einer hydraulischen Leitfähigkeit des Seebeckens von 10⁻⁸ m/s bzw. 0,40 m/a stehen dann noch 1,70 m (2,10 - 0,40 m) zur Aufrechterhaltung des Seewasserspiegels zur Verfügung.

Die hydraulische Leitfähigkeit des anstehenden Geschiebemergels ist vermutlich um Zehnerpotenzen höher als die notwendig erachtete maximale Leitfähigkeit des Seebeckens. Der Umfang der Selbstdichtungsgeschwindigkeit des Seebeckens kann bei geringer Trophie des Sees nicht sicher beurteilt werden. Es sollte im weiteren Verlauf der Planung geklärt werden, unter welchen Bedingungen auf eine technische Dichtung des Sees verzichtet werden kann.

Versickerung des Seeabflusses

Bisher wird davon ausgegangen, dass ein oberirdischer Seeabfluss aufgrund der Entfernung zu den nächsten Vorflutern (Landwehrkanal, Teltowkanal) nicht möglich ist. Dies hat zwei Konsequenzen:

- a) Ist das eigentliche Seebecken zur Aufrechterhaltung eines konstanten Seewasserspiegels weitgehend dicht, müsste eine Versickerungsberme auf Höhe des maximalen Wasserspiegels angelegt werden, um Zuflüsse bei Starkregenereignissen dem Untergrund zuzuführen. Diese könnte als Röhrichtzone ausgebildet werden.
- b) Das Fehlen eines oberirdischen Seeablaufes bedeutet, dass z.B. der Planktonexport unterbleibt und die Feststoffanreicherung im See stark erhöht wird. Die Versickerung des Seeabflusses erhöht die Qualitätsanforderungen im hohen Maße, wie z.B. der schnelle Eutrophierungsfortschritt des Flughafensees zeigt.

Saprobie und Trophie des Sees

Die bisherigen Erfahrungen mit der Regenwasserabflussbeschickung von Berliner Landseen zeigen, dass sehr hohe Anforderungen an das Seespeisewasser bzw. an die Reinigung des Speisewassers gestellt werden. Diese hohe Reinigung des Speisewassers gilt aus unserer Erfahrung unabhängig von der Einzugsgebietsabhängigen Belastung des Regenabflusses und der möglichen Badenutzung des Sees. Auch wenn geringe Baumzahlen im Einzugsgebiet vorhanden sind, was den Faktor 4 an geringerer BSB- oder P-Belastung des Regenabflusses bedeuten kann, ist die Belastung als Seespeisewasser ohne Reinigung immer noch zu hoch.

Auch bei einem sehr hohen Dachflächenanteil des Regenabflusses kann auf eine Behandlung des Regenabflusses nicht verzichtet werden. Es wird vorgeschlagen, ausschließlich gereinigten Regenabfluss dem See zuzuführen. Neben sehr geringen AFS- und BSB-Gehalten sollte auch der P-Gehalt ein sehr niedriges Niveau besitzen. Die bisherigen Erfahrungen hierzu zeigen (z.B. Sanierung Schlachtensee), dass ein Seezufluss von $20 \mu\text{g P}_{\text{ges}} / \text{l}$ angestrebt werden sollte.

8.2 Reinigungsanlage

Kombinationsanlage

Um die gestellte Aufgabe zu erfüllen, einen künstlichen Landsee zu schaffen, der ausschließlich durch Regenabfluss gespeist wird, besonders hohe Anforderungen durch den fehlenden oberirdischen Abfluss besitzt und als Naherholungssee über eine lange Zeit trophiearm und wartungsarm genutzt werden soll, schlagen wir eine kombinierte Reinigungsanlage vor. Diese soll grundsätzlich den Regenwetterzufluss und zusätzlich bei Erfordernis das Seewasser reinigen. Die Seewasserreinigung kann insbesondere aufgrund der nicht oder kaum be-

einflussbaren örtlichen Belastungen des Sees sinnvoll sein (z.B. Belastung durch Wasservogelkot). Die Seewasserreinigung muss nicht zu einer Verteuerung der Reinigungsanlage führen, da sie in der regenfreien Zeit ohne Anlagenvergrößerung vorgenommen werden kann.

Durch die Reinigung von Regenabflüssen und Seewasser sollte aus Gründen der Länge der Seewasserleitung die Reinigungsanlage in Seenähe positioniert sein. Auf Pumpen kann bei der Anlagenbeschickung allerdings nicht verzichtet werden. Eine Längserstreckung des Sees erhöht die Effektivität der Seewasserreinigung, da hierdurch eine Vermischung von Zu- und Ablauf des Hypolimnionwassers unterbunden wird.

Filteranlage

Aufgrund der anzustrebenden geringen Seezuflusskonzentrationen insbesondere für AFS, BSB und P muss die Reinigungsanlage als Filteranlage bzw. als Retentionsbodenfilter-Anlage ausgebildet werden. Filterüberläufe sollten sehr selten (z.B. nur alle 10 Jahre) erfolgen. Offen ist bisher, ob vor den Retentionsbodenfilter ein Regenrückhaltebecken geschaltet werden soll, um die geforderte geringe Überlaufhäufigkeit und die geringen Zulaufkonzentrationen zu erzielen. Um die sehr geringen P-Ablaufkonzentrationen von $20 \mu\text{g P}_{\text{ges}} / \text{l}$ zu erreichen, muss das Filtersubstrat einen noch genauer zu bestimmenden Eisenoxidzuschlag erhalten.

Umgang mit ungereinigten Regenabflüssen

Wenn der Standort der Regenwasserreinigung am See liegt ergibt sich hieraus zwangsläufig, dass auf der Strecke zwischen den Siedlungsquartieren und dem See keine offenen Gräben und insbesondere keine grabenstauartigen Profilerweiterungen mit Dauerstaucharakter hergestellt werden können. Die bisherigen Erfahrungen mit ungereinigten Regenabflüssen in Gräben zeigen Feinsedimentbildungen mit Sauerstoffmangel und Algenblüten. Beide Auswirkungen erfordern eine unterirdische Ableitung oder zumindest eine reine Transportfunktion für unbehandelte Regenabflüsse

9. Vorgaben für Planer

Stichpunktartig können zum derzeitigen Planungsstand die folgenden Vorgaben für die beteiligten Planer gemacht werden.

Trinkwasserversorgung

Ein Trinkwasserkanalnetz ist in den Quartieren erforderlich

Schmutzwasserentsorgung

Ein Schmutzwasserkanalnetz ist in den Quartieren erforderlich

Grauwassernutzung

Grauwasseranlagen substituieren Trinkwasser und sollten daher grundsätzlich in der Planung der Hausinstallation Berücksichtigung finden.

Regenentwässerung

Regenwasserabfluss ist durch geringe Flächenversiegelung, den Einsatz von (teil-)durchlässigen Belägen und Gründächern so weit wie möglich zu reduzieren.

Anfallendes Regenwasser ist möglichst auf dem jeweiligen Grundstück zu versickern (Faustformel: Versickerungsfläche = ca. 10 % bis 20 % der Grundstücksfläche).

Während eine Standardkanalisation üblicherweise im unterirdischen Fahrbahnbereich liegt und keinen zusätzlichen Raum im Straßenquerschnitt erfordert, sind von den zuständigen Planern neben Fußgänger-, Grün-, Park- und Fahrbahnflächen auch entsprechende Flächen im Straßenraum für Rinnen und Mulden vorzusehen (3 m).

Darüber hinaus sollten die Straßen bei Verwendung des Regenwassers in der Wasserlandschaft möglichst ein Längsgefälle zum Verwendungsort (also in Richtung Parklandschaft) erhalten, damit unnötige Tiefenlagen für das Entwässerungssystem vermieden und evtl. nicht zu vermeidende Pumpenanlagen minimiert werden.

Im weiteren Verlauf der Planungen muss noch geprüft werden, ob nicht auf die Versickerung des Regenwassers ganz oder teilweise verzichtet werden muss. Zur Aufrechterhaltung der Qualität der Wasserkörper in der Wasserlandschaft kann es ggf. erforderlich werden, das gesamte anfallende Regenwasser zu nutzen. Dies würde bedeuten, dass z. B. Rigolen gedichtet sein müssen und das Regenwasser über Rinnen und Rohrleitungen der Reinigungsanlage zugeführt werden müssen.

Regenwassernutzung

Regenwasseranlagen substituieren ebenfalls Trinkwasser und sollten daher grundsätzlich in der Planung der Hausinstallation Berücksichtigung finden (ggf. in Kombination mit Grauwasseranlagen).

Wasserlandschaft

Der ungereinigte Regenabfluss sollte nicht für gestalterische Zwecke z.B. Grabenflüsse verwendet werden. Ausnahme hiervon können eventuell Harddachabflüsse sein.

Solange noch keine detaillierteren Informationen vorliegen, sollten potenziell alle Regenabflüsse (Bestand und Neuplanung) als Speisewasser für den geplanten Tempelhofer See reserviert werden. Die Versickerung sollte sich deshalb auf den geplanten See konzentrieren.

Dem geplanten See sollte nur filtrierter, hoch gereinigter Regenabfluss zufließen. Der Seewasserzufluss sollte möglichst über eine Anlage in Seehöhe gereinigt werden um gleichzeitig die Option der Seewasserreinigung realisieren zu können.

Der geplante See sollte eine mittlere Mindesttiefe von 5 m, eine Längenausdehnung in Hauptwindrichtung, keine Kompartimentierung und ein möglichst großes Volumen besitzen. Ein Seevolumen von 1 Mio. m³ wäre eine günstige Voraussetzung für eine geringe Eutrophierungs- und Verlandungsgeschwindigkeit.

Ein länglich gestreckter See mit Gefälle zu einem zentralen Tiefpunkt ermöglicht die Option der Seewasserreinigung und Sedimententnahme mit geringen Unterhaltungsaufwendungen.

10. Offene Fragen

10.1 Gewässerschutzeffekt Landwehrkanal

Es wird vorgeschlagen, den Gewässerschutzeffekt auf den Landwehrkanal durch die zukünftige Versickerung der Niederschlagsabflüsse abzuschätzen. Die Abschätzung dieser Maßnahme kann für die schwierige Gewässersanierung des Landwehrkanals bedeutsam sein.

10.2 Technische Dichtung des Seebeckens

Es sollte geklärt werden, unter welchen Bedingungen eine technische Dichtung des Seebeckens vermieden werden kann. Hierbei ist u.a. die notwendige Speisewassermenge zu klären.

10.3 Ausbildung der Reinigungsanlage

Bisher ist die Ausbildung der Reinigungsanlage noch unklar. Es sollte u.a. die Vorschaltung von RRB's und der Eisenoxidzuschlag der Filtersubstrate geklärt werden.

10.4 Recherche vergleichbarer Projekte

Um die erforderlichen Investitionen möglichst effizient vornehmen zu können, schlagen wir vor, die Erfahrungen vergleichbarer Projekte zu recherchieren.

Berlin, Juli 2008

Müller-Kalchreuth
Planungsgesellschaft

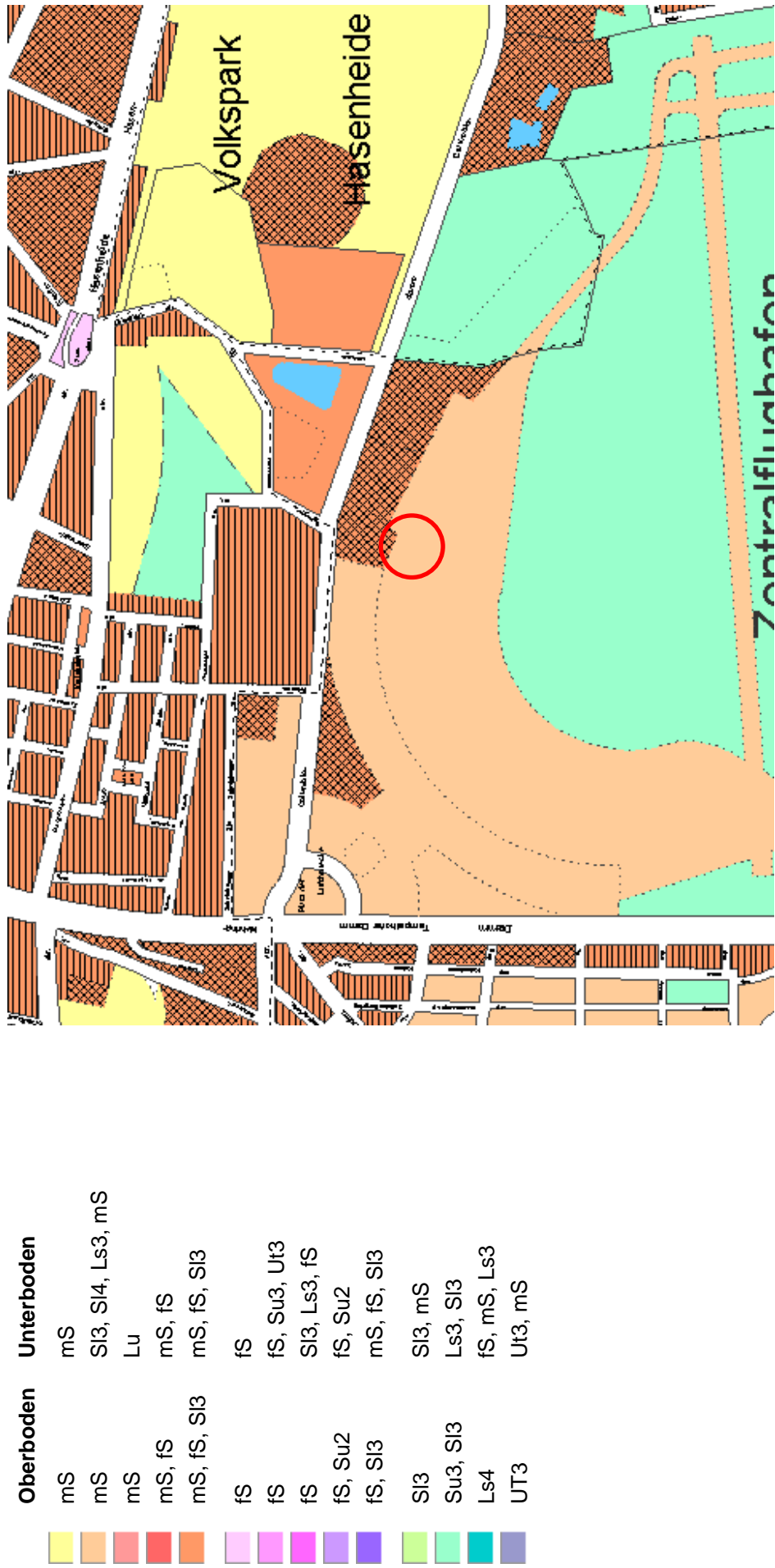
Bioplan
Landeskulturgesellschaft

ifs Ingenieur-
gesellschaft für Stadthydrologie

11. Verwendete Literatur

- [1] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWA-Arbeitsblatt A138
Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser / April 2005
- [2] Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
DWA-Merkblatt 153
Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser / August 2007

Bodenarten des Feinbodens (Quelle: Digitaler Umweltatlas Berlin)



Abkürzungen nach der Bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 4 1994)

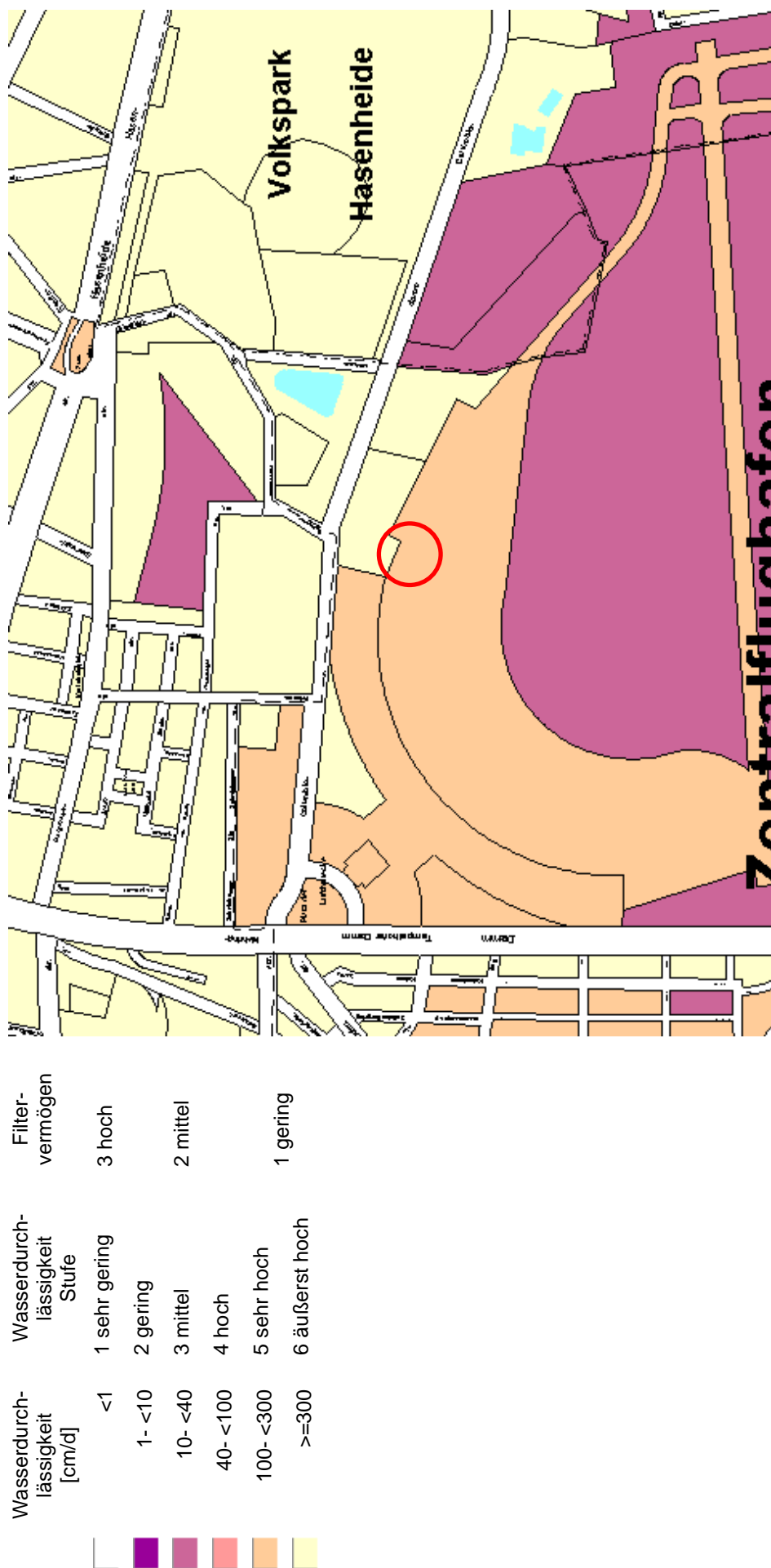
mS	Mittelsand	SI4	stark lehmiger Sand
fS	Feinsand	Ls3	mittel sandiger Lehm
Su2	schwach schluffiger Sand	Ls4	stark sandiger Lehm
Su3	mittel schluffiger Sand	Ut3	mittel toniger Schluff
SI3	mittel lehmiger Sand	Lu	schluffiger Lehm

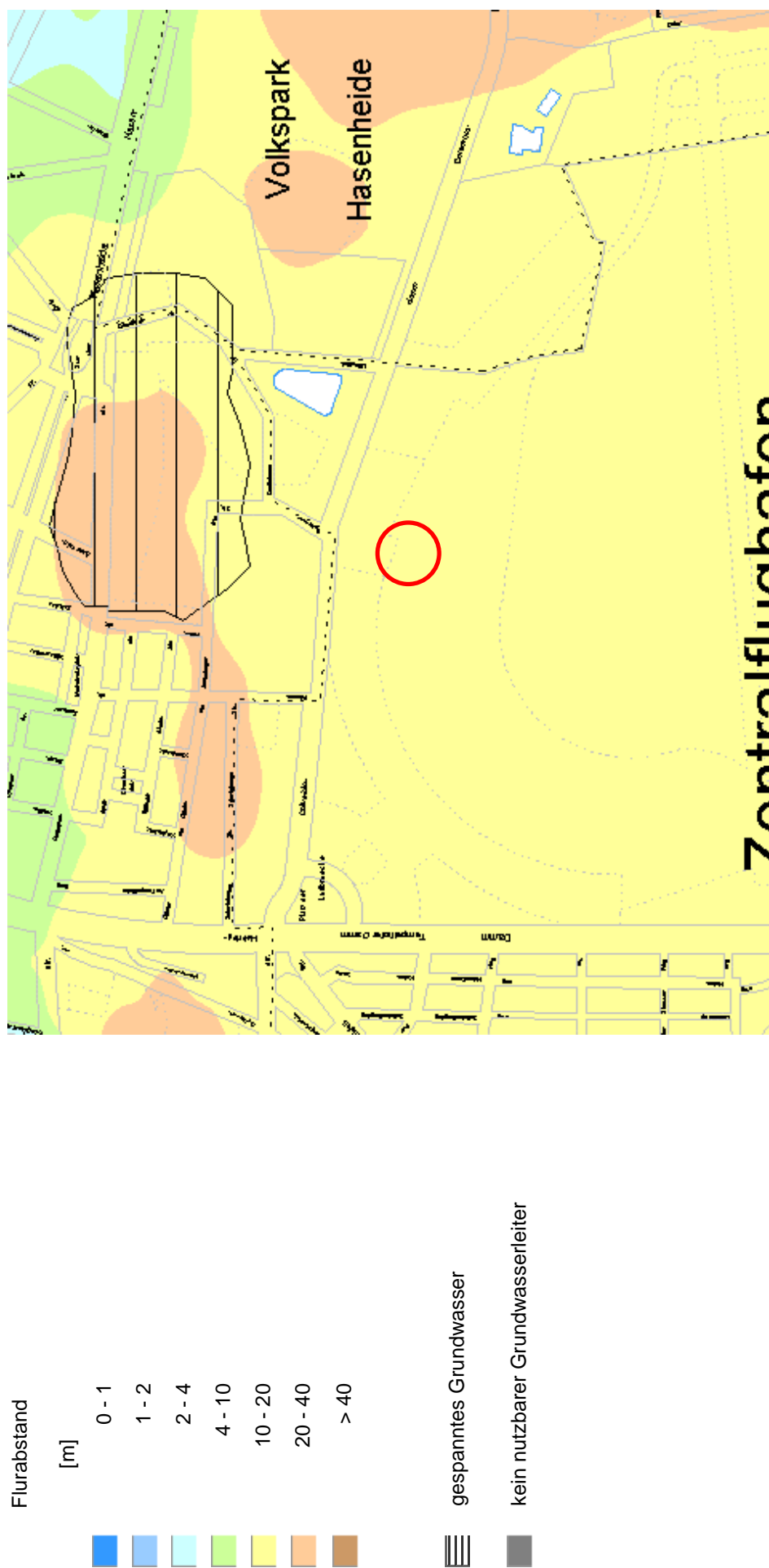
Grobodenart und Grobodenanteil am Gesamtboden

	eckig-kantige Steine (überwiegend mittlerer Anteil) im Ober- und Unterboden
	eckig-kantige Steine (überwiegend mittlerer Anteil) im Unterboden
	runde Steine (überwiegend schwacher Anteil und überwiegend im Unterboden)










Torfart

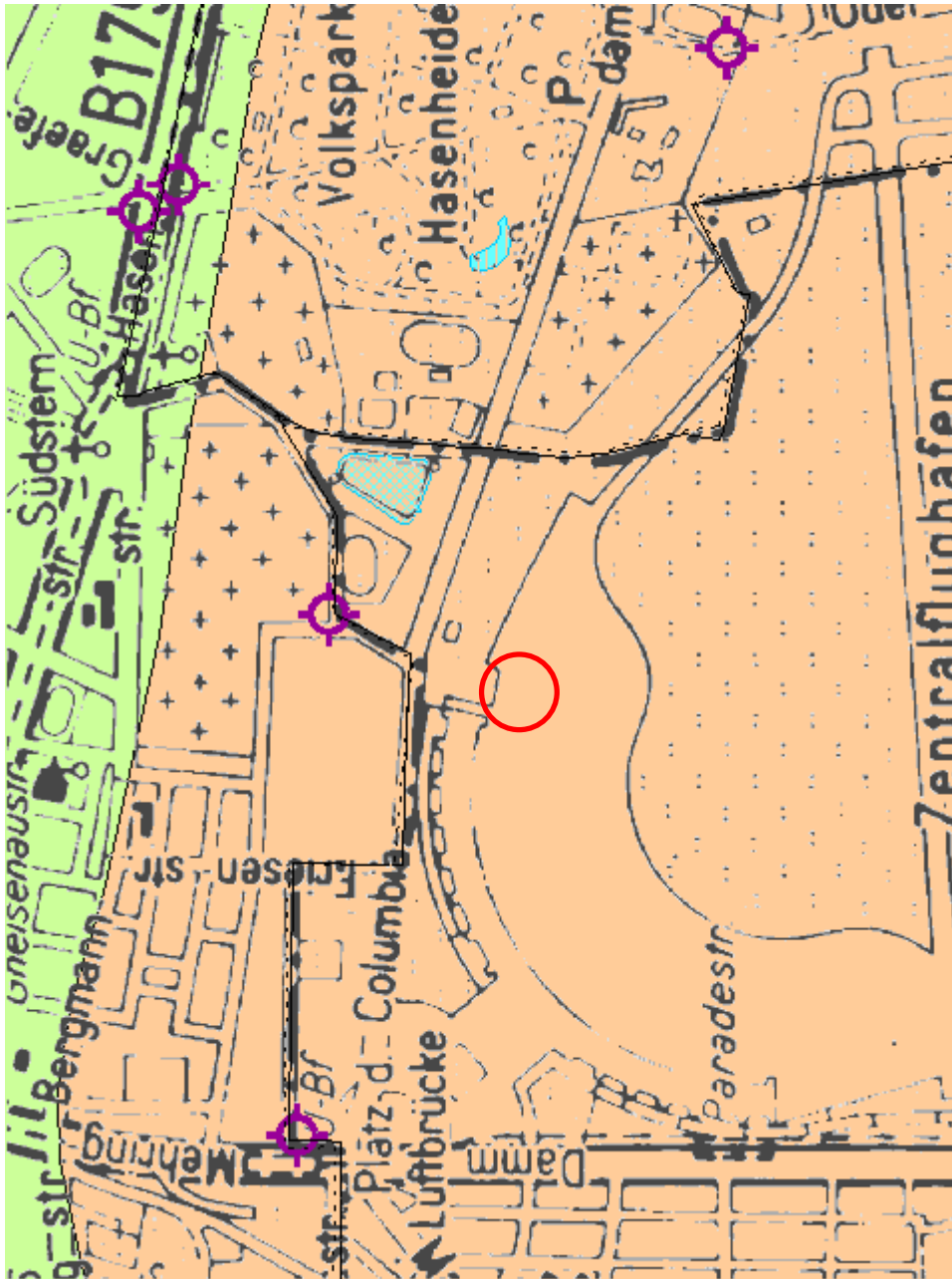
	Niedermoor-torf
	Übergangsmoor-torf
	Torfart des Oberbodens
	Torfart des Unterbodens

Filtervermögen und Wasserdurchlässigkeit (Quelle: Digitaler Umweltatlas Berlin)

Grundwasserflurabstand (Ausgabe 2003) (Quelle: Digitaler Umweltatlas Berlin)

Grundwassergleichen (Quelle: Digitaler Umweltatlas Berlin)


-  Hauptgrundwasserleiter
 in Bereichen mit freiem Grundwasser
 in Bereichen mit gespanntem Grundwasser
 Gebiet in dem der Hauptgrundwasserleiter nicht oder nur in isolierten, wenige Meter mächtigen Vorkommen ausgebildet ist.
 Grundwassermessstelle
 Hauptgrundwasserleiter
 Pegel an oberirdischem Gewässer
 Wasserwerk in Betrieb
 Wasserwerk außer Betrieb
 aktive Brunnengalerie
 Wasserschutzgebietsgrenze

**Geologie**

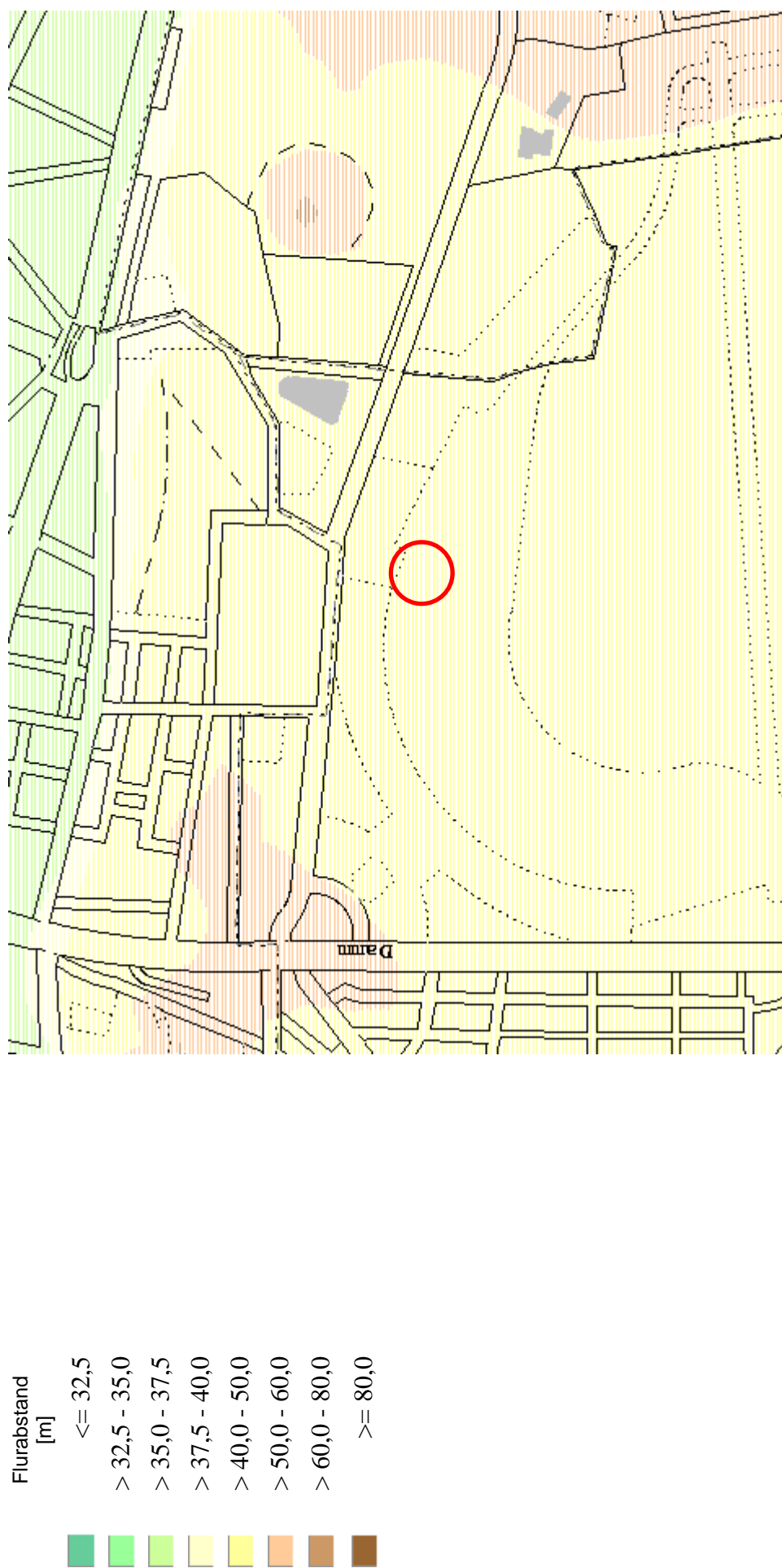
 Hochflächen:
Geschiebelehm / -mergel

 See- und Moorablagerungen:
Sand mit Torf und Mudde

 Hochflächen: Sand

 Urstromtal und Nebentäler: Sand

 Gewässer

Geländehöhen (in Meter über NN) (Quelle: Digitaler Umweltatlas Berlin)

**Bewertungsverfahren
nach DWA-M153**

Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft mbH, Berlin

Auftraggeber:

Senatsverwaltung für Stadtentwicklung

Projekt:

Wasserwirtschaftliche Beratung zur Nachnutzung des Tempelhofer Flugfeldes

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Grundwasser, außerhalb TW-Einzugsgebieten	G12	10

Flächenanteil f_i (Kapitel 4)		Luft L_i (Tabelle 2)		Flächen F_i (Tabelle 3)		Abflussbelastung B_i
$A_{u,i}$	f_i	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B_i = f_i \cdot (L_i + F_i)$
87.605	0,14	L3	4	F6	35	5,46
387.371	0,63	L3	4	F3	12	10,08
141.453	0,23	L3	4	F2	8	2,76
$\Sigma = 616429$	$\Sigma = 1$	Abflussbelastung $B = \Sigma B_i$				B = 18,3

Eine Regenwasserbehandlung ist erforderlich, da $B > G$!

maximal zulässiger Durchgangswert $D_{\max} = G/B$:	$G/B = 10/18,3 = 0,55$
gewählte Versickerungsfläche $A_s =$	22.740 $A_u : A_s = 27,1 : 1$

vorgesehene Behandlungsmaßnahme (Tabellen 4a, 4b und 4c)	Typ	Durchgangswert D_i
Versickerung durch 30 cm bew. Oberboden	D1	0,45
Durchgangswert $D =$ Produkt aller D_i (Kapitel 6.2.2):		D = 0,45

Emissionswert $E = B \cdot D$:	E = 18,3 * 0,45 = 8,24
---------------------------------	-------------------------------

Die vorgesehene Behandlung ist ausreichend, da $E \leq G$ ($E = 8,24$; $G = 10$).

Regenwasserversickerungsbecken

		erwin 4.0		Seite 4.1	
ifs		Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft mbH Berlin		10999 Berlin	
Ingenieurgesellschaft für		System: Regenwasserversickerungsbecken		Lizenz Nr. 017-400-204-152	
Stadthydrologie mbH		Druckdatum: 24.07.2008			

Elementdaten:**Einzugsgebiete/Gewerbegebiete (undurchlässige Teilflächen)**

Name	Station	Größe	Abflußbildungsparameter					Speicherkaskade		
			Anteil undurchl. Fläche	Ben.-verlust	Mulden-verlust	Anf.abfl.-beiwert	Endabfl.-beiwert	Muldenauf-füllungs-grad	n	k
		[ha]	[%]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]	[-]	[min]
Columbia west	NEUK	20,4472	74,301	0,5	1,8	0,3	0,85	0,0	3	5
Columbia ost	NEUK	13,3114	33,733	0,5	1,8	0,3	0,85	0,0	3	5
Flughafen	NEUK	362,3594	11,553	0,5	1,8	0,3	0,85	0,0	3	5

Einzugsgebiete/Gewerbegebiete (durchlässige Teilflächen)

Name	Station	Größe	Abflußbildungsparameter					Infiltrationsparameter			
			Anteil durchl. Fläche	Ben.-verlust	Mulden-verlust	Anf.abfl.-beiwert	Endabfl.-beiwert	Anfangs-infiltr.-rate	End-infiltr.-rate	Rückg. Regen-phase	Regener. Trocken-phase
		[ha]	[%]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[l/(s ha)]	[-]	[min]	[min]
Columbia west	NEUK	20,4472	25,699	5,0	4,0	0,0	0,4	167,0	17,0	0,06	0,001
Columbia ost	NEUK	13,3114	66,267	5,0	4,0	0,0	0,4	167,0	17,0	0,06	0,001
Flughafen	NEUK	362,3594	88,447	5,0	4,0	0,0	0,4	167,0	17,0	0,06	0,001

Mulden-Rigolen-Elemente

Name	Zulauf von...	Ablauf nach...	Überlauf nach...	kf-Wert	Nutzbares Ges.-Volumen	Überflutung Rücklauf
				[m/s]	[m³]	
RVB	Columbia west	Grundwasser	-	0	44290,59	nein

Daten der Teilelemente

Name	Mulde	Länge	Breite	Tiefe	Neigung Länge	Neigung Breite	kf-Wert	Nutzbares Volumen
	Bodensp.	Länge	Breite	Stärke	Nutzbare Feldkapaz.	Grobporen-anteil		Nutzbares Volumen
	Rigole	Länge	Breite	Tiefe	Rohrinnen-durchm.	Rohrwand-stärke	kf-Wert	Porenanteil Kiesfüll. Nutzbares Volumen
Mulde		[m]	[m]	[m]	[-]	[-]	[m/s]	- [m³]
Bodenspeicher		[m]	[m]	[m]	[mm/dm]	[Vol. %]	-	- [m³]
Rigole		[m]	[m]	[m]	[mm]	[mm]	[m/s]	[%] [m³]
RVB	Mulde	130	80	5	1:2	1:2	0,00005	- 42166,67
	Bodensp.	130	80	0,3	15	23	-	- 1185,6
	Rigole	130	80	0,3	200	20	0	30 938,32

Verbindungselemente

Name	Typ	Zulauf von...	Ablauf nach...	Fließzeit
				[min]
Rohr1	Rohr	Columbia west	RVB	0
Rohr2	Rohr	Columbia ost	RVB	0
Rohr3	Rohr	Flughafen	RVB	0
Rohr14	Rohr	RVB	Grundwasser	0

Wasserstandsbeziehungen

Name	Wasserstandsbeziehung									
RVB	Mulde	H	[m]	0,0	0,556	1,111	1,667	2,222	2,778	3,333
		V	[m³]	0,0	3775,623	7759,583	11971,73	16402,39	21073,02	25972,29
	H	As	[m]	0,0	0,0	0,625	1,25	1,875	2,5	3,125
		Qd	[m³/s]	0,0	6600,0	7082,152	7578,28	8088,383	8612,461	9150,515
	H	Qd	[m³/s]	0,0	4,99	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
		Qd	[l/s]	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	Rigole	H	[m]	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
		Qd	[l/s]	0,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0
	Rigole	H	[m]	0,0	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
		Qd	[l/s]	0,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0	1000,0

ifs
Ingenieurgesellschaft für
Stadthydrologie mbH

erwin 4.0
System: Regenwasserversickerungsbecken
Druckdatum: 24.07.2008

Seite 6.1
Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft mbH Berlin
10999 Berlin
Lizenz Nr. 017-400-204-152

Gesamtbilanz für 1960 bis 2003 Teilsystem 1

Gebiet	Station	N	ΣQ Aund			ΣQ Adurch		ΣQ ges		Ψ	ΣQ SW	ΣQ FW
			[mm]	[mm]	[m³]	[mm]	[m³]	[mm]	[m³]	[-]	[m³]	[m³]
Columbia west	NEUK	22763	13389	2034148	163,7	8604	9990	2042751	0,439	-	-	-
Columbia ost	NEUK	22763	13389	601217	163,7	14443	4625	615660	0,203	-	-	-
Flughafen	NEUK	22763	13389	5605170	163,7	524756	1692	6129926	0,074	-	-	-

Mulden-Rigolen-Elemente

Name	Zuflüsse	ΣQ_{zu}	ΣQ_{ab}	ΣQ_s	ΣE_p	$\Sigma Q_{ü,sys}$	Überlauf-Anzahl		$\Sigma Q_{ü,s,m}$	Mittlere Überlauf-
		[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	dauer	Überl.	[m³]	dauer
							[h]	[-]		[h]
RVB	Columbia west Columbia ost Flughafen	9025051	8729886	0,0	266439	54033	14,2	7	7719	2,02

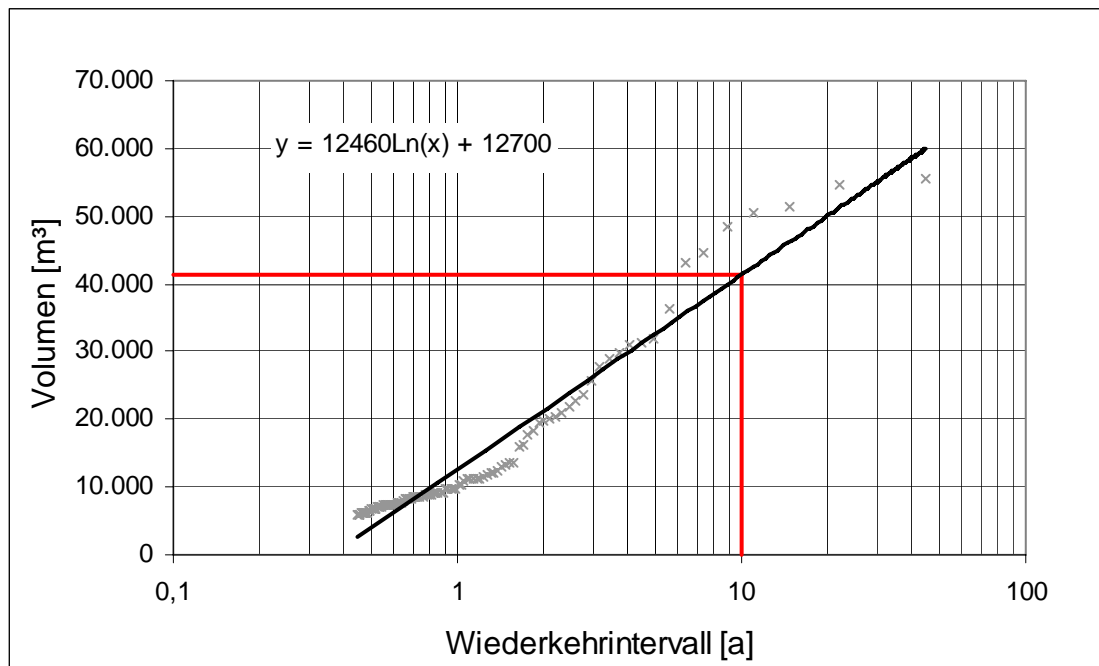
Detailinformation

		$\Sigma Q_{Ü}$	Überlauf-Anzahl		$\Sigma Q_{Ü,m}$	Mittlere Überlauf-Einstau- dauer	Mittlere Einstau- dauer	max. Einstau- höhe	Über- flutung	
Name		[m³]	[h]	[-]	[m³]	[h]	[h]	[m]	[m³]	
RVB	Mulde	0,0	0,333	1	0,0	0,333	5039	0,866	5,0	2616
	Rigole	-	-	0	-	-	20776	3,57	0,081	-

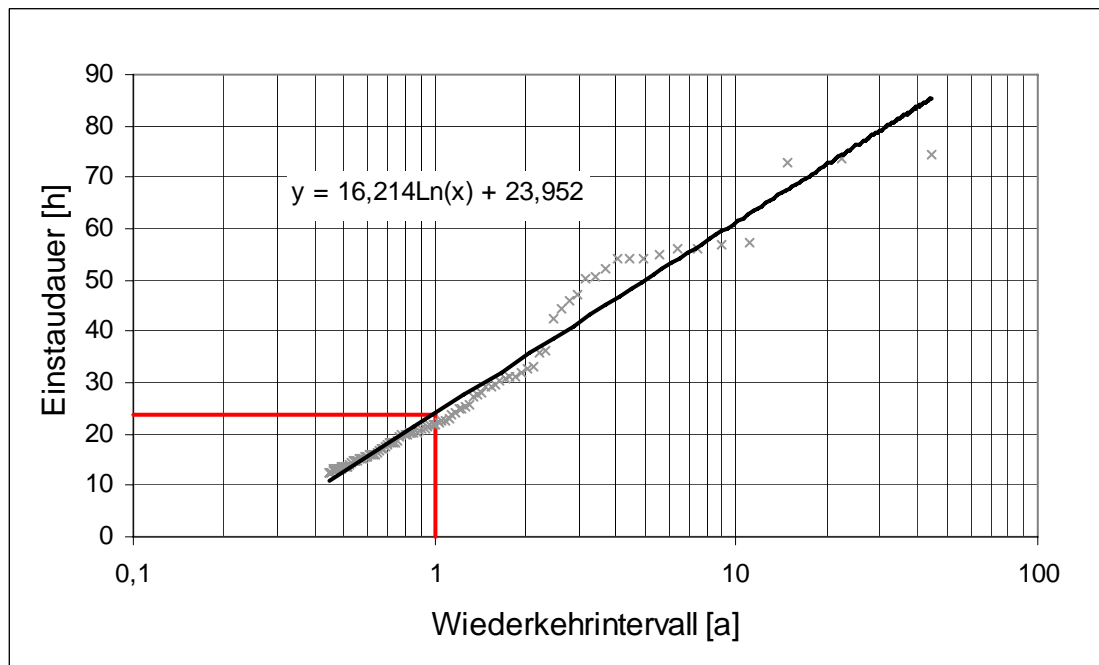
Name	Zuflüsse	ΣQ_{zu}
		[m³]
Grundwasser	RVB	8729886

Gesamtausgabe

N	Neff	$\Sigma Q_{zu, Abschl.}$	$\Sigma Q_{ab, offen}$	$\Sigma Q_{ab, ges}$	Überflutung
[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
90167048	8788337	8729886	54033	8783919	2616



Statistische Auswertung der Speichervolumina



Statistische Auswertung der Einstaudauern

Straßenbegleitende Mulden im Columbia-Quartierifs
Ingenieurgesellschaft für
Stadthydrologie mbH**erwin 4.0**System: Straßenmulden
Druckdatum: 24.07.2008Seite 4.1
Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft mbH Berlin
10999 Berlin
Lizenz Nr. 017-400-204-152**Elementdaten:****Straßen**

		Abflußbildungsparameter					
Name	Station	Größe undurchl. Fläche	Ben.- verlust	Mulden- verlust	Anf.abfl.- beiwert	Endabfl.- beiwert	Muldenauf- füllungs- grad
		[m²]	[mm]	[mm]	[-]	[-]	[-]
10 m Straße	NEUK	76	0,5	0,5	0,2	1,0	0,0

Speicherelemente

Name	Typ	Zulauf von...	Ablauf nach...	Überlauf nach...	kf-Wert	Nutzbares Volumen	Überflutung Rücklauf
					[m/s]	[m³]	
Mulde	Mulde	10 m Straße	-	-	0,00001	3,14	nein

Verbindungselemente

Name	Typ	Zulauf von...	Ablauf nach...	Fließzeit
				[min]
Rohr2	Rohr	10 m Straße	Mulde	0

Wasserstandsbeziehungen

Name	Wasserstandsbeziehung											
Mulde	H	[m]	0,0	0,033	0,067	0,1	0,133	0,167	0,2	0,233	0,267	0,3
	V	[m³]	0,0	0,196	0,434	0,701	1,005	1,357	1,739	2,16	2,638	3,144
As	H	[m]	0,0	0,038	0,075	0,113	0,15	0,188	0,225	0,263	0,3	
	As	[m²]	0,0	5,44	6,757	8,09	9,509	10,941	12,462	13,993	15,616	17,246
Qa	H	[m]	0,299	0,3								
	Qa	[l/s]	0,0	0,0								

ifs
Ingenieurgesellschaft für
Stadthydrologie mbH

erwin 4.0

System: Straßenmulden
Druckdatum: 24.07.2008

Seite 6.1
Müller-Kalchreuth Planungsgesellschaft mbH Berlin
10999 Berlin
Lizenz Nr. 017-400-204-152

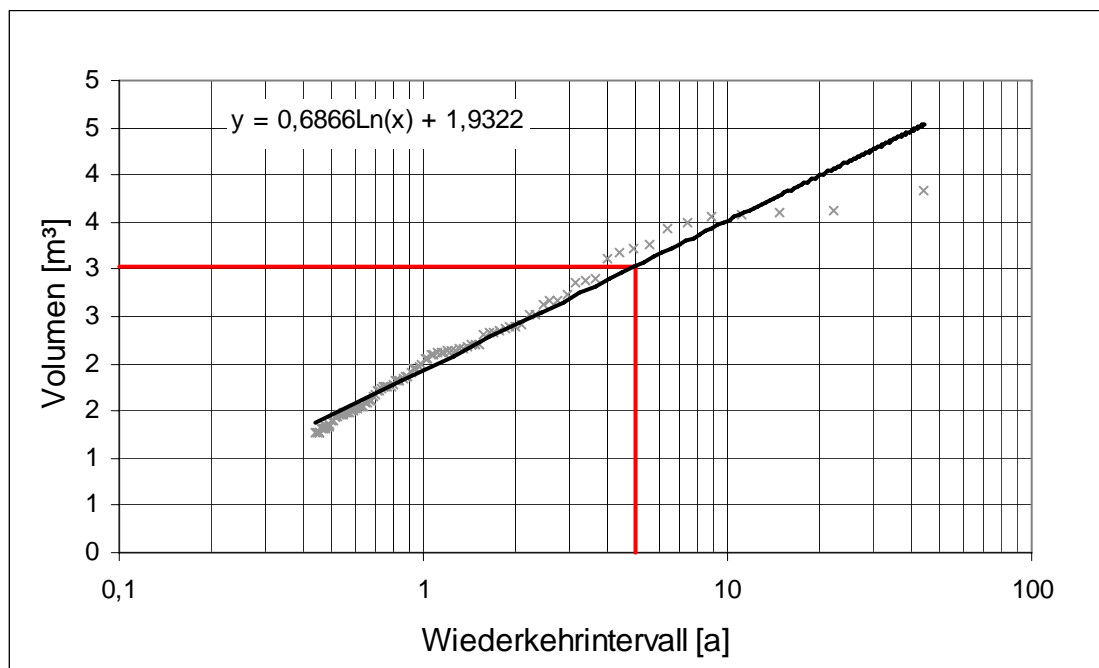
Gesamtbilanz für 1960 bis 2003 Teilsystem 1

Gebiet	Station	N	ΣQ Aund		ΣQ Adurch		ΣQ ges		Ψ	ΣQ SW	ΣQ FW
			[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[-]	[m³]	[m³]
10 m Straße	NEUK	22763	17317	1316	-	-	17317	1316	0,761	-	-

Name	Zuflüsse	ΣQ_{zu}	ΣQ_s	$\Sigma Q_{ü}$	Überlauf- dauer	Anzahl Überl.	$Q_{ü,m}$	Mittlere Überlauf- dauer	Mittlere Einstau- dauer	Mittlere Einstau- dauer	max. Einstau- höhe	Über- flutung
		[m³]	[m³]	[m³]	[h]	[-]	[m³]	[h]	[h]	[h]	[m]	[m³]
Mulde	10 m Straße	1680	1677	0,003	8,5	10	0,0	0,85	6305	0,508	0,3	3,48

Gesamtausgabe

N	Neff	$\Sigma Q_{zu, Abschl.}$	$\Sigma Q_{ab, offen}$	$\Sigma Q_{ab, ges}$	Überflutung
[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]	[m³]
1730	1316	0,0	0,003	0,003	3,48

**Statistische Auswertung der Speichervolumina**