

Tempelhof Projekt GmbH
Columbiadamm 10, D2
12101 Berlin



Grün Berlin GmbH
Columbiadamm 10, Turm 7
12101 Berlin



Handlungskonzept für ein integriertes nachhaltiges Wassermanagement auf der Tempelhofer Freiheit

Bearbeitung: Dr. Heiko Sieker
Dipl.-Ing. Mike Post

Hoppegarten, Dezember 2011



Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH
Rennbahnallee 109A, 15366 Hoppegarten
Tel. 03342/3595-0, Fax. 03342/3595-29
www.sieker.de, Email: h.sieker@sieker.de





Inhalt

1	Aufgabenstellung	1
2	Arbeitsgrundlagen	2
3	Ansätze für ein integriertes, nachhaltiges Wassermanagement	3
3.1	Ziele eines nachhaltiges Wassermanagement	3
3.2	Prinzipielle Optionen des Wassermanagements	6
3.2.1	Konventionelle Entwässerung	6
3.2.2	Regenwasserbewirtschaftung inkl. Nutzung	7
3.2.3	Neuartige Sanitärsysteme	9
3.3	Methodik der Variantenbewertung	10
4	Randbedingungen im Gebiet der Tempelhofer Freiheit	11
4.1	Topografie	11
4.2	Klimatische Bedingungen	13
4.2.1	Jahresniederschlagsmengen, Verdunstung	13
4.2.2	Starkniederschläge	13
4.3	Boden- und Grundwasserverhältnisse	15
4.3.1	Bodenverhältnisse	15
4.3.2	Grundwassersituation	17
4.3.3	Altlasten	18
4.3.4	Versickerungsmöglichkeiten	20
4.4	Bestehende Wasserinfrastruktur	22
4.4.1	Trinkwasserversorgung	22
4.4.2	Schmutzwasserentsorgung	23
4.4.3	Regenentwässerung	24
4.5	Städtebauliche Planungen für die Quartiere der Tempelhofer Freiheit	30
4.5.1	Ehemalige Flughafengebäude mit Vorfeld	31
4.5.2	Parklandschaft	31
4.5.3	Wohngebiet Oderstraße	33
4.5.4	Gewerbegebiet Südring	34
4.5.5	Bildungsquartier Tempelhofer Damm	35
4.5.6	Gesundheitsquartier Columbiadamm	36
5	Wasserwirtschaftliche Konzepte für die Quartiere der Tempelhofer Freiheit	37
5.1	Flughafengebäude (luftseitig) & Parklandschaft	37
5.1.1	Zielstellung	37
5.1.2	Grundlagen	37
5.1.3	Variante THF_0: Beibehaltung der bestehenden Entwässerung	38
5.1.4	Variante THF_1: Abkopplung & Umnutzung des Hauptsammlers	38
5.1.5	Variante THF_2: Dachbegrünung des Hangars	40
5.1.6	Bewertung der Varianten	41



5.2	Ehemaliges Flughafengebäude (landseitig) & Columbiadamm	42
5.2.1	Zielstellung	42
5.2.2	Grundlagen.....	42
5.2.3	Variante THF_3: Verlagerung des RHB auf das THF-Gelände.....	43
5.2.4	Variante THF_4: Verkleinertes RHB am derzeitigen Standort.....	47
5.2.5	Bewertung der Varianten	56
5.3	Wohngebiet Oderstraße	57
5.3.1	Grundlagen.....	57
5.3.2	Regenwasserbewirtschaftung.....	59
5.3.3	Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung.....	65
5.3.4	Bewertung der Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung.....	69
5.4	Gewerbegebiet Südring	71
5.4.1	Grundlagen.....	71
5.4.2	Regenwasserbewirtschaftung.....	73
5.4.3	Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung.....	80
5.5	Bildungsquartier Tempelhofer Damm	83
5.5.1	Grundlagen.....	83
5.5.2	Regenwasserbewirtschaftung.....	85
5.5.3	Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung.....	90
5.6	Gesundheitsquartier Columbiadamm	93
5.6.1	Grundlagen.....	93
5.6.2	Regenwasserbewirtschaftung.....	95
5.6.3	Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung.....	99
6	Zusammenfassung	101
7	Literatur	102
8	Anlagen.....	103



Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Arbeitsgrundlagen.....	2
Tabelle 2:	Indikatoren zur Bewertung von Lösungsalternativen	5
Tabelle 3:	Technische Regeln zur Entwässerung/Regenwasserbewirtschaftung (Auswahl).....	8
Tabelle 4:	ALVF mit hohem Schadstoffpotential	19
Tabelle 5:	Flächenbilanz luftseitige Flächen des Flughafens	37
Tabelle 6:	Kostenschätzung für den Umbau der Entwässerung luftseitig.....	39
Tabelle 7:	Vor- und Nachteile der Variante THF_3a	45
Tabelle 8:	Daten der Variante THF_3c	46
Tabelle 9:	Durchgangswerte verschiedener dez. RW-Behandlungssysteme.....	50
Tabelle 10:	Variantenbewertung für den Bereich Flughafengelände und Columbiadamm	56
Tabelle 11:	Flächenbilanz Wohngebiet Oderstraße	58
Tabelle 12:	Regenwasseranfall im Wohngebiet Oderstraße	58
Tabelle 13:	Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Wohngebiet Oderstraße	64
Tabelle 14:	Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Wohngebiet Oderstraße.....	64
Tabelle 15:	Kostenschätzung Wasserversorgung im Wohngebiet Oderstraße.....	65
Tabelle 16:	Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Wohngebiet Oderstraße	66
Tabelle 17:	Wasser- und Stoffströme im Wohngebiet Oderstraße.....	67
Tabelle 18:	Vergleichende Bewertung der Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung	70
Tabelle 19:	Flächenbilanz Gewerbegebiet Südring.....	72
Tabelle 20:	Regenwasseranfall im Gewerbegebiet Südring.....	72
Tabelle 21:	Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Gewerbegebiet Südring.....	79
Tabelle 22:	Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Gewerbegebiet Südring	79
Tabelle 23:	Kostenschätzung Wasserversorgung im Gewerbegebiet Südring	80
Tabelle 24:	Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Gewerbegebiet Südring.....	81
Tabelle 25:	Flächenbilanz Bildungsquartier	84
Tabelle 26:	Regenwasseranfall im Bildungsquartier.....	84
Tabelle 27:	Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Bildungsquartier	89
Tabelle 28:	Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Bildungsquartier	89
Tabelle 29:	Kostenschätzung Wasserversorgung im Bildungsquartier	90
Tabelle 30:	Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Bildungsquartier.....	91
Tabelle 31:	Flächenbilanz Gesundheitsquartier.....	94
Tabelle 32:	Regenwasseranfall im Gesundheitsquartier.....	94
Tabelle 33:	Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Gesundheitsquartier.....	98
Tabelle 34:	Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Gesundheitsquartier	98
Tabelle 35:	Kostenschätzung Wasserversorgung im Gesundheitsquartier	99
Tabelle 36:	Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Gesundheitsquartier.....	100

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Im Rahmen des Wasserkonzeptes betrachtete Quartiere	1
Abbildung 2:	Abwasser als Energieträger	4
Abbildung 3:	Schematische Darstellung der konventionellen Entwässerung	6
Abbildung 4:	Schematische Darstellung Regenwasserbewirtschaftung	7
Abbildung 5:	Schematische Darstellung Neuartige Sanitärsysteme.....	9
Abbildung 6:	Geländehöhen (Quelle: UIS Berlin)	11
Abbildung 7:	Digitales Geländemodell.....	12
Abbildung 8:	Jahresniederschlagsmengen Station Tempelhof (Quelle: Deutscher Wetterdienst) ...	13
Abbildung 9:	Niederschlagshöhen nach KOSTRA (Quelle: Deutscher Wetterdienst)	14
Abbildung 10:	Ausschnitt aus der Ingenieurgeologischen Karte (Quelle: UIS Berlin).....	15
Abbildung 11:	Bodeneinheiten auf dem Tempelhofer Flugfeld	16
Abbildung 12:	Lage der Grundwasserisohypsen und Grundwasserfließrichtung	17
Abbildung 13:	Altlasten und altlastenverdächtige Flächen (Quelle: CDM)	18
Abbildung 14:	Größenbereich der Wasserdurchlässigkeit (Quelle: UIS Berlin).....	20
Abbildung 15:	Profilschnitt (Quelle: Orientierende Altlastenuntersuchungen von CDM)	21
Abbildung 16:	Bodenprofile, exemplarisch (Quelle: CDM).....	21
Abbildung 17:	Trinkwasserleitungen um das Tempelhofer Feld (Datenquelle: BWB).....	22
Abbildung 18:	Art der umliegenden Entwässerungssysteme (Quelle: UIS Berlin, Stand 2009)	23
Abbildung 19:	Bestehende Abwasserleitungen (Datenquelle: BWB)	24
Abbildung 20:	Großräumige Situation der Regenentwässerung (Quelle: Umweltatlas Berlin)	25
Abbildung 21:	Bestehende Regenwasserleitungen (Datenquelle: BWB)	26
Abbildung 22:	Regenwassersystem Columbiadamm	27
Abbildung 23:	Hauptsammler unter dem Vorfeld des Flughafenvorfeldes	28
Abbildung 24:	Regenrückhaltebecken Lilienthalstraße (li: Luftbild, re: Foto).....	29
Abbildung 25:	Derzeit an das RHB Lilienstraße angeschlossene Flächen.....	29
Abbildung 26:	Entwicklungskonzept Tempelhofer Freiheit Stand August 2011.....	30
Abbildung 27:	Blick vom Dach des Flughafengebäudes.....	31
Abbildung 28:	Siegerentwurf von gross.max. und Sutherland Hussey.....	32
Abbildung 29:	Entwicklungskonzept Wohngebiet Oderstraße, Stand August 2011	33
Abbildung 30:	Entwicklungskonzept Gewerbegebiet Südring, Stand August 2011	34
Abbildung 31:	Entwicklungskonzept Bildungsquartier Tempelhofer Damm, Stand August 2011	35
Abbildung 32:	Entwicklungskonzept Gesundheitsquartier Columbiadamm, Stand August 2011.....	36
Abbildung 33:	Derzeitige Entwässerung der luftseitigen Flächen.....	37
Abbildung 34:	Wasserkonzept Parklandschaft (Quelle: Gross.Max)	39
Abbildung 35:	Querschnitt durch den geplanten „Kanal“ (Quelle: GROSS.MAX).....	39
Abbildung 36:	Dachflächen des Hangars	41
Abbildung 37:	Querschnitt durch den Hangar (Quelle: Gneise66)	41
Abbildung 38:	Einstauverhalten des RHB Lilienthalstraße.....	42
Abbildung 39:	Verlagerung des RHB Lilienthalstraße	43



Abbildung 40: Verkehrsbelastung Columbiadamm (DTV) in Kfz/d (Quelle: UIS Berlin, 2009).....	44
Abbildung 41: Schematische Darstellung von Variante THF_4a	47
Abbildung 42: Mögliche Einordnung eines Sportplatzes bei Variante THF_4a	48
Abbildung 43: Variante THF_4a mit zentralem Retentionsbodenfilter	49
Abbildung 44: Innolet-Filter (Bezugsquelle: www.funkegruppe.de)	50
Abbildung 45: Schematische Darstellung von Variante THF_4c	51
Abbildung 46: Benötigtes Stauvolumen in Abhängigkeit der angeschlossenen Fläche	52
Abbildung 47: Dachbegrünung (links: Beispiele, rechts: Dachflächen auf dem THF-Gelände)	53
Abbildung 48: Beispiel für eine abgekoppelte Dachfläche (Krankenhaus Friedrichshain).....	53
Abbildung 49: Innodrain-Elemente im westlichen Columbiadamm (Fotomontage)	54
Abbildung 50: Innodrain-Elemente im östlichen Columbiadamm (Fotomontage)	54
Abbildung 51: Abkopplungspotenziale im Bereich THF (landseitig) & Columbiadamm	55
Abbildung 52: Gefällesituation und Lage der Mischwasserkanalisation, Oderstraße	59
Abbildung 53: Variante Oder_2, schematische Darstellung	60
Abbildung 54: Dezentrale RWB im Entwicklungsgebiet Rummelsburger Bucht	61
Abbildung 55: Anteil verschiedener Wasserverbräuche im Haushalt	62
Abbildung 56: Optimierung: Deckungsgrad in Abhängigkeit des Zisternenvolumens.....	63
Abbildung 57: Anschluss an die öffentliche TW-Versorgung im Wohngebiet Oderstraße	65
Abbildung 58: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Wohngebiet Oderstraße.....	66
Abbildung 59: Hamburg Water Cycle®	67
Abbildung 60: Inhaltsstoffe verschiedener Abwasserströme	69
Abbildung 61: Gefällesituation im Gewerbegebiet Südring	73
Abbildung 62: Anschlussprobleme Gewerbegebiet Südring an den Tempelhofer Damm.....	74
Abbildung 63: Bodenverhältnisse im Gewerbegebiet Südring.....	75
Abbildung 64: DezRWB auf Grundstücken im Gewerbegebiet Hoppegarten.....	76
Abbildung 65: DezRWB der Fa. Solon in Berlin Adlershof	77
Abbildung 66: DezRWB für Straßen im Airportpark Münster-Osnabrück.....	77
Abbildung 67: Straßenregelquerschnitt mit DezRWB für den Airportpark Münster-Osnabrück.....	78
Abbildung 68: Anschluss an öffentliche TW-Versorgung im Gewerbegebiet Südring.....	80
Abbildung 69: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Gewerbegebiet Südring	81
Abbildung 70: Machbarkeitsstudie TXL.....	82
Abbildung 71: Gefällesituation und Lage der Mischwasserkanalisation, Bildungsquartier	85
Abbildung 72: Variante BILD_1, schematische Darstellung.....	86
Abbildung 73: Variante BILD_2, schematische Darstellung.....	87
Abbildung 74: Anschluss an die öffentliche TW-Versorgung im Bildungsquartier	90
Abbildung 75: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Bildungsquartier	91
Abbildung 76: Gefälleverhältnisse im Gesundheitsquartier	95
Abbildung 77: Variante GES_2, schematische Darstellung	96
Abbildung 78: Anschluss an die öffentliche TW-Versorgung im Gesundheitsquartier.....	99
Abbildung 79: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Gesundheitsquartier	100

1 Aufgabenstellung

Die Tempelhof Projekt GmbH hat die Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (IPS) beauftragt, für die Tempelhofer Freiheit - bestehend aus dem historischen Flughafengebäude, der Parklandschaft auf dem ehemaligen Flugfeld und den zukünftigen Baufeldern (Gesundheitsquartier Columbiadamm, Wohngebiet Oderstraße, Gewerbegebiet Südring und Bildungsquartier Tempelhofer Damm), insgesamt ein Areal von ca. 400 ha (s. Abbildung 1) – ein Konzept für ein integriertes nachhaltiges Wassermanagement zu entwickeln.

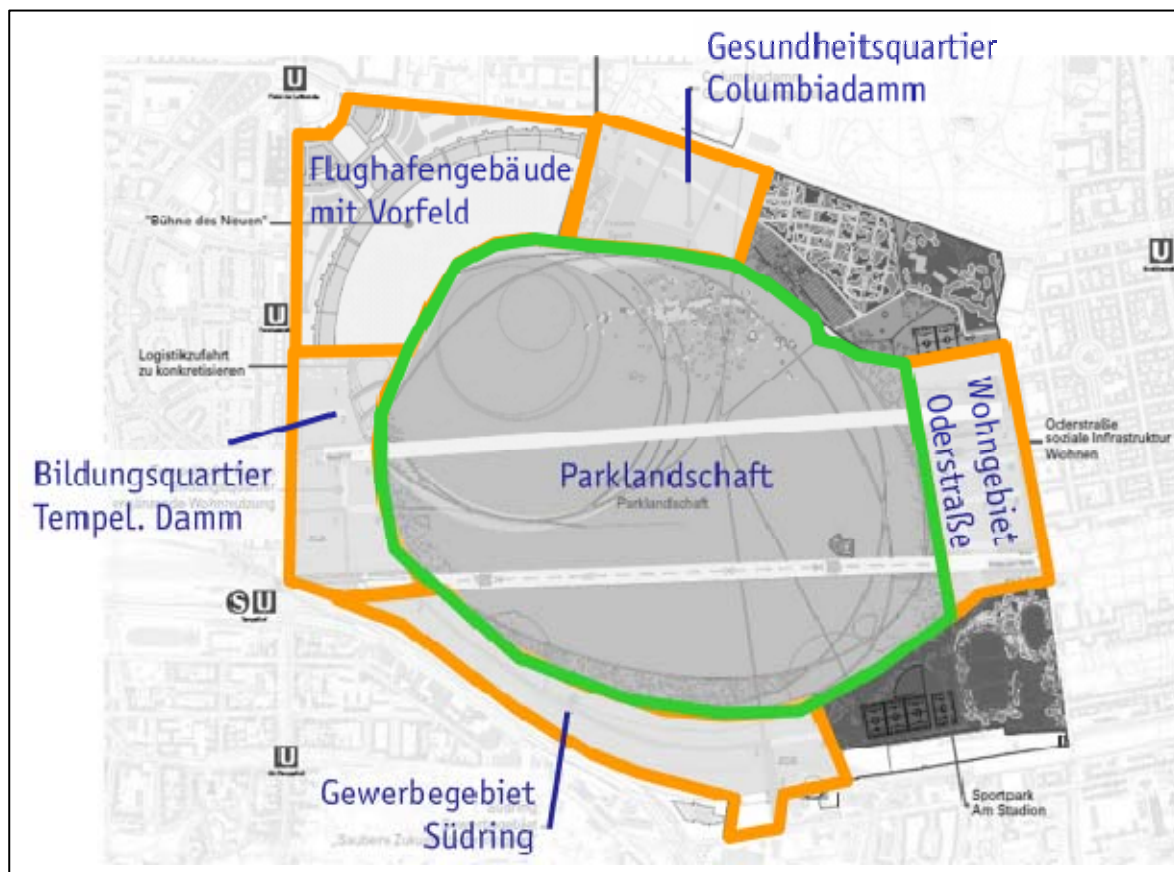


Abbildung 1: Im Rahmen des Wasserkonzeptes betrachtete Quartiere

Das Konzept soll Möglichkeiten und Rahmenbedingungen für den künftigen wasserwirtschaftlichen Umgang mit dem Gelände der Tempelhofer Freiheit und seiner Einbindung in das Stadtgebiet aufzeigen. Dabei sind für die Parklandschaft die relevanten Inhalte des Siegerentwurfs von GROSS.MAX zu berücksichtigen. Gemäß Aufgabenstellung sind sowohl Varianten der herkömmlichen Entwässerung als auch innovative Konzepte zu entwickeln. Die verschiedenen Varianten sind einander gegenüberzustellen und zu bewerten.

2 Arbeitsgrundlagen

Für die Bearbeitung der Aufgabenstellung standen umfangreiche Unterlagen zur Verfügung. Berücksichtigt wurden die in Tabelle 1 aufgelisteten Gutachten.

Tabelle 1: Arbeitsgrundlagen

Nr.	Grundlage
1	Diverse Unterlagen aus den Wettbewerben zum „Columbiaquartier“ und zur „Parklandschaft Tempelhof“
2	Wasserwirtschaftliche Beratung zur Nachnutzung des Tempelhofer Feldes, Studie im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Abteilung IID, 6/2009, Auftragnehmer: Planungsgemeinschaft Müller Kalchreuth, Bioplan, IFS Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie
3	Projektidee Wasserlandschaft im Tempelhofer Park, Studie zu technischer Machbarkeit und Potentialen im Auftrag der Grün Berlin GmbH, Auftragnehmer: Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH (IPS)
4	Protokoll der Ortsbegehung des Hauptsammlers unter dem Vorfeld des ehemaligen Flughafens THF, am 07.10.2011 mit Teilnehmern von der WISAG und IPS
5	Bodenkundliche Untersuchung des Flughafens Tempelhof, Humboldt-Universität zu Berlin, Geographisches Institut, Geomorphologie, Bodengeographie, Quartärforschung, 2006
6	Orientierende Altlastenuntersuchungen Flughafen Berlin Tempelhof Fläche des Landes Berlin. Studie im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Abteilung Tiefbau, 01/2010, Auftragnehmer: CDM Consulting GmbH
7	Altlastenuntersuchungen Flughafen Berlin Tempelhof Fläche des Landes Berlin – Teilfläche Alter Hafen. Studie im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Abteilung Tiefbau, 11/2010, Auftragnehmer: CDM Consulting GmbH
8	Ergebnisbericht zur Erkundung der hydrogeologischen Untergrundverhältnisse, Studie im Auftrag des Bundesamts für Bauwesen und Raumordnung, 06/2009. Auftragnehmer: AnalyTech -Ingenieurgesellschaft für Umweltsanierung, Baugrund und Consulting mbH
9	Umweltinformationssystem (UIS) Berlin, online verfügbar unter: http://www.stadtentwicklung.berlin.de/umwelt/umweltatlas/iinhalt.htm
10	Bauakte des Hauptsammlers u.a. mit Vermessungsunterlagen und Protokollen von Betonkern-Untersuchungen, bereitgestellt durch die WISAG
11	Entwicklungskonzept für die Tempelhofer Freiheit, Arbeitsstand 08.08.2011 Übersicht der Bauquartiere des Entwicklungskonzepts, Arbeitsstand 08.07.2011
12	Projektvorbereitung Photovoltaikanlage, Gneise66 im Auftrag der BIM
13	Jahresbericht 2008 des Vorstands der Stiftung Zentral- und Landesbibliothek Berlin

3 Ansätze für ein integriertes, nachhaltiges Wassermanagement

3.1 Ziele eines nachhaltigen Wassermanagements

Die Ziele für ein nachhaltiges Wassermanagement auf der Tempelhofer Freiheit ergeben sich zum einen aus dem städtebaulichen Leitbild für die Entwicklung des Gebietes. Zum anderen gibt es allgemeine wasserwirtschaftliche und umweltbezogene Ziele, die unter Beachtung der örtlichen Bedingungen zu konkretisieren sind.

Die Tempelhof Projekt GmbH hat für die Tempelhofer Freiheit ein Leitbild entwickelt, dem die wichtigen Zukunftsthemen unserer Gesellschaft im 21. Jahrhundert zugrunde liegen: Bildung, Integration, Gesundheit, ressourcenschonendes Wirtschaften, Arbeitsplätze in Zukunftstechnologien und Innovation (SenStadt, 2009). Obgleich das Thema „Wasser“ in diesem Leitbild nicht direkt adressiert wird, soll gemäß Aufgabenstellung auf der Grundlage des Gesamtentwicklungsplans, des Parkkonzeptes und der konkreten örtlichen Bedingungen eine modellhafte nach ökologischen ökonomischen und sozialen Grundsätzen abgeleitete Wasserkonzeption entwickelt werden.

Die allgemeinen Anforderungen an ein nachhaltiges Wassermanagement aus wasserwirtschaftlicher und ökologischer Sicht haben sich in den letzten Jahren stark gewandelt. Während bei der konventionellen Entwässerung die Herstellung der Entwässerungssicherheit und hygienische Verhältnisse vorrangige Ziele waren, werden mit einem nachhaltigen Wassermanagement darüber hinaus weitere Ziele verfolgt. Dazu gehören neben der Herstellung eines „Entwässerungskomforts“

- die Aufrechterhaltung des lokalen Wasserhaushaltes
- die zielgerichtete Behandlung verschmutzter Abflüsse z.B. von Straßen
- die Begrenzung von Spitzenabflüssen (zur Vermeidung/ Verminderung von Hochwasser und hydraulischem Stress für die Gewässer).

Auch der Energieverbrauch bekommt in den letzten Jahren eine wichtigere Bedeutung. Die klassische Abwasserbehandlung mit Schwemmkanalisation und einer Reinigung nach dem Belebtschlammverfahren ist typischerweise einer der größten kommunalen Energieverbraucher. Dabei ist kommunales Abwasser ein Energieträger in vielfältiger Form (Abbildung 2):

- Regenwasser kann für Kühlungs Zwecke verwendet werden
- Wärmerückgewinnung dezentral im Gebäude oder aus der Kanalisation
- Direkte Verwertung der Kohlenstoffe im Abwasser z.B. in Biogasanlagen
- Verwendung der enthaltenen Nährstoffe zur Biomasseproduktion, die dann ebenfalls einer energetischen Verwertung zugeführt werden kann

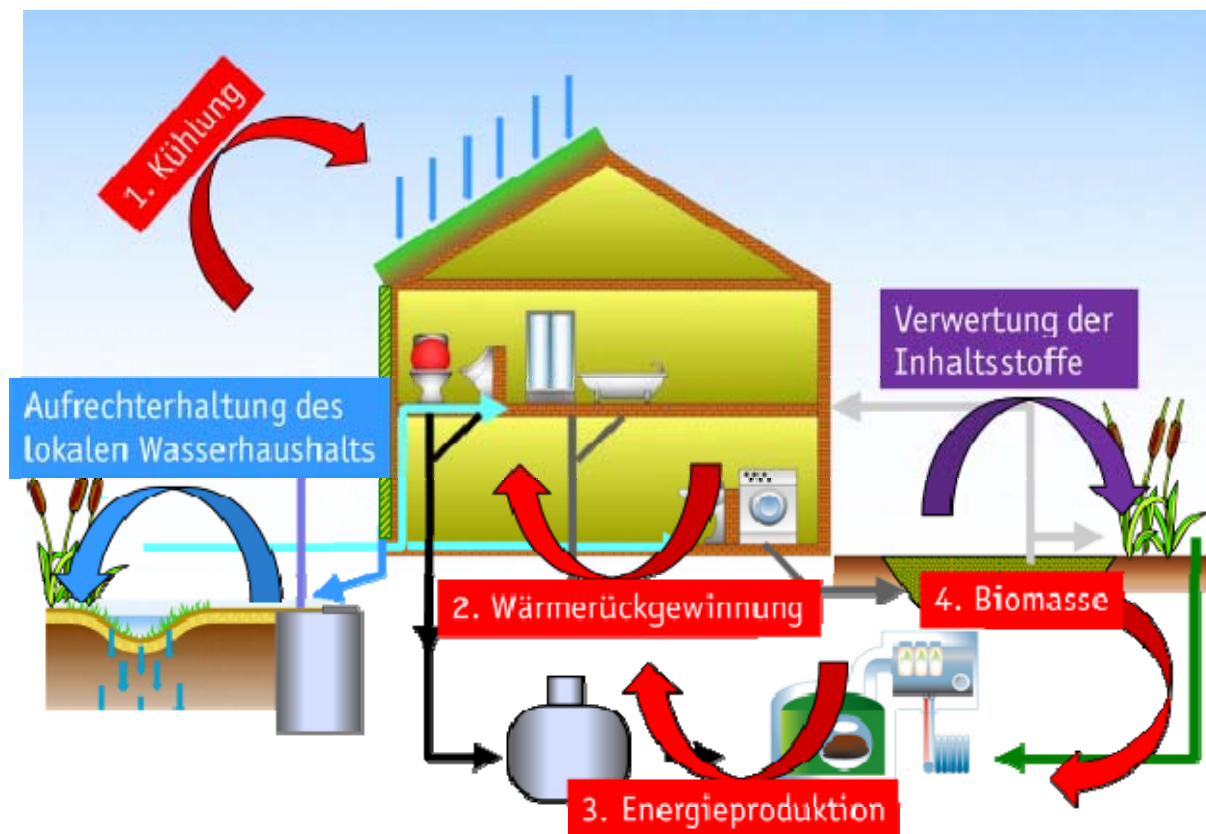


Abbildung 2: Abwasser als Energieträger

Neben den wasserwirtschaftlich-ökologischen Zielen sind natürlich auch wirtschaftlich-betriebliche Belange zu berücksichtigen:

- Kosteneffizienz sowohl hinsichtlich Investitionen als auch der Betriebskosten
- Flexibilität im Hinblick auf zukünftige Entwicklungen, d.h. eine gewisse Robustheit und auch Anpassbarkeit der Systeme

Insgesamt wird deutlich, dass modernes nachhaltiges Wassermanagement vielfältige, teilweise auch konkurrierende Ziele verfolgt. Die Bewertung von Maßnahmen bzw. Maßnahmenkombinationen erfordert damit zwangsläufig eine multi-kriterielle Betrachtung (s. Abschnitt 3.3).

Im Rahmen eines Fachgespräches (16. November 2011) wurden diese allgemeinen Ziele diskutiert und konkretisiert. Im Ergebnis entstand eine Liste von Indikatoren (Tabelle 2) mit denen eine Bewertung von Lösungsalternativen möglich ist. Eine Gewichtung der Indikatoren wurde von den Teilnehmern des Fachgespräches zum derzeitigen Zeitpunkt für nicht sinnvoll erachtet.


Tabelle 2: Indikatoren zur Bewertung von Lösungsalternativen

Bereich	Kriterium	Beschreibung	Einheit	Begründung
<i>Hydrologisch</i>				
	Wasserbilanz	Veränderung der Wasserbilanz gegenüber dem unbebauten Zustand	%	Kleinklima, Grundwasserneubildung §5 WHG,
	Spitzenabfluss, HQ ₁	Abflussspitze, die statistisch einmal pro Jahr auftritt	m ³ /s	Hydraulischer Stress, BWK M3/M7
	Spitzenabfluss, HQ ₁₀₀	Abflussspitze, die statistisch einmal in hundert Jahren auftritt	m ³ /s	Hochwasserverstärkung für unterhalb liegende Gebiete
<i>Stofflich</i>				
	Nährstoffeintrag	Nährstoffeintrag in Gewässer Leitparameter: P+N	kg/a	Eutrophierung Gewässer, "Verschwenung von potenziell nutzbaren Düngemitteln"
	Abfiltrierbare Stoffe	AFS: Abfiltrierbare Stoffe sind Leitparameter für Schwermetalle	kg/a	Gewässerbelastung, Sedimentbelastung
<i>Ökonomie</i>				
	Projektkostenbarwert	Gesamtkosten (Invest, Betrieb, Re-Invest) über einen langen Zeitraum (~50 a)	€	Wirtschaftlichkeit, Leitfaden SenStadt
	Betriebswirtschaft	Abschreibung, Gebühren, etc.	1-6	werden hier bewußt nicht berücksichtigt. volkswirtschaftliche Betrachtung
	Flexibilität	Flexibilität (Robustheit, Anpassungsfähigkeit)	1-6	Randbedingungen ändern sich unvorhersehbar: Klima, Demografie, ...
<i>Energie</i>				
	Energiebedarf	Energiebedarf bzw. -produktion zum Betrieb des Wassersystems	kWh/a	
	Kaltluftherzeugung	Beitrag zur Entstehung von Kaltluft (regionale Effekte)	1-6	
<i>Gestaltung</i>				
	Gestalterische Qualität	Beitrag zur ästhetischen Gestaltung	1-6	
	Flächenverbrauch	Bedarf an Flächen ausschließlich für wasserwirtschaftliche Zwecke	m ²	(kein Doppelnutzen)

3.2 Prinzipielle Optionen des Wassermanagements

3.2.1 Konventionelle Entwässerung

Die vollständige Ableitung des gesamten Abwassers, d.h. Schmutzwasser und Niederschlagsabflüsse, ist für Neubaugebiete gemäß Wassergesetz eigentlich nicht mehr vorgesehen. Das Wasserhaushaltsgesetz (§55 WHG) und auch das Berliner Wassergesetz (§36b) fordern bereits seit längerem eine ortsnahe Regenwasserversickerung. Im Siedlungsbestand stellen Trenn- und Mischsysteme (s. Abbildung 3) aber weiterhin das vorherrschende Entwässerungsverfahren dar. So werden die Niederschlagsabflüsse vom Columbiadamm und den Flughafengebäuden derzeit vollständig im Trennsystem in den Landwehrkanal abgeleitet.

Auch wenn eine konventionelle (Regen-)Entwässerung sicherlich nicht die Vorzugslösung für die Quartiere der Tempelhofer Freiheit sein wird, so sollen gemäß Aufgabenstellung dennoch entsprechende Varianten entwickelt werden. Sie dienen darüber hinaus als Vergleichsmaßstab für innovative Konzepte insbesondere in ökonomischer Hinsicht. Planung und Betrieb von konventionellen Entwässerungsverfahren sind im Regelwerk der DWA (Tabelle 3) eingehend beschrieben.

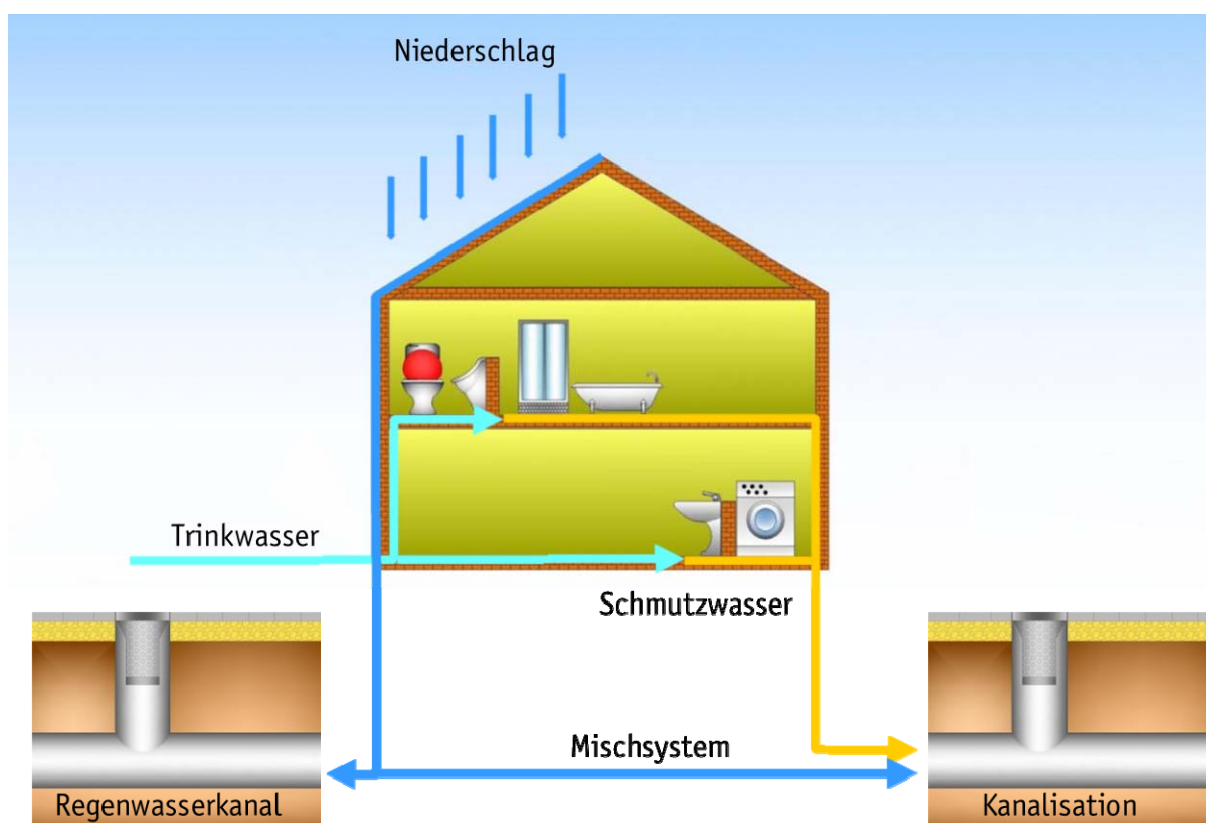


Abbildung 3: Schematische Darstellung der konventionellen Entwässerung

3.2.2 Regenwasserbewirtschaftung inkl. Nutzung

Regenwasserbewirtschaftung ist ein Sammelbegriff für verschiedene Möglichkeiten, das Regenwasser nicht über eine Kanalisation abzuleiten sondern vor Ort zu halten und dem Wasserkreislauf wieder zuzuführen. Zu den Bausteinen der Regenwasserbewirtschaftung gehören:

- Versickerung (z.B. mit Mulden, Rigolen, durchlässige Flächenbeläge)
- Dach- und Fassadenbegrünung (extensiv, Dachgärten, Tiefgaragenüberdeckung, etc.)
- Teiche (Retentionsräume, Teiche mit Überlauf in Versickerungsanlagen, Schwimmteiche)
- Regenwassernutzung (zur Verwendung im Haushalt oder in Betrieben, zur Bewässerung, für die (adiabate) Kühlung durch Verdunstung)
- Rückhaltung und gedrosselte Ableitung (Retentionsbodenfilter, Mulden-Rigolen-Systeme)
- Regenwasserbehandlung (belebte Bodenzone, Filtergullies und -schächte, etc.)

Einen Überblick über Verfahren der Regenwasserbewirtschaftung gibt z.B. SIEKER [2009]. Für den größten Teil der Verfahren existieren Technische Regeln zu Planung und Betrieb (s. Tabelle 3).

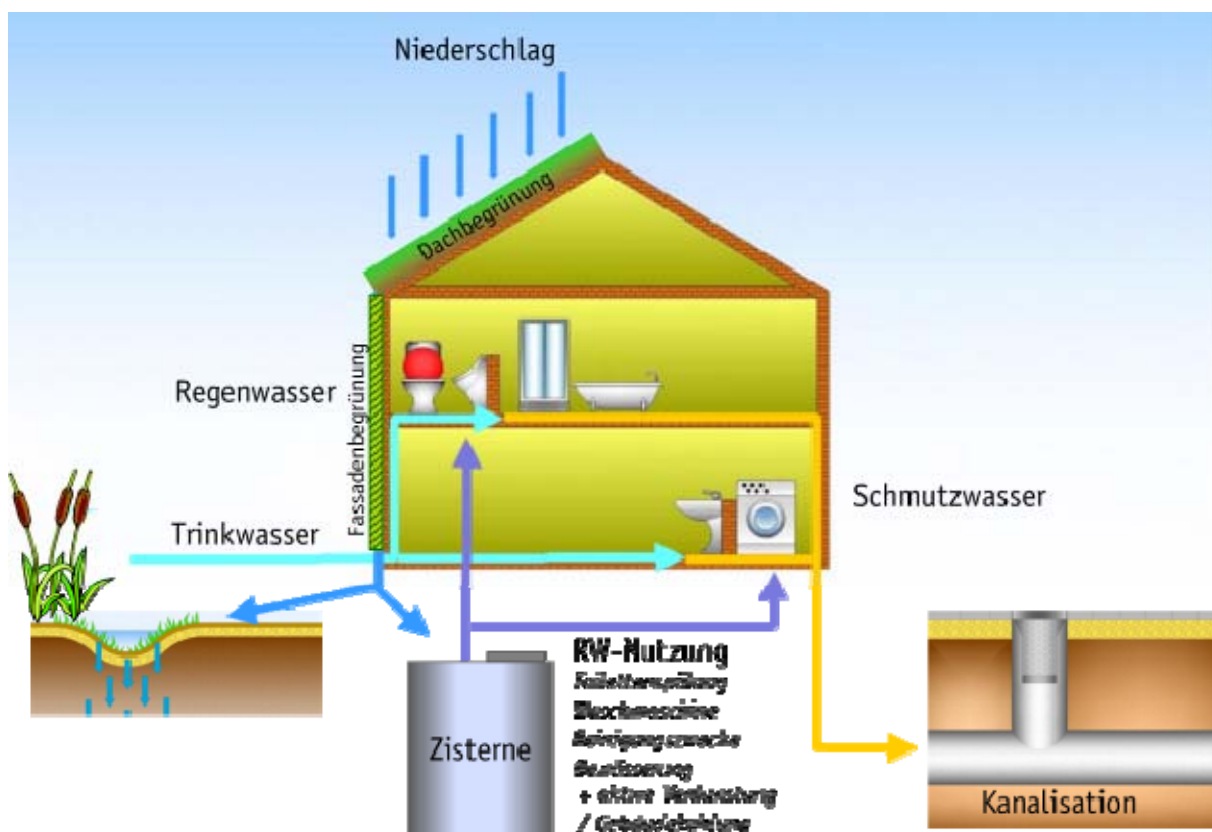


Abbildung 4: Schematische Darstellung Regenwasserbewirtschaftung

Tabelle 3: Technische Regeln zur Entwässerung/Regenwasserbewirtschaftung (Auswahl)

Verband	Nr./Bez.	Jahr	Titel
BWK	M3	2001	Ableitung von Anforderungen an Niederschlagswasser-einleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse
BWK	M7	2008	Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlags-wassereinleitungen gemäß BWK - Merkblatt 3 -
DIN	1986-100	2008	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke, Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
DIN	1989	2005	Regenwassernutzungsanlagen
DIN/EN	752	2008	Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
DWA	A100	2006	Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)
DWA	A117	2006	Bemessung von Regenrückhalteräumen
DWA	A118	2006	Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
DWA	A138	2005	Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
DWA	A198	2003	Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen
DWA	M153	2007	Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
DWA	M165	2004	Anforderungen an Niederschlag-Abfluss-Berechnungen in der Siedlungsentwässerung
DWA	M178	2005	Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von Retentionsbodenfiltern zur weitergehenden Regenwasserbehandlung im Misch- und Trennsystem
DWD	KOSTRA	2000	KO ordinierte ST arkniederschlags- R egionalisierungs- A uswertungen
FGSV	RAS-EW	2005	Richtlinien für die Anlage von Straßen (RAS), Teil: Entwässerung
FLL		2003	Empfehlungen für Planung, Bau und Betrieb von öffentlichen Schwimm- und Badeteichanlagen, Richtlinie der Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung und Landschaftsbau e.V.

BWK: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V.

DIN: Deutsches Institut für Normung e.V.

DWA: Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.

DWD: Deutscher Wetterdienst

FGSV: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V.

FLL: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V.

3.2.3 Neuartige Sanitärsysteme

Der anhaltende demografische Wandel sowie der Klimawandel, steigende Rohstoffpreise, Wassermangel und Hunger haben weltweit zu einem Umdenken in der Siedlungswasserwirtschaft bezüglich der Sanitärsysteme geführt. Es wurden Alternativen zu den gängigen, zentralisierten und statischen Systemen (Kanalisation/Klärwerk) gesucht.

Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) hat vor sechs Jahren den Fachausschuss KA 1 „Neuartige Sanitärsysteme“ gegründet. Im Dezember 2008 wurde von diesem Fachausschuss das DWA-Themenheft „Neuartige Sanitärsysteme (NASS)“ (DWA 2008) herausgegeben, in dem das aktuelle Wissen zu NASS zusammengestellt wurde.

Neuartige Sanitärsysteme (NASS) verwirklichen die Idee der Trennung von Stoffströmen – Urin, Fäkalien, Grauwasser – und die Möglichkeit der dezentralen Aufbereitung. Spezielle Sanitärtechnik ermöglicht dabei die Abtrennung von Urin und Fäkalien. Während Urin meistens in der Düngerherstellung genutzt wird, werden Fäkalien entweder zur Kompostierung oder zur energetischen Nutzung durch Vergärung verwendet. Je nach Verwertungsziel bedarf es für die Urin-Fäkalien-Trennung einer Schwerkrafttoilette (für Kompostierung) oder einer Vakuumtoilette (Vergärung). Grauwasser kann über bewachsene Bodenfilter oder technische Anlagen wie Sequenz-Batch-Reaktoren (SBR) noch vor Ort versickert oder zur Nutzung (z.B. Bewässerung) aufbereitet werden. Abbildung 5 zeigt schematisch das Prinzip Neuartige Sanitärsysteme

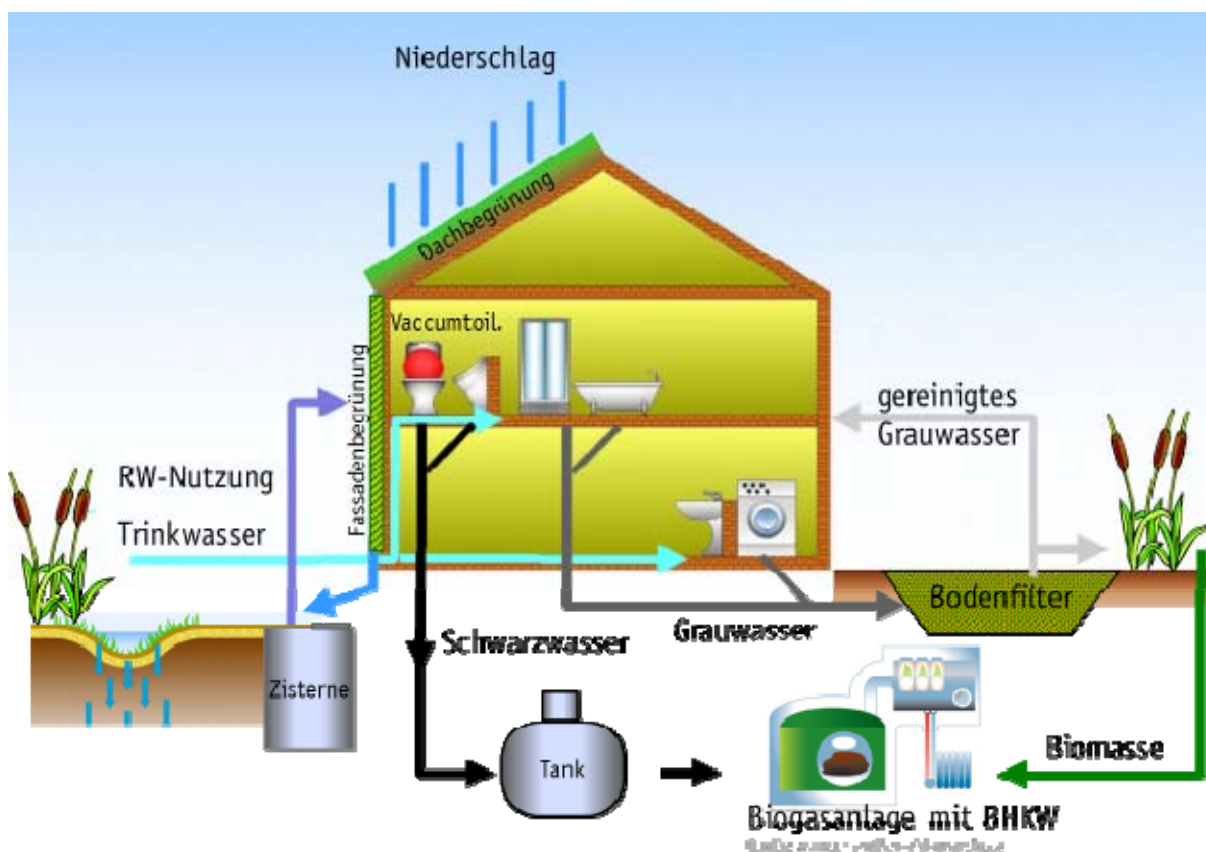


Abbildung 5: Schematische Darstellung Neuartige Sanitärsysteme

3.3 Methodik der Variantenbewertung

Ein modernes nachhaltiges Wassermanagement verfolgt vielfältige, teilweise auch konkurrierende Ziele wie in Abschnitt 3.1 dargestellt. Dafür stehen prinzipiell verschiedene Systemansätze (konventionelle Entwässerung, Regenwasserbewirtschaftung, neuartige Sanitärsysteme) mit zahlreichen technischen Lösungsoptionen zur Verfügung. Gemäß Aufgabenstellung sind für die Quartiere der Tempelhofer Freiheit sowohl Varianten der herkömmlichen Entwässerung als auch innovative Konzepte zu entwickeln, einander gegenüberzustellen und zu bewerten.

Aufgrund der Vielfältigkeit von Zielen und Lösungsoptionen erfordert ein integriertes, nachhaltiges Handlungskonzept eine nachvollziehbare Bewertung der Varianten. Ziel ist es nicht nur, günstige Lösungsoptionen herauszuarbeiten sondern auch ungünstige Lösungen herauszufiltern und so den Entscheidungsraum übersichtlich zu gestalten.

Im enger Anlehnung an den Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur Bewertung von Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung (SenStadt 2011) werden für die Quartiere der Tempelhofer Freiheit verschiedene Varianten des Wassermanagement entwickelt, hinsichtlich der nichtmonetären Projektziele und der monetären Effekte bewertet und in einer Matrix vergleichend gegenübergestellt.

Eine klassische Nutzwertanalyse setzt die Festlegung von Gewichten für die einzelnen Indikatoren voraus. Da jedoch auf Wunsch des Auftraggebers zum derzeitigen Zeitpunkt keine Gewichtung vorgenommen werden sollte, bietet sich die Gegenüberstellung nach dem Muster einer „Stiftung Warentest Tabelle“ an.

4 Randbedingungen im Gebiet der Tempelhofer Freiheit

4.1 Topografie

Das Gebiet der Tempelhofer Freiheit liegt am nördlichen Rand der Teltower Hochfläche. Der Übergang zum Berliner Urstromtal grenzt unmittelbar im Norden an.

Die topografischen Verhältnisse im Einzugsgebiet sind in Abbildung 6 dargestellt. Danach fällt das Gelände von Südosten nach Nordwesten hin ab, wobei die Flächen am Platz der Luftbrücke wieder etwas höher liegen. Die tiefsten Stellen liegen südöstlich des Vorfeldes.

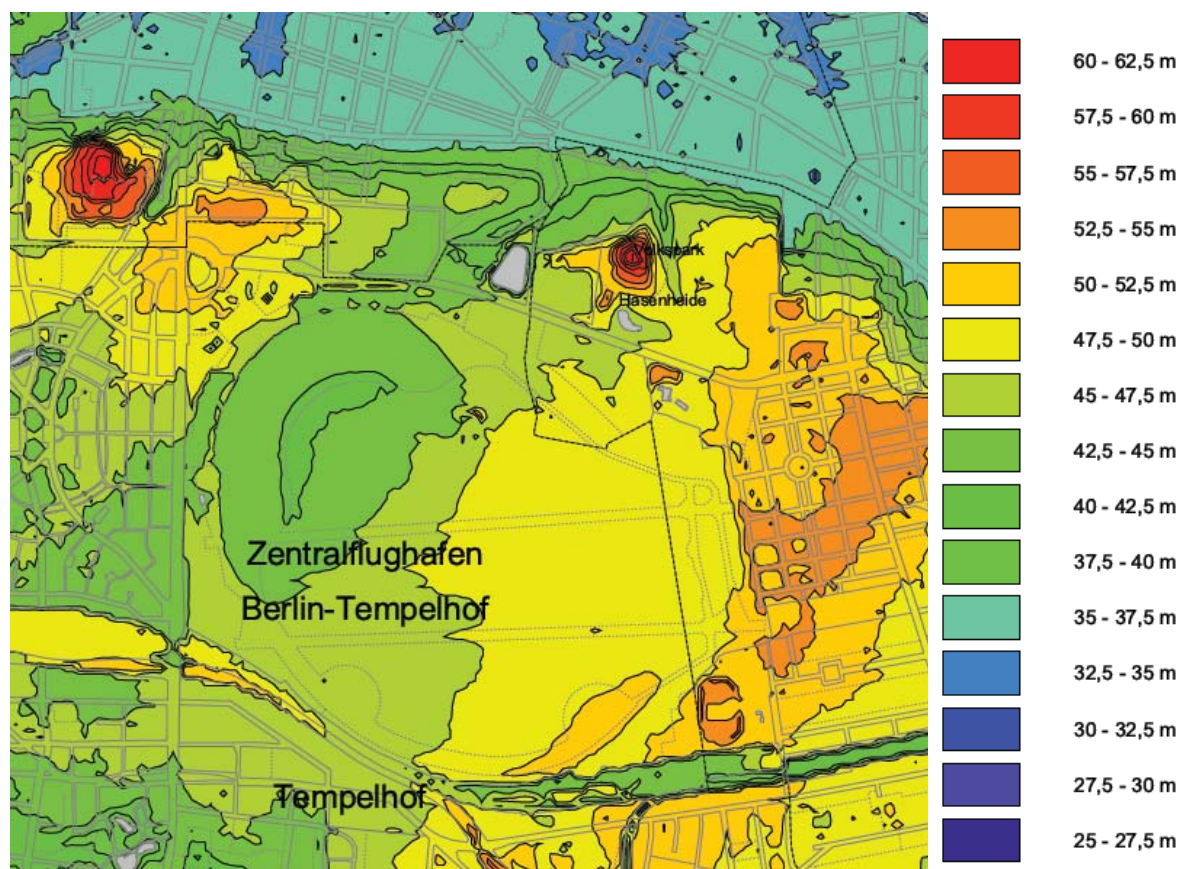


Abbildung 6: Geländehöhen (Quelle: UIS Berlin)

Natürliche Gewässer sind im Gebiet der Tempelhofer Freiheit nicht vorhanden. Auch in historischen Karten finden sich keine Hinweise auf oberirdische Gewässer.

Für die Bearbeitung stand aus dem Projekt „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“ (Datengrundlage Nr. 3) ein hochaufgelöstes Digitales Geländemodell (DGM) zur Verfügung (Abbildung 7).

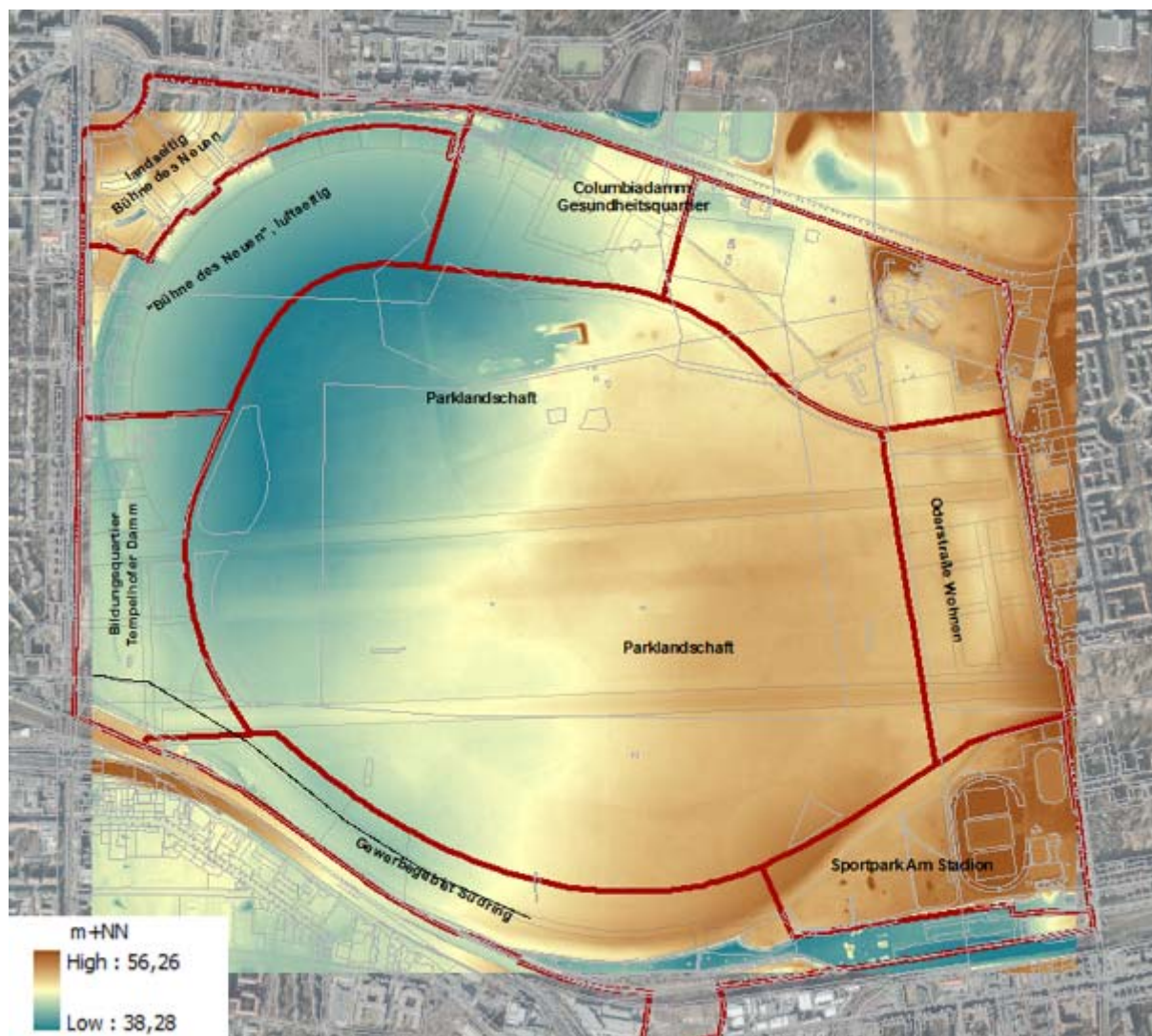


Abbildung 7: Digitales Geländemodell

4.2 Klimatische Bedingungen

4.2.1 Jahresniederschlagsmengen, Verdunstung

Die mittlere jährliche Niederschlagshöhe beträgt im Untersuchungsgebiet ca. 590 mm/a (ermittelt für die Station Tempelhof, Jahre 1948-2008, Quelle: Deutscher Wetterdienst), wobei durchaus Schwankungen zwischen 350 und 850 mm/a auftreten können (Abbildung 8).

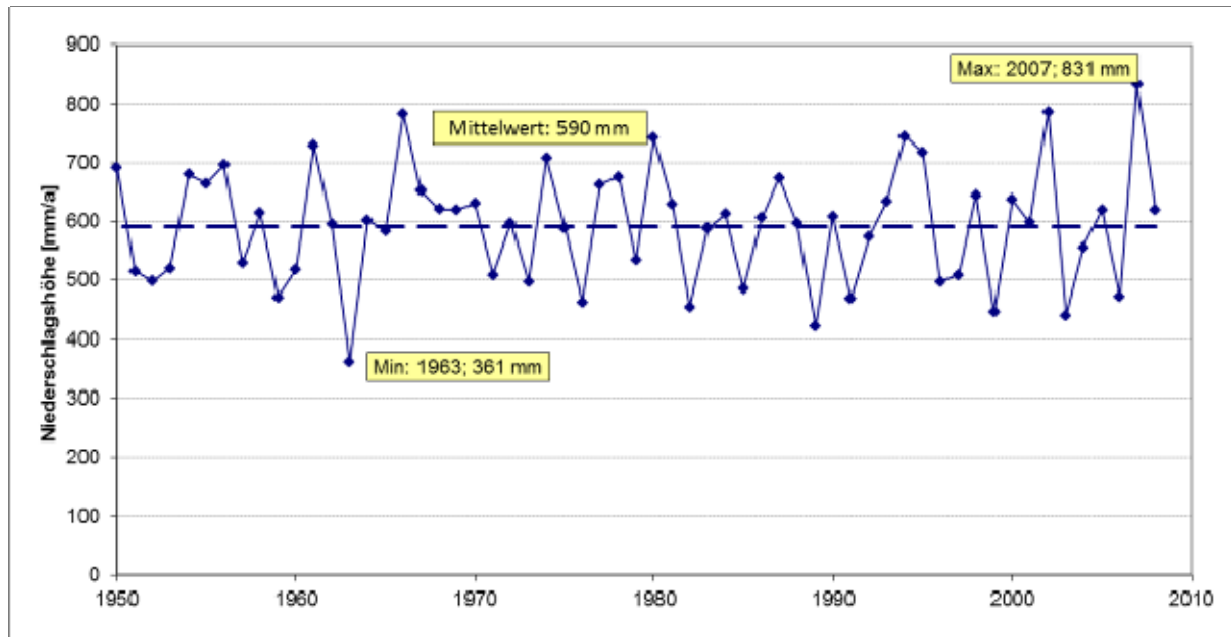


Abbildung 8: Jahresniederschlagsmengen Station Tempelhof (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Für offene Wasserflächen kann in Berlin eine mittlere jährliche Verdunstung von ca. 720 mm/a angenommen werden (Quelle: DVWK Merkblatt 238/1996, Ermittlung der Verdunstung von Land- und Wasserflächen). Unter den gegebenen klimatischen Bedingungen im Berliner Raum weisen offene Wasserflächen ohne externe Zuflüsse damit im langjährigen Mittel eine negative Wasserbilanz auf, d.h. die Verdunstung übersteigt die auf die Wasserfläche fallende Niederschlagsmenge.

Die Verdunstung von versiegelten oder bepflanzten Flächen hängt entscheidend von der jeweiligen Flächennutzung ab (Bepflanzung, Speichereigenschaften des Bodens, Art der Versiegelung, etc.). Sie kann unter Verwendung von Literaturwerten abgeschätzt werden.

4.2.2 Starkniederschläge

Darüber hinaus ist für die Regenwasserbewirtschaftung von Bedeutung, mit welchen Starkniederschlägen im Untersuchungsgebiet zu rechnen ist. Für die Bemessung von Anlagen gibt es prinzipiell zwei Möglichkeiten.

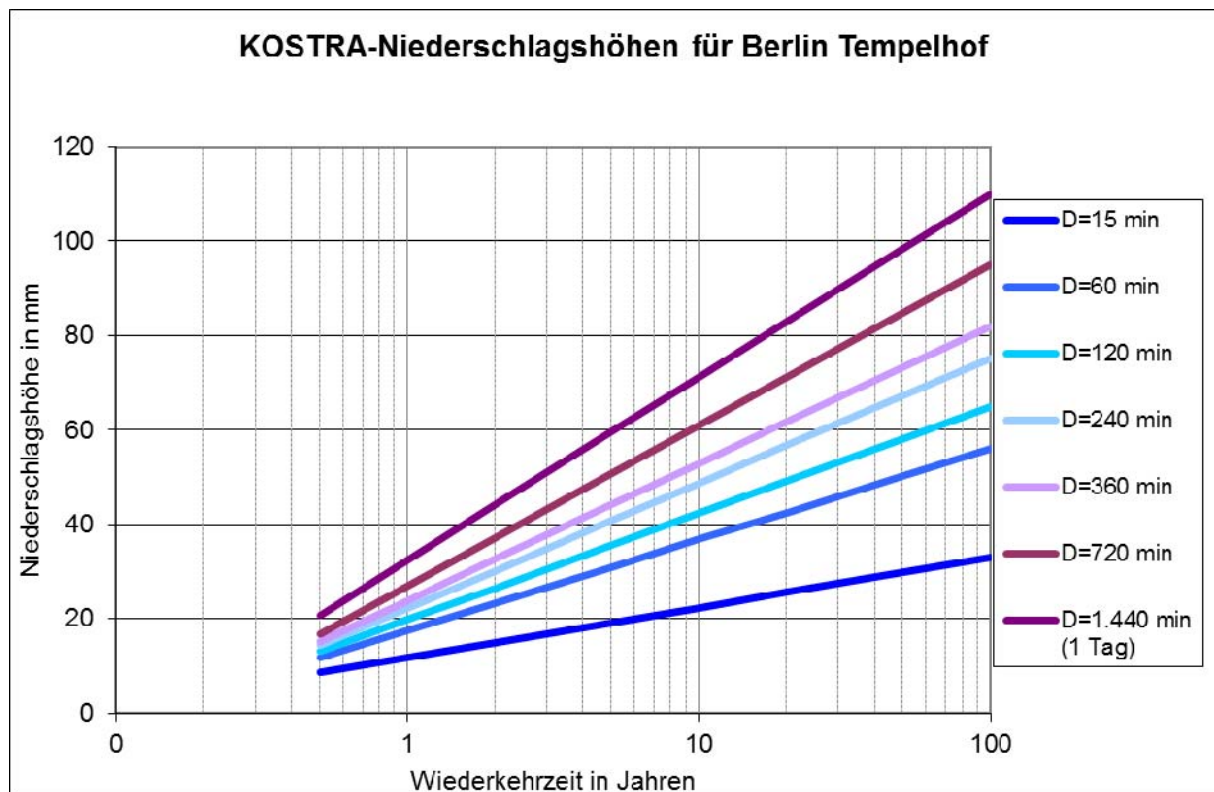


Abbildung 9: Niederschlagshöhen nach KOSTRA (Quelle: Deutscher Wetterdienst)

Zum einen können Modellregen für bestimmte Wiederkehrzeiten und Dauerstufen aus langjährigen Statistiken abgeleitet werden. In Deutschland findet dafür der KOSTRA-Atlas des Deutschen Wetterdienstes (DWD) Verwendung (Abbildung 9).

Zum anderen können Anlagen unter Verwendung langjähriger Niederschlagsaufzeichnungen per Langzeitsimulation dimensioniert werden. Im Rahmen dieses Gutachtens wurden dazu Regendaten der Station Neukölln für die Jahre 1961 bis 1994 (5-Minuten-Werte) herangezogen.

4.3 Boden- und Grundwasserverhältnisse

4.3.1 Bodenverhältnisse

Das Tempelhofer Flugfeld liegt, wie weite Teile des Berliner Raumes, in einer Jungmoränenlandschaft. Das Ausgangsmaterial für die Bodenbildung ist eine Geschiebelehmschicht, über einer Schicht aus Geschiebemergel (Abbildung 10). Es handelt sich dabei um Substrate, welche neben einer dominanten Sandfraktion noch Kies, Schluff und Ton enthalten. Die Geschiebemergelschicht unterscheidet sich von der Geschiebelehmschicht durch einen höheren Carbonatgehalt (geogen, aber auch anthropogen, z.B. durch Bauschutt).

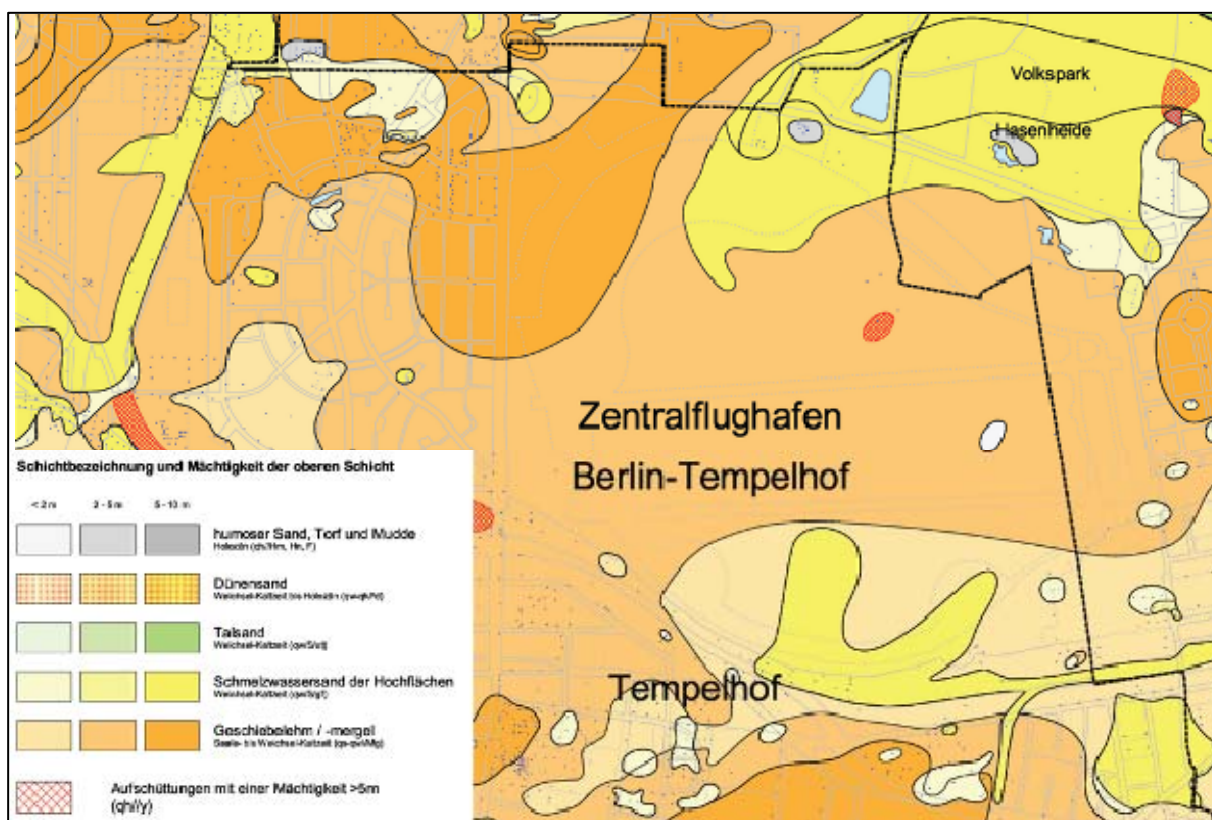


Abbildung 10: Ausschnitt aus der Ingenieurgeologischen Karte (Quelle: UIS Berlin)

Die natürliche Bodenbildung führte zur Entstehung von Fahlerden und Braunerden, sowie von pseudovergleyten Böden. Durch den stark anthropogenen Einfluss sind oben genannte Böden in dieser Form kaum mehr vorhanden. Neben der (Teil-) Versiegelung wurden die Böden vor allem durch die Einebnung der Fläche und durch die Einbringung von Schutt verändert. Die Aufschüttungsmächtigkeit beträgt durchschnittlich 1,5 m (0,1 bis > 5m). Da sich flächendeckend eine Vegetationsschicht etablieren konnte, entwickelte sich über dem Gemisch aus Bauschutt und Sand ein humoser Oberboden. In Abhängigkeit vom Versiegelungsgrad bzw. vom Carbonatgehalt des Unterbodens handelt es sich im Tempelhofer Flugfeld folglich um A/C- Böden vom Typ Ranker, Regosol oder Pararendzina (Abbildung 11).

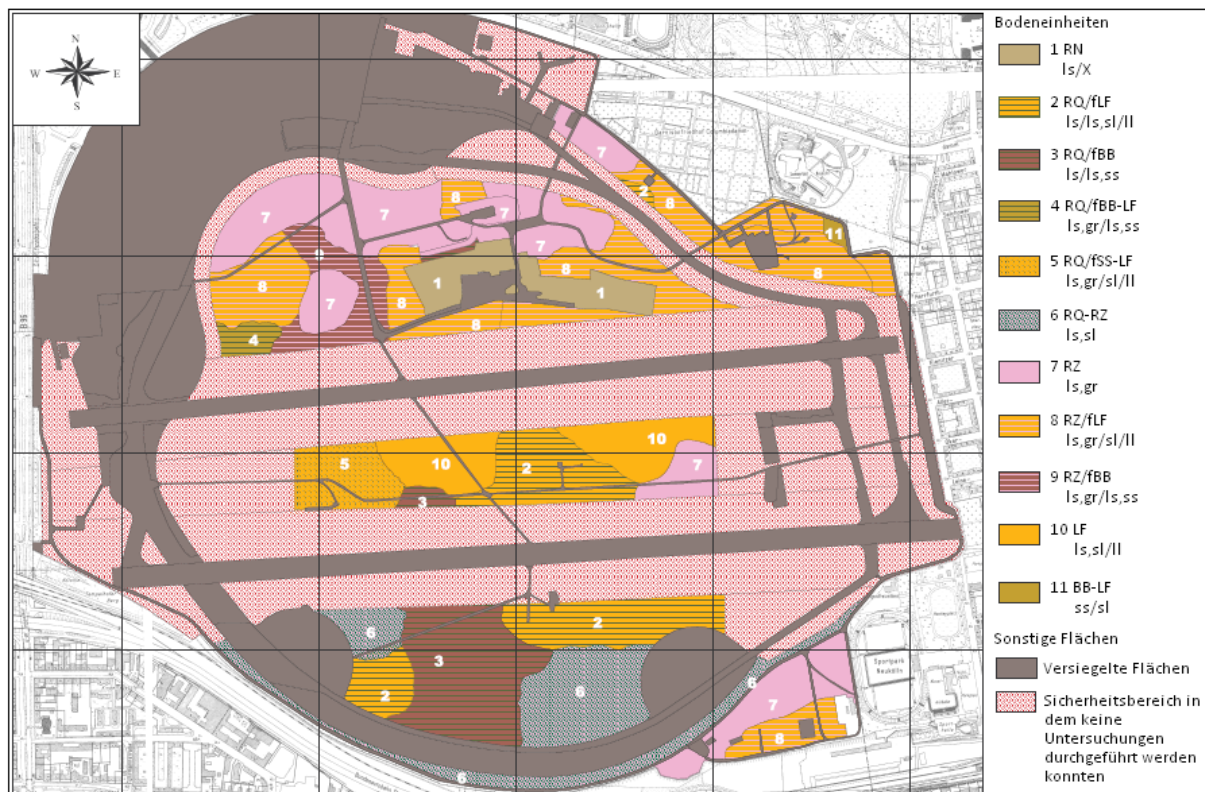


Abbildung 11: Bodeneinheiten auf dem Tempelhofer Flugfeld

(RN= Ranker, RQ= Regosol, RZ= Rendzina, BB= Braunerde, LF= Fahlerde, f= fossiler Horizont; verändert aus: Anhang zur bodenkundlichen Untersuchung des Flughafens Tempelhof)

Die Verteilung der Bodentypen im Tempelhofer Feld ist heterogen, so dass klare räumliche Muster nur schwer auszumachen sind. Tendenziell wird aber der Bereich zwischen Vorfeld und Landebahn von Regosolböden mit Lehmsand (sl) als dominante Bodenart geprägt. Im südlichen Teil des Flughafenfeldes, wo Lehmsande und Reinsande (ss) die Bodenart bestimmen, finden sich die Böden vom Typ Pararendzina. Zwischen den Landebahnen (Hauptbodenart: Lehmsand) kommen alle im Gebiet identifizierten Bodentypen vor. Rund um den „alten Hafen“ gibt es einen teilverdichteten Untergrund aus mit Grus vermengtem Lehmsand (sl,gr). Hier hat sich Ranker entwickelt.

Die genauen Bodenverhältnisse sind in der „Bodenkundliche Untersuchung des Flughafens Tempelhof“ detailliert beschrieben.

4.3.2 Grundwassersituation

Das Grundwasser unter dem Flughafen Tempelhof befindet sich in einer Tiefe von 11-16 m unter GOK, wobei die westliche Hälfte des Areals mit einer Tiefe von ca. 10-15 m unter GOK geringere Flurabstände aufweist als die östliche Hälfte mit ca. 15-20 m unter GOK. Der Grundwasserleiter liegt in einer grob- bis feinsandigen Lockergesteinsschicht. Er ist ungespannt und fließt entlang eines Süd-Nord-Gefälles in Richtung *Spree*, wobei eine leichte Drift nach Osten durch das Pumpwerk Johannisthal verursacht wird. Die Grundwasserisohypsen liegen bei +33,0 m ü. NHN im südlichen Bereich und ca. +32,0 m ü. NHN im nördlichen Bereich des Flughafenareals (Abbildung 12). Die maximal ermittelte Fließgeschwindigkeit erreicht 4,2 m/a.

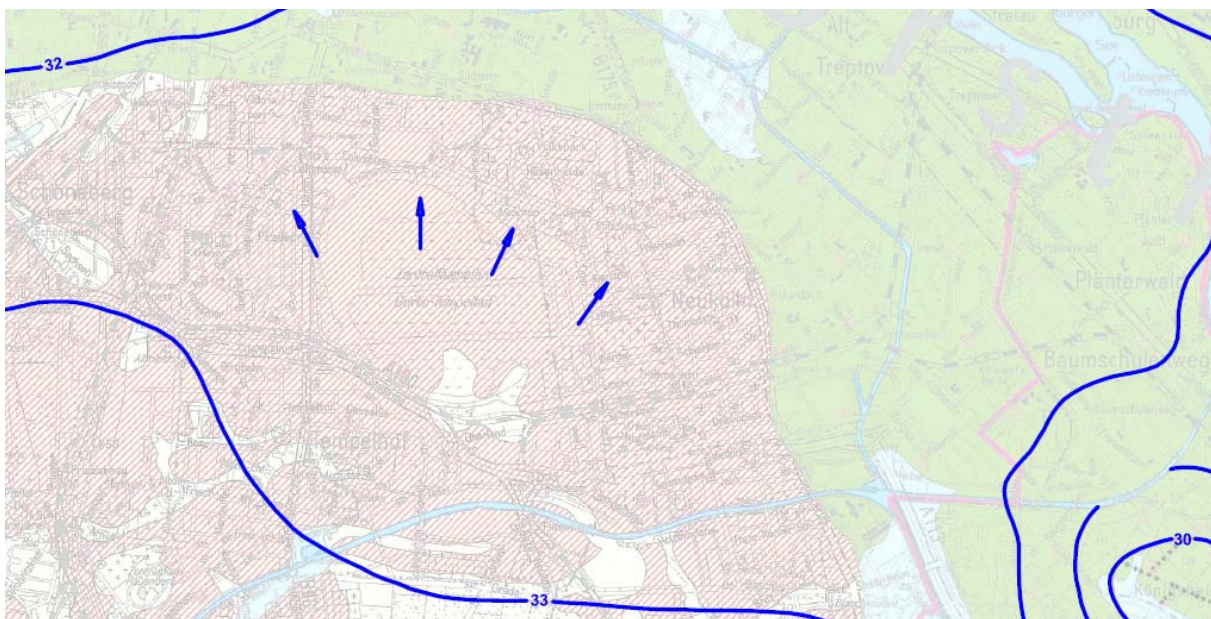


Abbildung 12: Lage der Grundwasserisohypsen und Grundwasserfließrichtung

Die am Flughafen Tempelhof auftretenden Geschiebelehme und Geschiebemergel enthalten teilweise erhöhte Anteile der Schluff- und Tonfraktion. Bei stärkeren Niederschlagsereignissen können sie lokal zu temporärer Staunässe („schwebendes Grundwasser“) im Boden führen.

Bezüglich der Grundwasserqualität im Untersuchungsgebiet wurde die Verschmutzungsempfindlichkeit als *mittel* eingestuft. Es liegen aber bereits aus der Betriebszeit des Flughafens diverse, meist punktuelle Kontaminationen des Grundwassers vor. Mit aromatischen Kohlenwasserstoffen (genauer: BTEX) kontaminierte Flächen sind im Bereich des „alten Hafens“ und an der ehemaligen Befüllstation für das Tanklager zu finden. Die BTEX- Konzentrationen unterliegen räumlichen Schwankungen und erreichten in Untersuchungen maximal 16.596 µg/L. Weitere Punktkontaminationen wurden für die Summenparameter LCKW und für Ammonium, Nitrit und Nitrat gefunden.

Auf Grund der langsamen GW-Fließgeschwindigkeit wird jedoch keine Gefahr für andere Schutzgüter erwartet. Der Bereich des Flughafen Tempelhofs ist weder Teil einer Trinkwasserschutzzone, noch liegt er im Einzugsgebiet einer Grundwassergewinnungsanlage.

4.3.3 Altlasten

Die langjährige Nutzung des Tempelhofer Felds als Flughafen führte zu Kontaminationen des Bodens, die vor allem auf havarie- oder betriebsbedingte Verunreinigungen durch Treibstoff zurückzuführen sind, aber auch auf das Einbringen von Schutt und darin enthaltene (Schad-)Stoffe. Nach der Aufgabe des Flugbetriebes wurden daher zahlreiche Altlastenverdachtsflächen (ALVF) identifiziert und untersucht (Abbildung 13: Altlasten und altlastenverdächtige Flächen gemäß Bodenbelastungskataster Berlin, Quelle: CDM).

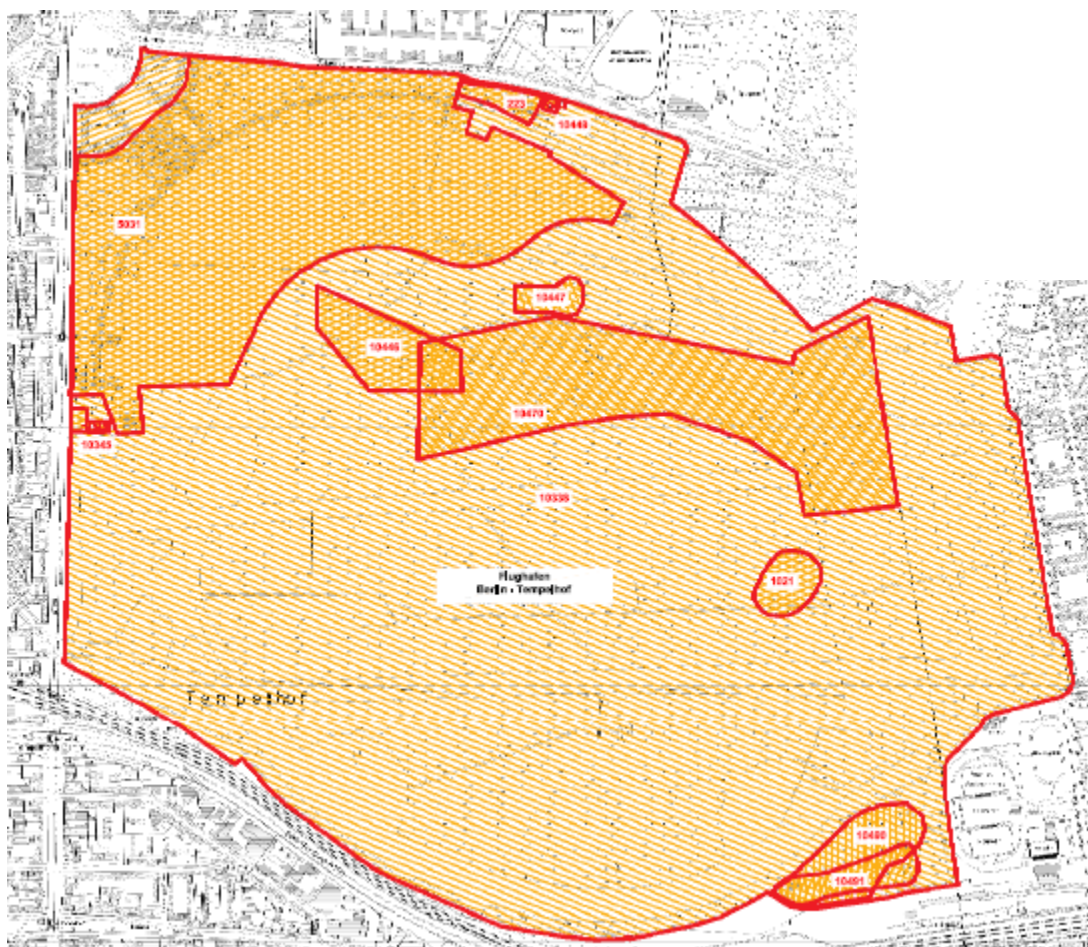


Abbildung 13: Altlasten und altlastenverdächtige Flächen (Quelle: CDM)

Die Bewertung von ALVF basiert auf abfallrechtlichen Aspekten (LAGA Zuordnungswerten), Schad- und Schwellenwerten der Berliner Liste, sowie Prüfwerten der Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV).

Auf Grundlage der im Jahre 2010 durchgeführten orientierenden Altlastenuntersuchung (Datengrundlage Nr. 6 & 7) wurden sechs Flächen mit einem hohen Schadstoffpotential ausgewiesen (Tabelle 4, aus Orientierende Altlastenuntersuchungen Flughafen Berlin Tempelhof), die eine Altlastenrelevanz haben bzw. einer Nutzungseinschränkung nach BBodSchG unterliegen.

Tabelle 4: ALVF mit hohem Schadstoffpotential

ALVF	Fläche	Schadstoff
10338	Flugfeld, Schurf L10	PAK, PCB, EOX, BTEX
10447/1	Schießstand	Blei
10345/1	Esso-Tanklager	BTEX, MKW
10338/13	Feuerlöschteich	PAK
-	Alte Tankstelle	MKW, Schwermetalle
10446/1	Flugzeughalle	PAK, Blei

Zusätzlich zu den Bereichen mit hohem Schadstoffpotential wurden Flächen ausgewiesen, deren Bodenbelastung eine abfallrechtliche Relevanz (Einstufung als Z2) besitzen. Zu diesen Flächen gehören: Stellflächen für Tankwagen, BFG-Werkstätten (Bauteil A), Vorfelddtankanlage, Umfeld Rollbahn, Flugzeughalle/Werkstätten, Verfüllung Regenrückhaltebecken.

In Abhängigkeit von der geplanten Folgenutzung müssen vor allem die Prüfwerte nach BBodSchG beachtet werden. So wurden beispielsweise für die Flächen mit hohem Schadstoffpotential (mit Ausnahme von ALVF 10338/13) die Prüfwerte für Kinderspielplätze in mindestens einer Probe übertroffen. Hervorzuheben ist der Standort des alten Schießstandes, wo die Prüfwerte für Industriestandorte überschritten wurden.

4.3.4 Versickerungsmöglichkeiten

Ausschlaggebend für das Versickerungsverhalten des Bodens ist die Wasserleitfähigkeit der Bodenoberfläche. Vor diesem Hintergrund ist es positiv zu bewerten, dass sich auf dem Flughafen Tempelhof durch die extensive Bewirtschaftung der Freiflächen ein humoser Oberboden (Ah-Horizont) ausgebildet hat. Der Verdichtungsgrad wird als mäßig bis hoch angegeben.

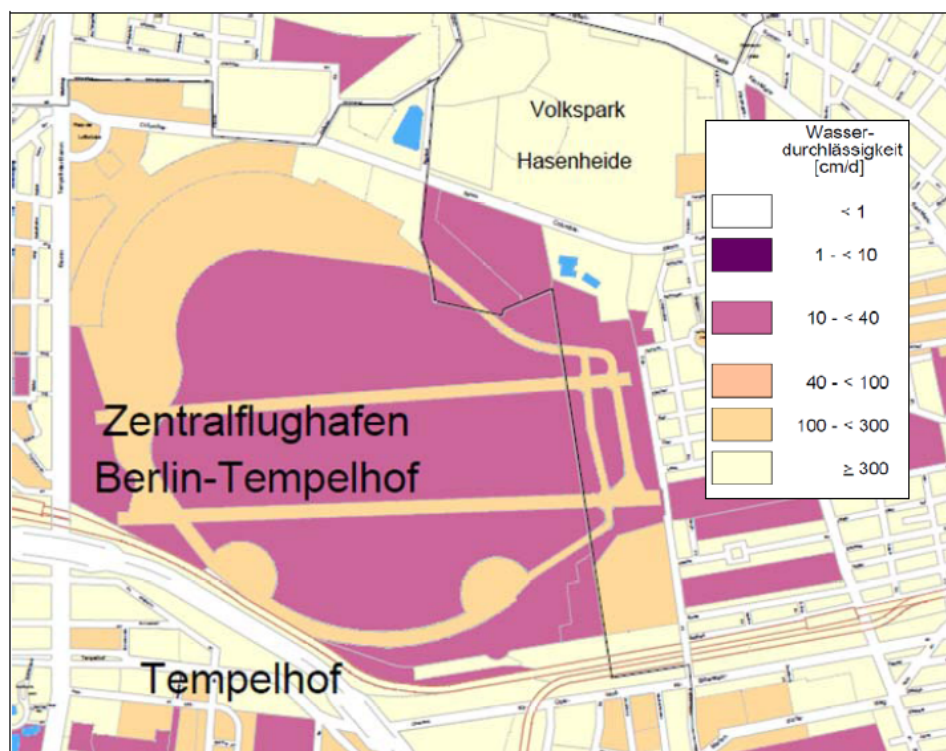


Abbildung 14: Größenbereich der Wasserdurchlässigkeit (Quelle: UIS Berlin)

Bezüglich der weiteren Versickerung bis hin zur Grundwasserneubildung ist der Untergrund, mit Sand als Hauptkomponente, als gut im Sinne der Versickerung zu bewerten. Stichprobenartige Korngrößenanalysen des Untergrundes zeigen günstige k_f -Werte ($2,5 - 5,9 \cdot 10^{-4}$ m/s) für Tiefen > 4 m. Probleme können dort auftreten, wo höhere Schluff- und Tonanteile im Geschiebelehm bzw. Geschiebemergel auftreten. Stichproben aus höher liegenden Schichten zeigen deutlich größere Anteile der Schlufffraktion und folglich geringere k_f -Werte ($2,6 \cdot 10^{-6} - 3,8 \cdot 10^{-7}$ m/s). Solche Korngrößenverteilungen aber auch mechanische Verdichtung, z.B. im Zuge der Planierung, können zu Staunässeerscheinungen führen. Bodenkundliche Untersuchungen des Standorts weisen auf die Gefahr von Staunässe vor allem in den Bereichen mit hohem Bauschuttanteil im Boden hin (betrifft z.B. das Gebiet des „alten Hafens“).

Für überschlagsweise Berechnungen kann eine mittlere Wasserleitfähigkeit von $1,2 - 4,6 \cdot 10^{-6}$ m/s für das Tempelhofer Flugfeld angesetzt werden (Abbildung 14). An ausgewählten Stellen wurden im Untersuchungsgebiet Rammkernsondierungen durchgeführt. Anhand der Bodenprofile (s. Abbildung 15) erkennt man, dass im unversiegelten Bereich des Vorfelds eine oberflächliche Feinsandschicht über einer Mittelsandschicht liegt. Der gemittelte k_f -Wert eines solchen mSfs-Bodens wird mit

$2,6 \cdot 10^{-5}$ m/s angegeben (Umweltatlas Berlin). Im Vergleich dazu liegt die oberflächliche Feinsandschicht im westlichen und süd-östlichen Teil des Flugfeldes über einer Schluffschicht. Letztere Standorte, für die basierend auf einem Su3-Boden, ein k_f -Wert von $3,7 \cdot 10^{-6}$ m/s angenommen werden kann, haben folglich ein geringeres Versickerungspotential als die Flächen vor dem Vorfeld.

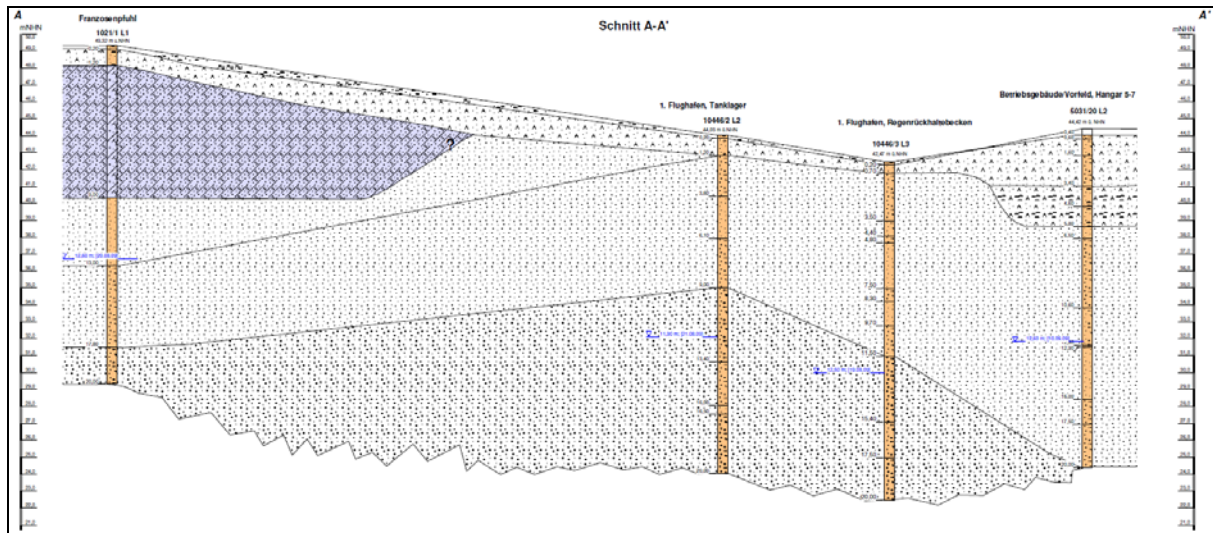


Abbildung 15: Profilschnitt (Quelle: Orientierende Altlastenuntersuchungen von CDM)

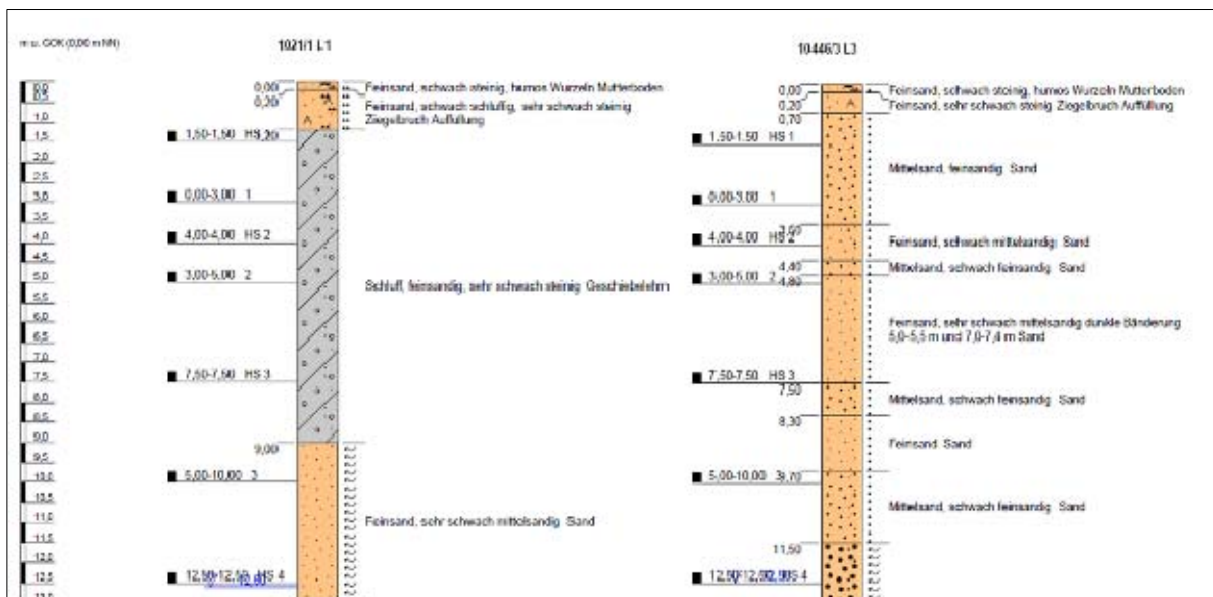


Abbildung 16: Bodenprofile, exemplarisch (Quelle: CDM)

Für weitergehende Planungen von Versickerungsanlagen empfehlen wir die Durchführung von Infiltrationsversuchen an den angedachten Standorten.

4.4 Bestehende Wasserinfrastruktur

4.4.1 Trinkwasserversorgung

Gemäß den zur Verfügung gestellten Daten liegen rund um das Areal Trinkwasserleitungen an. In jedem Quartier befinden sich in unmittelbarer Nähe TW-Hauptleitungen (s. Abbildung 17).



Abbildung 17: Trinkwasserleitungen um das Tempelhofer Feld (Datenquelle: BWB)

Da die spezifischen Wasserverbräuche in Berlin in den letzten Jahren deutlich gesunken sind (von 140 l/(E d) im Jahr 1991 auf 111 l/(E d) im Jahr 2005, BWB, 2008), weisen insbesondere ältere Leitungen tendenziell Reserven auf.

Der Anschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung wird deshalb grundsätzlich als unproblematisch eingeschätzt (s. Anlage 2, Protokoll des Abstimmungsgesprächs mit den Berliner Wasserbetrieben am 7.11.2011).

4.4.2 Schmutzwasserentsorgung

Die Abwasserentsorgung im Bereich der Tempelhofer Freiheit erfolgt größtenteils im Trennsystem, einzig das Gebiet um die Oderstraße wird derzeit im Mischsystem entwässert (Abbildung 18).

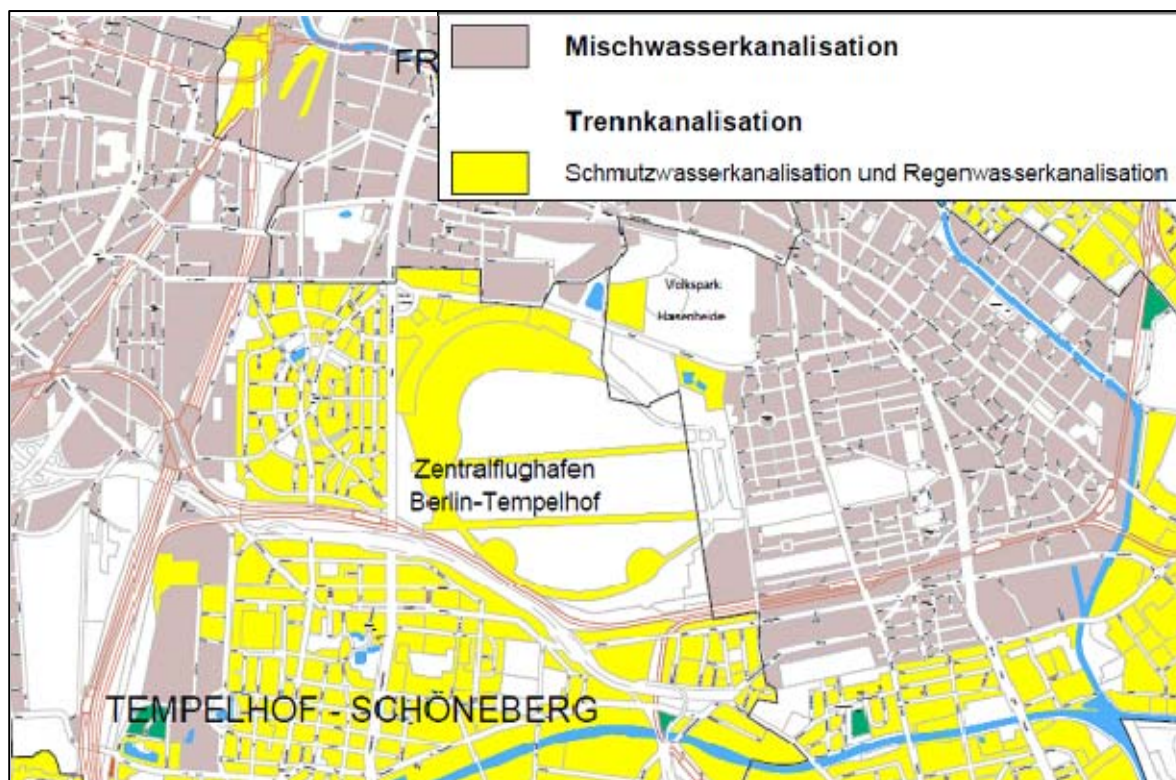


Abbildung 18: Art der umliegenden Entwässerungssysteme (Quelle: UIS Berlin, Stand 2009)

Sollte ein Anschluss an die öffentliche Schmutzwasserkanalisation notwendig sein (s. Kapitel 3.1, prinzipielle Optionen des Wassermanagements), so ist dies nach Einschätzung der BWB hinsichtlich der Abwassermengen unproblematisch (s. Anlage 2). Die bestehenden Abwasserleitungen, d.h. die Schmutzwasserkanäle im Tempelhofer Damm, Columbiadamm und in der Oberlandstraße, sowie die Mischwasserkanäle in der Oderstraße (s. Abbildung 19) sind grundsätzlich in der Lage, die Schmutzwassermengen aus den zukünftigen Quartieren aufzunehmen.

Bei an Anbindung des geplanten Gewerbegebiets am Südring sind die besonderen Zwangspunkte an der Brücke über die S-Bahn zur Oberlandstraße sowie die U-Bahn-Trasse im Tempelhofer Damm zu beachten.

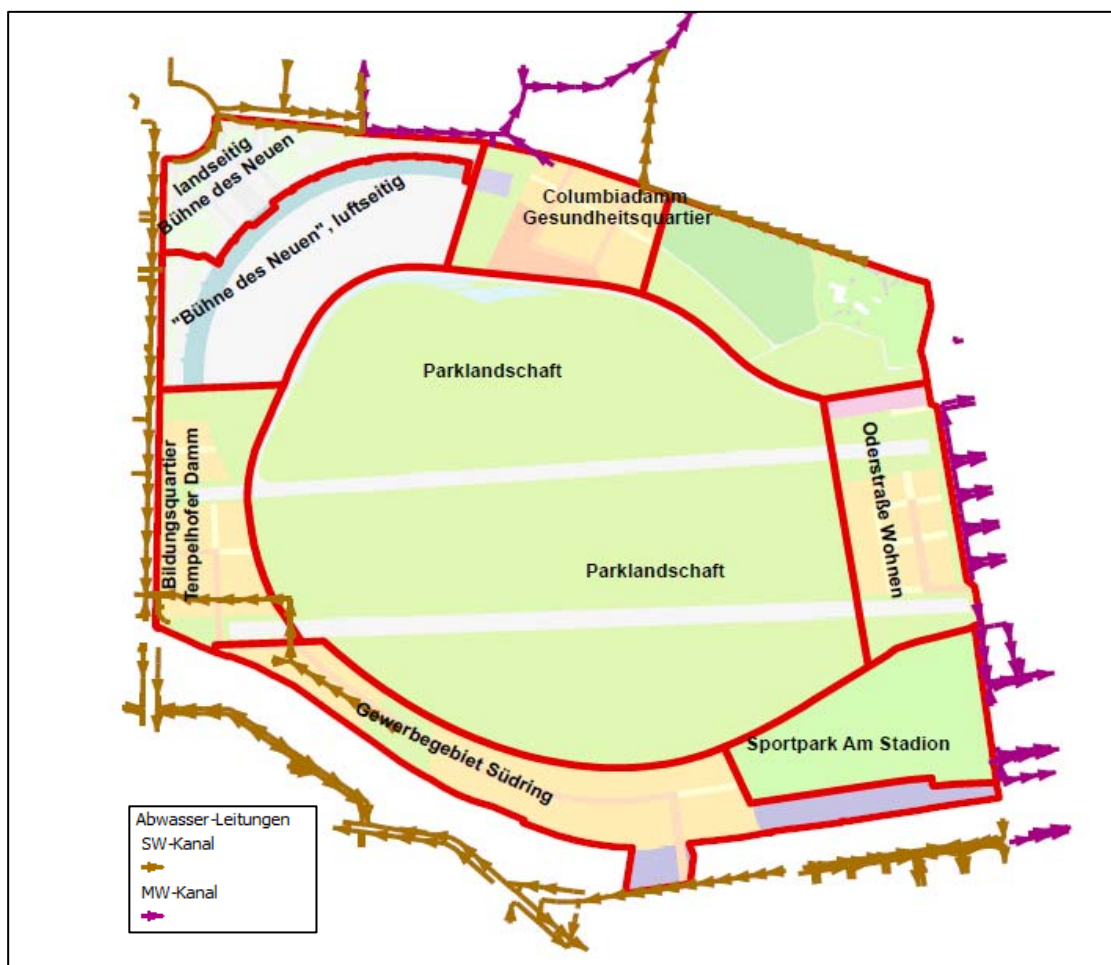


Abbildung 19: Bestehende Abwasserleitungen (Datenquelle: BWB)

4.4.3 Regenentwässerung

4.4.3.1 Übergeordnete Situation der bestehenden Regenentwässerung

Das Gebiet der Tempelhofer Freiheit wird - obwohl innerhalb des S-Bahn-Rings gelegen - größtenteils im Trennsystem entwässert. Abbildung 20 zeigt die großräumige (Regen-) Entwässerungssituation im Untersuchungsgebiet.

An bestehender Infrastruktur sind insbesondere die Regenentwässerung im Columbiadamm und das Regenrückhaltebecken Lilienthalstraße von Bedeutung. Daran angeschlossen sind die Gebäude des ehemaligen Flughafengeländes und die Vorfeldflächen. Die Details dieses Systems werden im Folgenden näher erläutert. Die Abflüsse der ehemaligen Start- und Landebahnen versickern ortsnahe.

Auch im Tempelhofer Damm und in der Oberlandstraße liegen Regenwasserkanäle. Die Mischwasserkanäle in der Oderstraße dienen ebenfalls der Ableitung von Regenwasser (Abbildung 21). Ein direkter Anschluss (d.h. ohne Rückhaltung) der neuen Quartiere an diese bestehende Regenwasserkanalisation ist nach Einschätzung der BWB grundsätzlich problematisch, da die Kanäle nach älteren Methoden dimensioniert wurden und geringe Durchmesser aufweisen (s. Anlage 2).

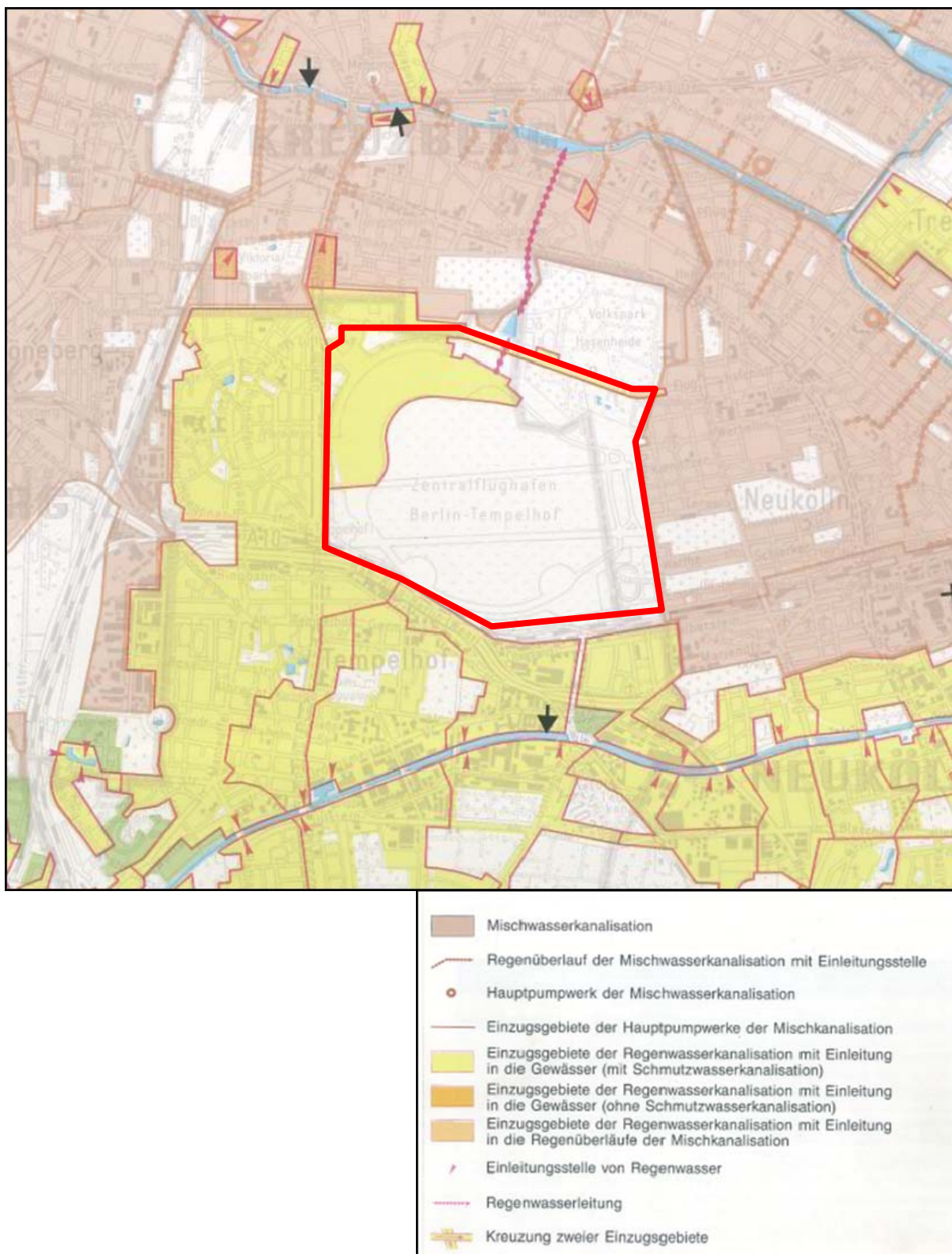


Abbildung 20: Großräumige Situation der Regenentwässerung (Quelle: Umweltatlas Berlin)

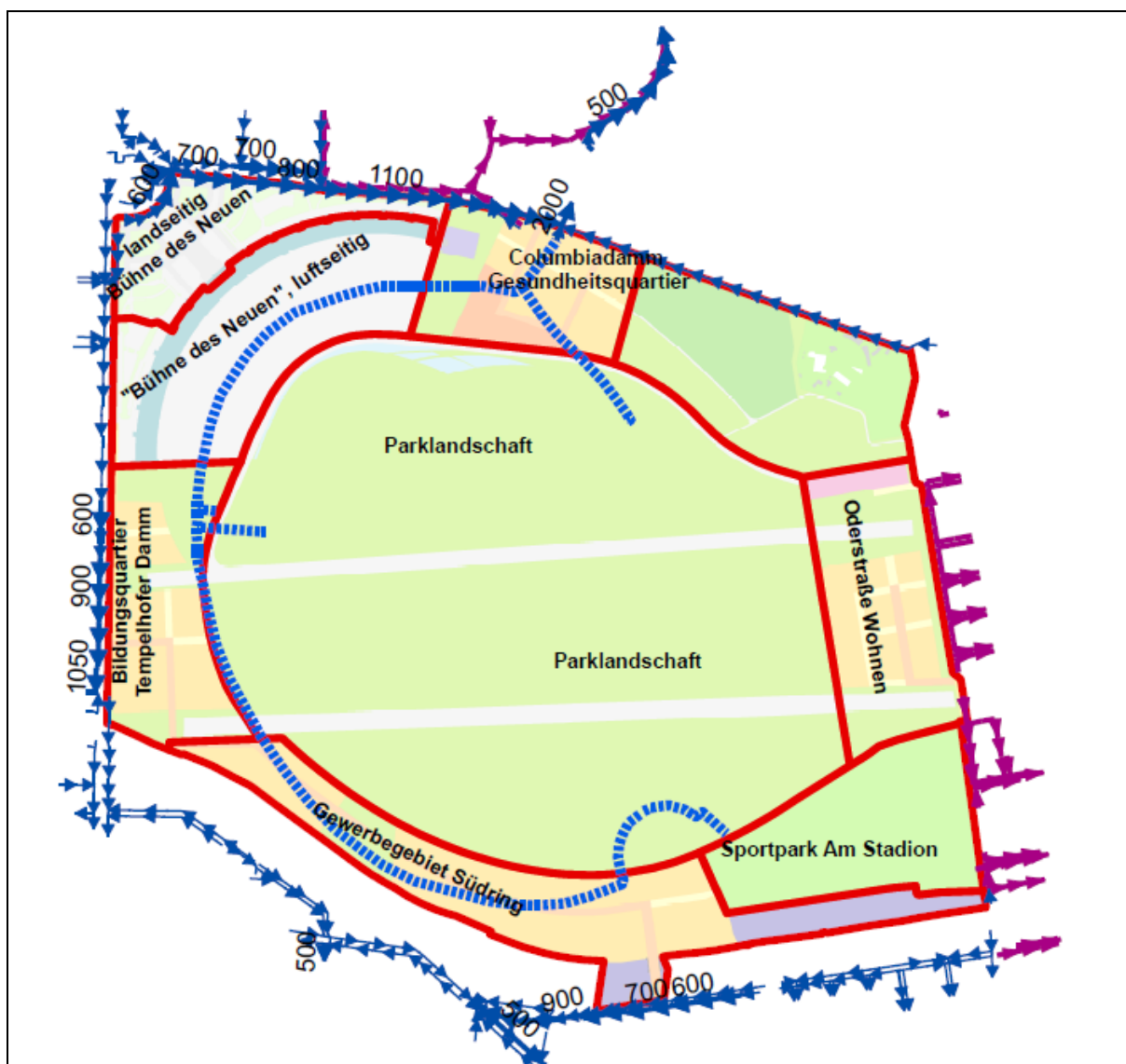


Abbildung 21: Bestehende Regenwasserleitungen (Datenquelle: BWB)

4.4.3.2 Regenentwässerung Flughafengelände & Columbiadamm

Die bestehende Entwässerung des ehemaligen Flughafengeländes wurde bereits detailliert in der Studie „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“ (s. Datengrundlage Nr. 3) beschrieben. Danach entwässern die Dachflächen der Hangars und die Vorfeldflächen derzeit über einen großen Hauptsammler in das Regenrückhaltebecken (RHB) Lilienthalstraße.

Über einen öffentlichen Regenwasserkanal im Columbiadamm (max. Durchmesser DN 1200) werden auch die am Platz der Luftbrücke gelegenen Gebäude (landseitige Gebäude des ehemaligen Flughafens, Gebäude des Wasser- und Schifffahrtamtes und des Deutschen Wetterdienstes) sowie Straßenflächen des Columbiadamm in das RHB Lilienthalstraße entwässert (Abbildung 22). Zu beachten ist, dass Teile des Columbiadamm auch über einen Mischwasserkanal entwässert werden.



Abbildung 22: Regenwassersystem Columbiadamm

4.4.3.3 Hauptsammler unter dem Vorfeld

In der Studie „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“ wurde vorgeschlagen, den großen Hauptsammler unter dem Vorfeld in eine Regenwasserzisterne umzuwandeln (s. Kapitel 5.1). Zur Absicherung der Realisierbarkeit dieses Vorschlages wurde der Sammler am 7.10.2011 gemeinsam von Mitarbeitern des AN mit der WISAG (Facility Management für das THF-Gelände) begangen. Ein Protokoll dieser Begehung liegt als Anlage 1 bei.

Weiterhin wurde die Bauakte des Hauptsammlers u.a. mit Vermessungsunterlagen und Protokollen von Betonkern-Untersuchungen gesichtet (Datengrundlage Nr. 10).

Der bauliche Zustand des Regenwasser-Sammelkanals wird trotz des Alters von ca. 75 Jahren als insgesamt gut eingeschätzt. Es bestehen zwar kleinere Schäden (undichte Arbeitsfugen sowie Risse von max. 1 mm im Beton) aber eindringendes Grundwasser ist aufgrund des tiefer liegenden Grundwasserspiegels aber nicht zu erwarten.

Aus den zur Verfügung stehenden Vermessungsunterlagen wurde das aktivierbare Speichervolumen ermittelt. Das insgesamt vorhandene Volumen des Sammlers beträgt ca. 7.000 m³, davon wären unter Berücksichtigung von Rückstauerebenen ca. 4.700 m³ aktivierbar. Bezogen auf die Dachfläche von 7.2 ha sind dies etwa 650 m³/ha.

Zusammenfassend wird eingeschätzt, dass der Kanal mit geringfügigen Ausbesserungen und einer Grundreinigung als Zisterne genutzt werden kann.



Abbildung 23: Hauptsammler unter dem Vorfeld des Flughafenvorfeldes

4.4.3.4 Regenrückhaltebecken Lilienthalstraße

Der Hauptsammler des Flughafengeländes mündet nach seinem Zusammenfluss mit dem öffentlichen Kanal im Columbiadam in das Regenrückhaltebecken Lilienthalstraße (Abbildung 24).

Das RHB hat eine Grundfläche von ca. 16.000 m². Das vorhandene Stauvolumen wird mit ca. 53.000 m³ abgeschätzt (abhängig von der Rückstauenebene).

Insgesamt sind derzeit ca. 59,4 ha an das RHB Lilienthalstraße angeschlossen, davon entfallen ca. 58% auf die luftseitigen Flächen des Flughafens und ca. 42 auf die landseitigen Flächen des Flughafens, den Columbiadam und andere Straßen sowie sonstige Gebäudeflächen.

Der Drosselabfluss wird über eine separate Rohrleitung DN 500/450 durch das im Mischsystem entwässerte Siedlungsgebiet hindurch in den Landwehrkanal abgeleitet (Abbildung 22). Die Kapazität der Ablaufleitung wurde durch eine vereinfachte hydraulische Berechnung mit max. 400 l/s abgeschätzt. Die spezifische Drosselleistung beträgt damit ca. 6,7 l/(s ha).

4.4.3.5 Gebührensituation

Auf die Gebührensituation wurde bereits in der Studie zur „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“, Datengrundlage Nr. 3) eingegangen. Derzeit beträgt das Niederschlagswasserentgelt 260.163 m² x 1,897 €/m²/a = 493.529 €/a. Hierzu ist anzumerken, dass die entgeltspflichtige Fläche deutlich geringer ist als die gemäß Vertrag festgestellte angeschlossene und versiegelte Fläche auf dem Flughafengelände. Andererseits ist gemäß Vertrag mit den Berliner Wasserbetrieben der Betreiber des Flughafengeländes für den Betrieb, die Unterhaltung und Erneuerung des Regenrückhaltebeckens Lilienthalstraße zuständig.



Abbildung 24: Regenrückhaltebecken Lilienthalstraße (li: Luftbild, re: Foto)

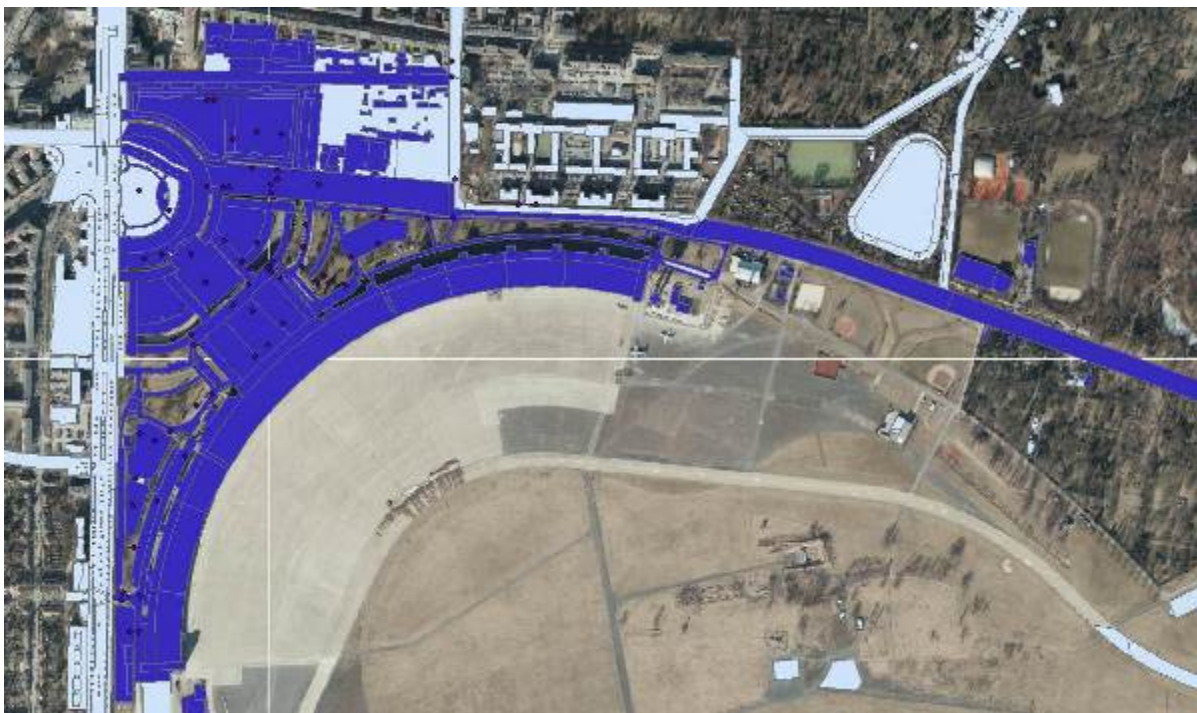


Abbildung 25: Derzeit an das RHB Lilienstraße angeschlossene Flächen

4.5 Städtebauliche Planungen für die Quartiere der Tempelhofer Freiheit

Grundlage des Wassermanagementkonzepts ist das Entwicklungskonzept für die Tempelhofer Freiheit mit Stand August 2011 (Abbildung 26). Gemäß dieses Konzeptes sollen neben dem denkmalgeschützten Flughafenensemble und der Parklandschaft vier neue Stadtquartiere entstehen:

- das „Gesundheitsquartier“ am Columbiadamm,
- das Wohngebiet Oderstraße,
- das Gewerbegebiet am Südring sowie das
- Bildungs- und Wohnquartier am Tempelhofer Damm.

Nachfolgend werden die aktuellen städtebaulichen Planungen für die Quartiere und die Parklandschaft kurz erläutert.

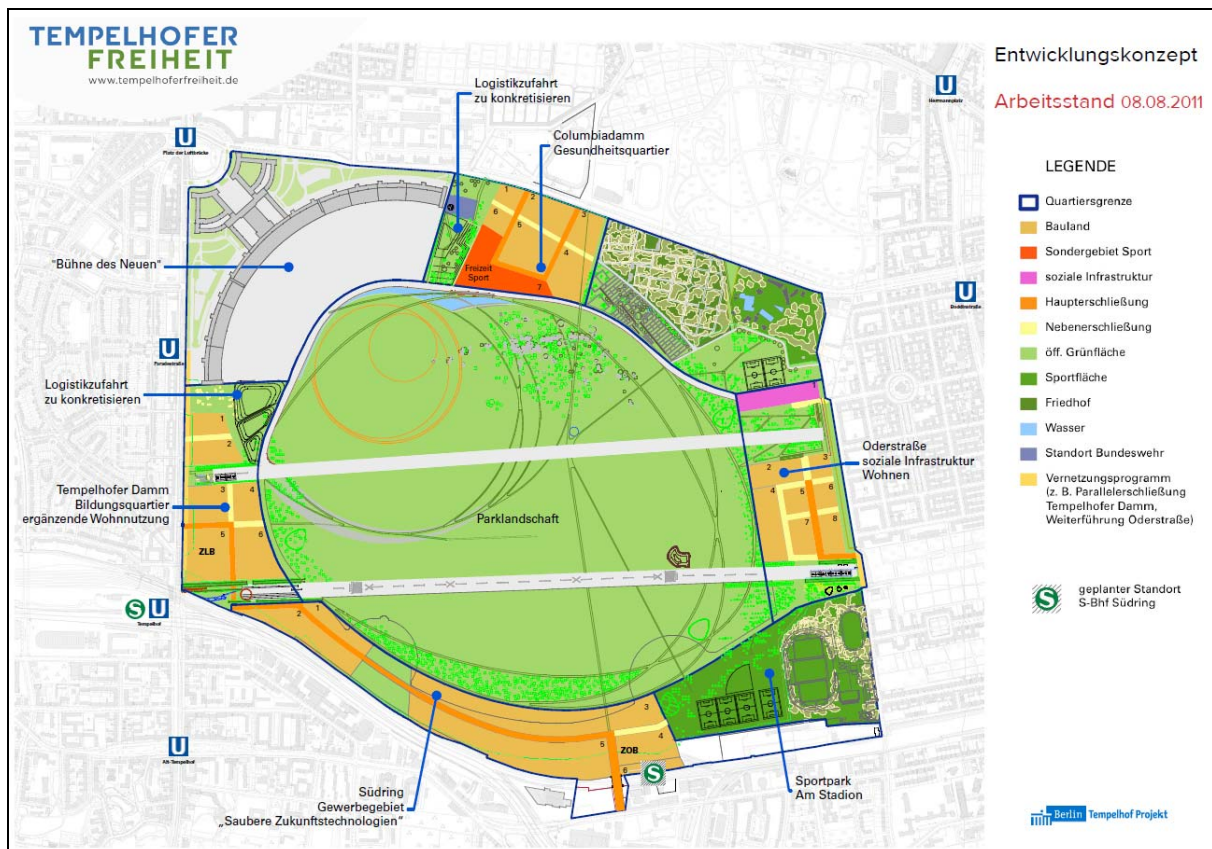


Abbildung 26: Entwicklungskonzept Tempelhofer Freiheit Stand August 2011

4.5.1 Ehemalige Flughafengebäude mit Vorfeld

Zwischen 1935 und 1941 erbaut, ist der Tempelhofer Flughafen mit ca. 300.000 qm Bruttogeschossfläche auch heute noch eines der größten Gebäude der Welt. Nach der Schließung des Flughafens im Herbst 2008 wird das denkmalgeschützte Flughafenensemble am Platz der Luftbrücke vielfältig genutzt. So findet seit Sommer 2009 die internationale Mode-Fachmesse Bread & Butter mit ca. 100.000 Fachbesuchern auf dem Flughafen Tempelhof statt (siehe Abbildung 27). Nach den Plänen der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung soll das Tempelhof Forum THF die neue Berliner Adresse für Kultur-, Medien- und Kreativwirtschaft mit internationaler Ausstrahlung werden (SenStadt, 2008).



Abbildung 27: Blick vom Dach des Flughafengebäudes

4.5.2 Parklandschaft

Seit Mai 2010 sind die ca. 300 Hektar großen Freiflächen des ehemaligen Flughafens Tempelhof für die Öffentlichkeit zugänglich. Schritt für Schritt wird hier in den nächsten Jahren eine vielseitig nutzbare und strukturierte urbane Parklandschaft entstehen. Dabei wird die Ausrichtung der Internationalen Gartenausstellung (IGA) Berlin 2017 ein besonderer Meilenstein auf dem Weg zur neuen Parklandschaft sein (www.gruen-berlin.de).

Aus einem internationalen landschaftsplanerischen Wettbewerb ging das britische Team gross.max. Landschaftsarchitekten und Sutherland Hussey Architekten als Sieger hervor. Der Entwurf sieht am östlichen Rand des Vorfeldes ein Wasserbecken mit anschließendem Wasserlauf vor. Das anfallende Regenwasser sollte gemäß des ursprünglichen Entwurfes in zwei Rückhaltebecken jeweils neben dem Vorfeld vorgereinigt und versickert werden (Abbildung 28).



Abbildung 28: Siegerentwurf von gross.max. und Sutherland Hussey

4.5.3 Wohngebiet Oderstraße

Das Entwicklungskonzept (Datengrundlage Nr. 11) sieht am östlichen Rand der Tempelhofer Freiheit die Schaffung eines neuen Wohngebietes vor. Begonnen wird mit der Entwicklung von sozialer Infrastruktur (Kita, Schule) auf dem Baufeld 1 (Abbildung 29) zur Unterstützung der sozialen Stabilisierung und Vernetzung mit dem Bestandsgebiet. Die B-Planung ist für 2014-2016 vorgesehen.

Einnahmeabhängig folgt dann die Entwicklung des Wohngebietes mit einem differenzierten Angebot an Wohnraum ab 2018 (d.h. nach der IGA). Die Baufeldentwicklung für Block 2 und 4 soll erst nach 2025 erfolgen (Hintergrund: Altlastensanierung).

Die Gesamtfläche des Quartier beträgt 24,0 ha, die Nettobaufläche: 9,5 ha. Bei einer GFZ von 1,5 sind insgesamt 116.000 m² Bruttogeschossfläche mit perspektivisch ca. 1.200 WE/2.400 EW geplant.

Vorgesehen ist auch die Wiederherstellung der Oderstraße im Bereich des St.-Thomas-Friedhofs. Derzeit ist die Straße hier nicht mit Kfz befahrbar. Die Erschließung des Baugebietes erfolgt über die Oderstraße.



Abbildung 29: Entwicklungskonzept Wohngebiet Oderstraße, Stand August 2011

4.5.4 Gewerbegebiet Südring

Entlang der Stadtautobahn entstehen Wachstumsflächen für moderne Arbeitsplätze mit umweltfreundlichen Zukunftstechnologien (SenStadt, 2010). Geplant ist ein Gewerbegebiet für kleine und mittelständische Unternehmen mit einem Schwerpunkt auf der Ansiedlung technologieaffiner kleinformatischer Produktionsbetriebe mit starkem Entwicklungsanteil aus dem Cluster „Saubere Zukunftstechnologien“ (Datengrundlage Nr. 11). Im westlichen Bereich, in der Nähe zum Tempelhofer Damm, besteht eine städtebauliche Schwerpunktsetzung mit starkem Dienstleistungsanteil (produktionsorientiert).

Die Erschließung des Quartiers erfolgt von Westen über den Tempelhofer Damm und von Süden über eine neue Brücke zur Oberlandstraße. Machbarkeitsstudien für die geplante Brücke zur Oberlandstraße und für den neuen S-Bahnhof sind in Bearbeitung. Auf dem Baufeld 4 ist die Ansiedlung eines zweiten ZOB (Zentraler Omnibus-Bahnhof) vorgesehen (s. Abbildung 30).

Die Gesamtfläche des Quartiers beträgt 29,0 ha, die Nettobaufläche 22,0 ha. Bei einer GFZ von 1,4 werden ca. 310.000 m² Bruttogeschossfläche geschaffen. Die B-Planung soll 2012-2015 stattfinden. Baubeginn für die Haupteerschließung inkl. Brücke ist 2013, an 2017 wird mit einem Beginn der Grundstücksverkäufe gerechnet (Datengrundlage Nr. 11).



Abbildung 30: Entwicklungskonzept Gewerbegebiet Südring, Stand August 2011

4.5.5 Bildungsquartier Tempelhofer Damm

Am Tempelhofer Damm soll ein Bildungsquartier entstehen mit dem Neubau der Zentral- und Landesbibliothek (ZLB) als Ankerinvestition. In den Koalitionsverhandlungen zwischen SPD und CDU wurde der Neubau der ZLB auf der Tempelhofer Freiheit inzwischen beschlossen.

Vorgesehen ist ein etwa 63.000 m² großer Bibliotheksneubau im südwestlichen Areal der Tempelhofer Freiheit, mit Anschluss an den U- und S-Bahnhof Tempelhof und Zugang zum Park (www.tempelhoferfreiheit.de).

Für die anderen Baufelder (Abbildung 31) ist ein Mischgebiet mit 25% Wohnanteil vorgesehen (Datengrundlage Nr. 11). Die Anbindung erfolgt über den Tempelhofer Damm.

Die Gesamtfläche des Quartiers beträgt 23,3 ha, davon sind 2,6 ha Sondergebiet für die ZLB. Das Mischgebiet hat eine Nettobaufläche von 7,8 ha. Bei einer GFZ von 2,5 resultiert eine Bruttogeschossfläche von 194.000 m², davon 48.000 m² für Wohnen. Vorgesehen sind 480 WE/960 EW.



Abbildung 31: Entwicklungskonzept Bildungsquartier Tempelhofer Damm, Stand August 2011

4.5.6 Gesundheitsquartier Columbiadamm

Das Quartier soll ein Leuchtturmprojekt für die Gesundheitsmetropole Berlin werden. Vorgesehen sind Angebote der Prävention, Rehabilitation und medizinischer Wellness (SenStadt, 2010). Konkretere Planungen sind derzeit allerdings nicht bekannt. Das Gesundheitsquartier Columbiadamm soll integraler Bestandteil der IGA-Konzeption werden.

Gemäß des Entwicklungskonzeptes (Datengrundlage Nr. 11) wird die Nettobaufläche ca. 12,0 ha, die Bruttogeschossfläche insgesamt 146.000 m² betragen, bei einer Gesamtfläche von 19,5 ha. Die B-Planung soll 2011-2013 stattfinden. Der Baubeginn für die Erschließung ist für 2014 vorgesehen. Die Anbindung erfolgt über den Columbiadamm.

Für die Baufelder 3 und 4 (Abbildung 32) ist ab 2017 optional eine Wohnbebauung geplant. Für diesen Bereich ist eine Nettobaufläche von 3,3 ha mit einer Bruttogeschossfläche von 50.000 m² vorgesehen. Zu erwarten sind ca. 500 WE / 1.000 EW (Datengrundlage Nr. 11).

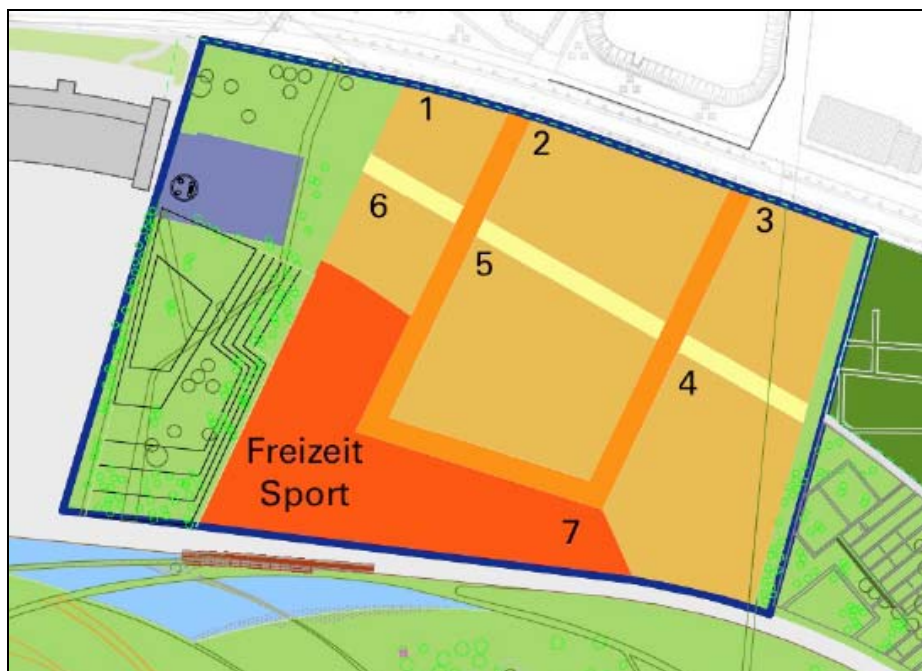


Abbildung 32: Entwicklungskonzept Gesundheitsquartier Columbiadamm, Stand August 2011

5 Wasserwirtschaftliche Konzepte für die Quartiere der Tempelhofer Freiheit

5.1 Flughafengebäude (luftseitig) & Parklandschaft

5.1.1 Zielstellung

Gemäß Aufgabenstellung soll das Wassermanagementkonzept die Realisierung und den Betrieb der wasserwirtschaftlich relevanten Entwurfsinhalte des Siegerentwurfs zur Entwicklung der Parklandschaft unter ökologischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten sinnvoll und effizient ermöglichen. Zur Abstimmung von Parkplanung und Wassermanagement fanden deshalb mehrere Gespräche zwischen gross.max, GrünBerlin als Auftraggeber und IPS statt. Die Überlegungen für das Wassermanagement für dieses Quartier bauen auf der Studie zur „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“ (Datengrundlage Nr. 3) auf.

5.1.2 Grundlagen

Die derzeitige Entwässerungssituation der luftseitigen Flächen des Flughafengeländes (Hangar, Vorfeld, Taxiway) wurde bereits in der Studie zur „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“ (Datengrundlage Nr. 3) ausführlich beschrieben. Eine Übersicht zeigt Abbildung 33.

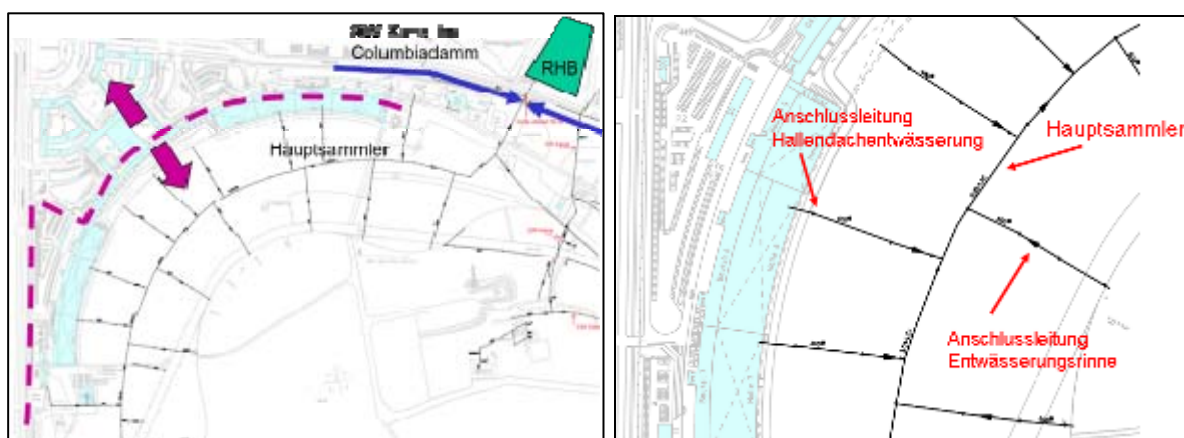


Abbildung 33: Derzeitige Entwässerung der luftseitigen Flächen

Die Flächenbilanz der luftseitig entwässernden Flächen zeigt Tabelle 5. Die außerhalb der Quartiersgrenzen liegenden Flächen des Taxiways sind darin nicht berücksichtigt.

Tabelle 5: Flächenbilanz luftseitige Flächen des Flughafens

Fläche	m ²	ha	Anteil
Dachfläche, Hangar	65.440	6,5	19%
Vorfeld, innerer Bereich	154.700	15,5	45%
Vorfeld, äußerer Bereich	98.300	9,8	29%
Vorfeld, gesamt	253.000	25,3	74%
Flächen im landseitigen Bereich Süd-West, die zum Hauptsammler hin entwässern	24.486	2,4	7%
Summe luftseitige Flächen	342.926	34,3	100%

5.1.3 Variante THF_0: Beibehaltung der bestehenden Entwässerung

Die Beibehaltung der bisherigen Entwässerung für die luftseitigen Flächen des Flughafens stellt die „Nullvariante“ für den Variantenvergleich dar. Auf die damit verbundene Verlagerung des RHB wird in Abschnitt 5.2 näher eingegangen.

Notwendige Änderungen an den Entwässerungsleitungen der luftseitigen Flächen sind (bei Beibehaltung der bestehenden Entwässerung) derzeit nicht erkennbar. Der Hauptsammler ist wie bereits in Abschnitt 4.4.3.3 ausführlich dargelegt in einem guten Zustand. Über den baulichen Zustand der sonstigen Leitungen und Rinnen liegen keine Unterlagen vor.

Hinsichtlich der Betriebskosten ist das derzeitige Niederschlagswasserentgelt von Bedeutung.

5.1.4 Variante THF_1: Abkopplung & Umnutzung des Hauptsammlers

Im Rahmen der Studie zur „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“ (Datengrundlage Nr. 3) wurde bereits eine Lösung für die Abkopplung der Dach- & Vorfeldflächen entwickelt. Diese Variante besteht aus folgenden Bausteinen:

- Abkopplung der Vorfeldflächen
- Beibehaltung der bestehenden Dachentwässerung (Anschluss an den Hauptsammler)
- Umnutzung des vorhandenen Hauptsammlers in eine Zisterne

Die Variante THF_wurde in Abstimmung mit GrünBerlin durch gross.max aufgegriffen und in die Landschaftsplanung integriert. Das Ergebnis zeigt Abbildung 34. Danach werden die Abflüsse der Vorfeldflächen ($\sim 75.000 \text{ m}^3/\text{a}$) in das Wasserbecken eingeleitet. Die Dachabflüsse bleiben an den Hauptsammler angeschlossen (eine Abkopplung wäre technisch sehr aufwendig), der aber vom öffentlichen Regenwasserkanal getrennt und in eine Zisterne umfunktioniert wird. Die Dachflüsse ($\sim 30.000 \text{ m}^3/\text{a}$) können dann über eine Pumpe für die Nachspeisung des Wasserbeckens in Trockenzeit, aber auch für andere Bewässerungszwecke und als Betriebswasser genutzt werden.

Die Abkopplung der Vorfeldflächen kann relativ einfach realisiert werden. Dazu müssen die Verbindungen der mittig im Vorfeld verlaufenden Entwässerungsrinne vom Hauptsammler getrennt werden. Die Abflüsse des Vorfeldes werden dann über neu zu verlegende, dem Gefälle folgende Entwässerungsrinnen in Richtung Grünfläche bzw. neu geplante Kanal geleitet werden.

Das Detail des Übergangs zwischen Vorfeld und neu geplantem Kanal wurde bereits mit GROSS.MAX weiter entwickelt. Ein Vorschlag zeigt Abbildung 35. Der Zufluss zur Wasserfläche erfolgt dabei über einen Grünstreifen, der die Abflüsse reinigt. Nach sehr starken Niederschlägen oder in feuchten Perioden wird das Überschusswasser versickert (s. Versickerungszone in Abbildung 34 rechts).

Die Umnutzung des Hauptsammlers ist wie bereits in Abschnitt 4.4.3.3 beschrieben aus bautechnischer Sicht möglich. Dazu wäre der Kanal an einer geeigneten Stelle zu verfüllen und eine Pumpenanlage einzubauen. Aufgrund der großen Speicherwirkung kann die Pumpenleistung gering ausfallen, z.B. mit $Q_{\text{pump}}=50 \text{ l/s}$ ($180 \text{ m}^3/\text{h}$), was bei $30.000 \text{ m}^3/\text{a}$ eine mittlere Pumpenlaufzeit von ca. 170 h/a bedeutet. Die Energiekosten betragen ca. 400 €/a (bei 0,25 €/kWh).

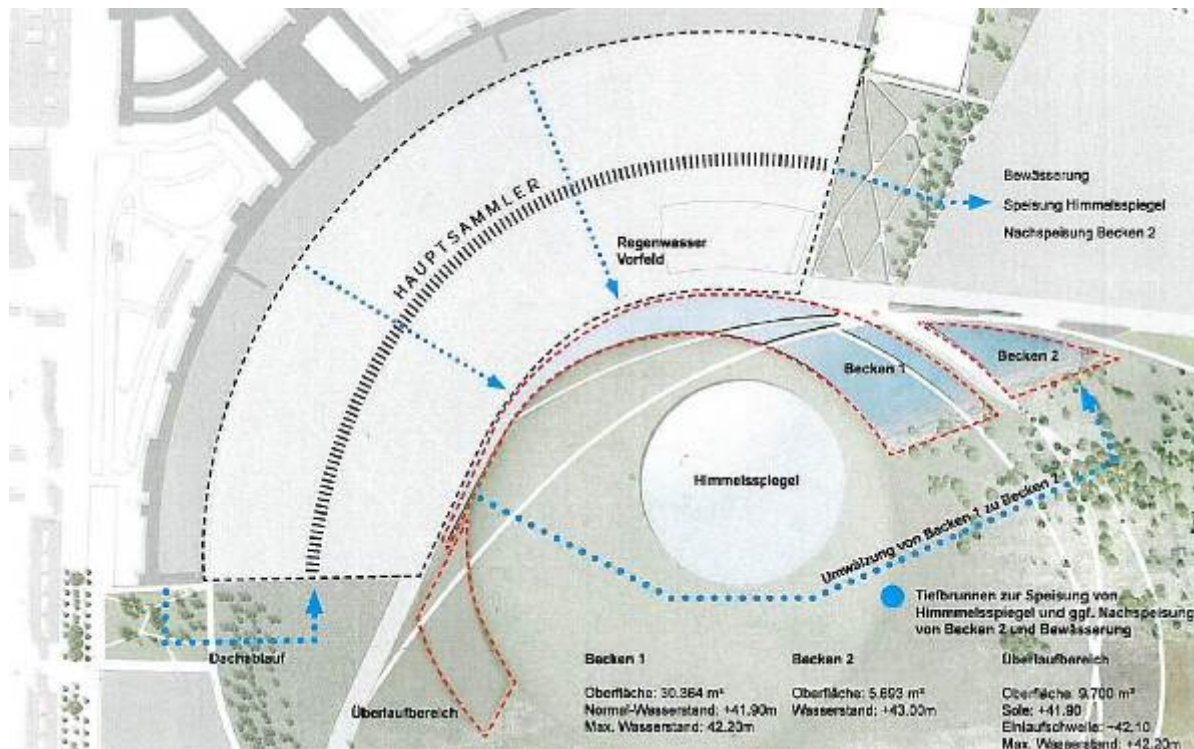


Abbildung 34: Wasserkonzept Parklandschaft (Quelle: Gross.Max)

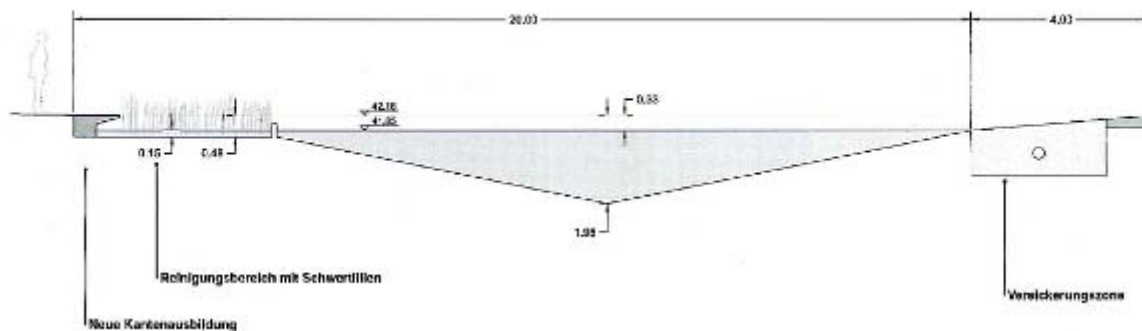


Abbildung 35: Querschnitt durch den geplanten „Kanal“ (Quelle: GROSS.MAX)

Tabelle 6 zeigt eine Zusammenstellung der Kosten für die Umstellung der Regenwasserbewirtschaftung (Variante zur Speisung einer Wasserfläche).

Tabelle 6: Kostenschätzung für den Umbau der Entwässerung luftseitig

Pos.	Bezeichnung	Menge	EP	Kosten
1.1	Entwässerungsrinne Vorfeld	7*155=1085 m	500 €	550.000 €
1.2	Versickerungsmulde für das Vorfeld	16.800 m²	15,00 €	250.000 €
1.3	Dränage	600 m m	150 €	100.000 €
2.1	Abdichtung Hauptsammler	1 Stck.		20.000 €
2.2	Pumpwerk (Q=50 l/s)	1 Stck.		30.000 €
Summe (ohne Wasserfläche)				950.000 €

Vorteile dieser Variante THF_1 würden darin bestehen, dass

- ca. 34 ha (!) Fläche mit relativ sauberen Abflüssen vom Kanalnetz abgekoppelt und damit das RHB Lilienthalstraße entlastet wird.
- Durch die Speisung der Wasserfläche (Verdunstung) und die Versickerung des Überschusswassers wird eine Annäherung an die natürliche Wasserbilanz erreicht.
- Mit einer Sammlung der Dachabflüsse stehen $\sim 30.000 \text{ m}^3/\text{a}$ an Regenwasser für eine Nutzung preisgünstig zur Verfügung.
- Die Abkopplung von 34 ha wird eine weitreichende Einsparung bei der Regenwassergebühr bewirken (die genaue Höhe wäre zu verhandeln).

Die Kosten für den Umbau der bestehenden Entwässerung werden auf ca. 1 Mio. €¹ veranschlagt (s. Tabelle 6). Darin enthalten sind die neuen Entwässerungsrinnen, Umbaukosten für den Hauptsammler inkl. Pumpstation sowie die Überlaufgröle. Kosten für die Wasserbecken sind in den Kosten nicht enthalten.

5.1.5 Variante THF_2: Dachbegrünung des Hangars

Eine weitere Option zum Wassermanagement ist die Begrünung der Dachflächen des Hangars. Dachbegrünungen weisen gegenüber herkömmlichen Dacheindeckungen verschiedene Vorteile auf:

- Erhöhung von Rückhalt und Verdunstung
- Erhöhung der Biodiversität
- Schutz/Isolierung im Sommer und Winter

In Bezug auf den Hangar ist zu beachten, dass die Dachflächen unterschiedlich statisch belastbar sind. Zwar liegen keine konkreten statischen Berechnungen zu dieser Fragestellung vor, es ist aber davon auszugehen, dass der höher liegende, ursprünglich als Tribüne gebaute Teil statisch hoch belastbar ist (Abbildung 36). Der auskragende, tiefer liegende Teil der Dachflächen wird dagegen wahrscheinlich nur geringe zusätzliche Lasten aufnehmen können (Abbildung 37).

Weiterhin ist zu bedenken, dass für das Hangardach auch eine Photovoltaik-Anlage vorgesehen ist. Aufgrund der statischen Situation ist im tiefer liegenden Teil eine Abdichtung mit integrierten Solarzellen vorgesehen (Abbildung 37), die eine gleichzeitige Begrünung ausschließt. Im höher gelegenen Teil sind dagegen aufgeständerte Dünnschichtmodule geplant, die durchaus mit einer Dachbegrünung kombiniert werden können. Insofern ist eine Dachbegrünung nur auf dem höher gelegenen Teil (ca. 31.500 m^2) sinnvoll, dafür ist eine intensive Begrünung möglich. Die Kosten dafür können mit ca. 50 €/m^2 bzw. 1.6 Mio. € veranschlagt werden. Die Begrünung des als Tribüne gebauten Teils des Hangars stellt damit eine mögliche Option des Wassermanagements dar. Allerdings werden damit nur ca. 9 % der versiegelten Fläche (luftseitig) erfasst.

¹ Alle Kostenangaben verstehen sich netto ohne Planungskosten und Grundstückserwerb.



Abbildung 36: Dachflächen des Hangars

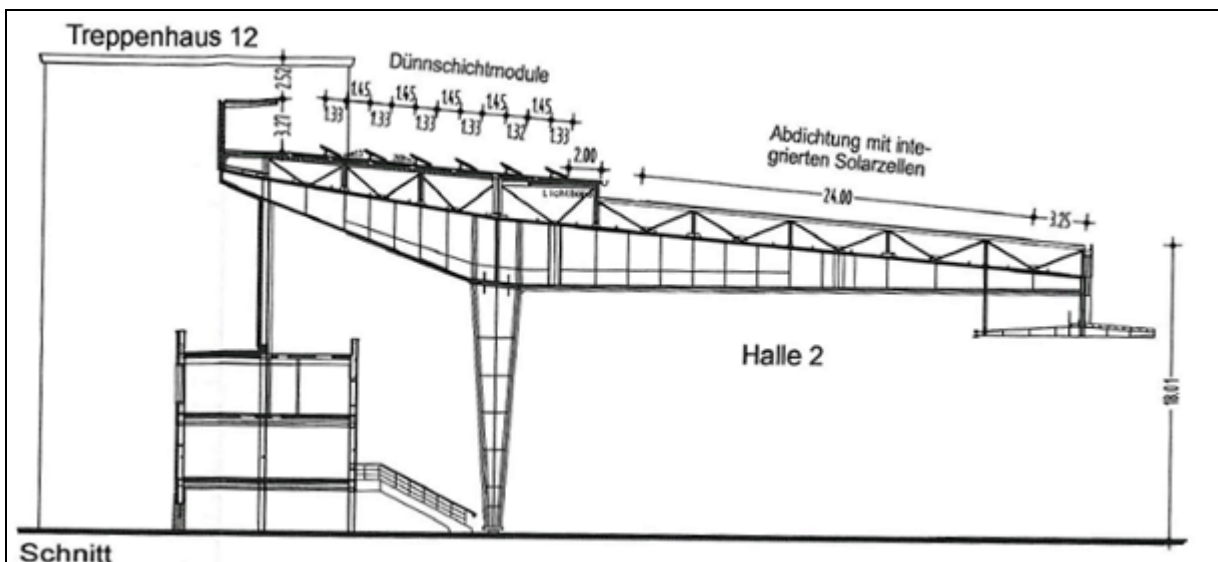


Abbildung 37: Querschnitt durch den Hangar (Quelle: Gneise66)

5.1.6 Bewertung der Varianten

Die Bewertung der Varianten für den luftseitigen Bereich des Flughafens und die Parklandschaft erfolgt gemeinsam mit den landseitigen Flächen im Kontext mit dem RHB Lilienthalstraße (Kapitel 5.2.5).

5.2 Ehemaliges Flughafengebäude (landseitig) & Columbiadamm

5.2.1 Zielstellung

Sowie die luftseitigen Flächen verfügen auch die landseitig entwässernden Flächen des ehemaligen Flughafens über eine funktionierende Entwässerung über den Columbiadamm und das RHB Lilienthalstraße Richtung Landwehrkanal. Aus stadtplanerischen Gründen soll jedoch auf dem jetzigen Standort des RHB Lilienthalstraße ein Sportplatz errichtet werden. Im Rahmen des Konzeptes sind daher Lösungen zu entwickeln, die entweder eine Verlagerung des Beckens enthalten oder den Flächenbedarf soweit reduzieren, dass der Bau eines Sportplatzes möglich wird. Daneben besteht das wasserwirtschaftliche Ziel, die Stoffeinträge in den Landwehrkanal deutlich zu reduzieren.

5.2.2 Grundlagen

Das bestehende Entwässerungssystem für die landseitig entwässernden Flächen wurde bereits in Abschnitt 4.4.3 „Bestehende Wasserinfrastruktur – Regenentwässerung“ erläutert.

Als Grundlage für die Variantenuntersuchungen wurde zuerst die Performance des RHB Lilienthalstraße im heutigen Zustand untersucht. Dazu wurde ein Simulationsmodell mit der Software STORM erstellt und das Einstauverhalten per Langzeitsimulation modelliert. Das Ergebnis (Einstauhöhen in Abhängigkeit der Wiederkehrzeit) zeigt Abbildung 38. Danach ist das RHB Lilienthalstraße gemäß den heutigen Anforderungen deutlich zu groß dimensioniert. Ausreichend wären ca. 21.000 m³ statt der derzeit vorhandenen 53.000 m³). Das Becken könnte also ohne weitere Maßnahmen bereits deutlich verkleinert werden, ohne dass unzulässig häufige Überstauungen eintreten.

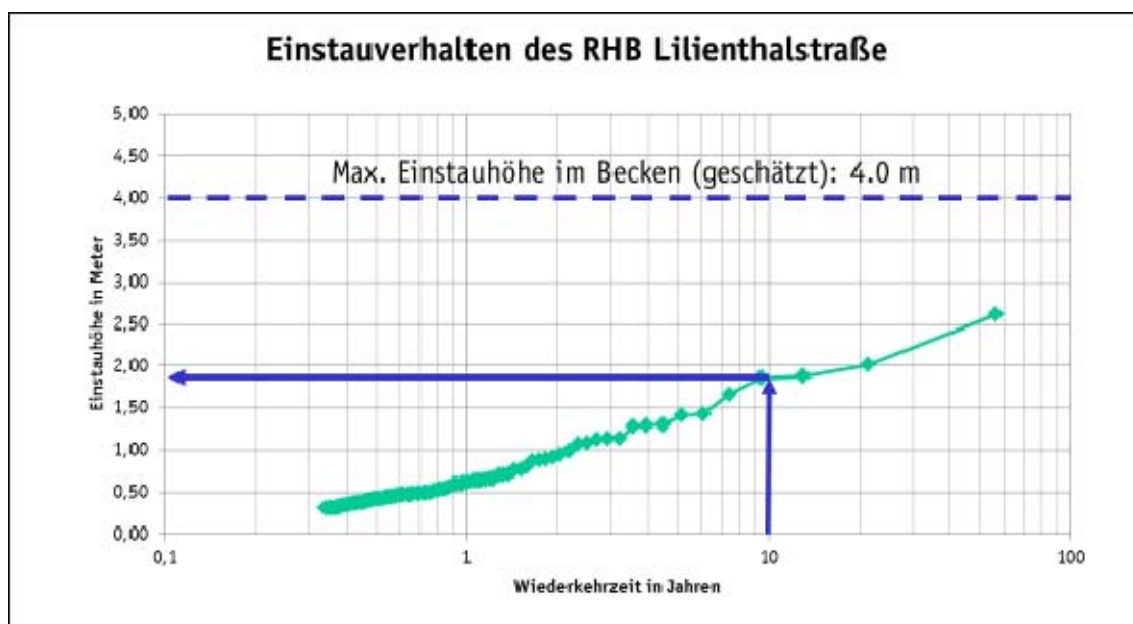


Abbildung 38: Einstauverhalten des RHB Lilienthalstraße

5.2.3 Variante THF_3: Verlagerung des RHB auf das THF-Gelände

5.2.3.1 Voruntersuchungen

Im Auftrag der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Abteilung IID hat die Planungsgemeinschaft Müller-Kalchreuth, Bioplan und IFS Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie im Juni 2009 eine Studie zur „Wasserwirtschaftlichen Beratung zur Nachnutzung des Tempelhofer Felde“ (Datengrundlage Nr. 2) erarbeitet. Neben Vorschlägen für die Wasserver- und Entsorgung sowie die Regenwasserbewirtschaftung für die geplanten städtebaulichen Entwicklungen wurden in der Studie die Möglichkeiten zur Verlegung des Regenrückhaltebeckens Lilienthalstraße von der Fläche nördlich des Columbiadamm/ Lilienthalstraße auf einen Standort auf dem Tempelhofer Feld untersucht.



Abbildung 39: Verlagerung des RHB Lilienthalstraße

Nach der Studie erfordert die Verlegung des Regenrückhaltebeckens verschiedene Maßnahmen:

- Neubau von Regenwassersammlern im Columbiadamm (250 m, DN 500) und einer Anbindung (220 m, DN 1200) an den Hauptsammler des Flughafens
- Bau einer Verbindungsleitung zwischen Hauptsammler und geplantem Versickerungsbecken (220 m, DN 1600) inkl. Auslaufbauwerk
- Neubau eines Versickerungsbeckens mit ca. 41.500 m³ Einstauvolumen.

Die benötigte Grundfläche für das Versickerungsbecken beträgt bei einem angenommenen Kf-Wert von $5 \cdot 10^{-5}$ m/s in etwa 60m x 110 m = 6.600 m². Bei einer Tiefe von 6 m und einer Böschungsneigung von 1:2 resultiert daraus ein Aushubvolumen von ca. 54.000 m³. Die Kosten werden in der Studie mit mind. 5.2 Mio. € angegeben, wobei der Großteil der Kosten für die Umverlegung der Regenwasserkanäle notwendig ist.

Das vorgeschlagene Versickerungsbecken wurde bereits in der Studie „Wasserlandschaft im Tempelhofer Park“ (s. Datengrundlage Nr. 3) sowohl in Bezug auf die Funktionalität (Kolmationsgefahr), aus gestalterischer Sicht sowie hinsichtlich der Kostenannahmen kritisch beurteilt.

5.2.3.2 Variante THF_3a: Beibehaltung der Kanalisation & Verlagerung des RHB

In dieser Variante wird davon ausgegangen, dass die gesamte versiegelte Fläche (59,4 ha, d.h. keine Abkopplung von Flächen gemäß Variante THF_1) über eine Kanalisation in ein neu zu errichtendes Versickerungsbecken an einen Standort südlich des Columbiadammes entwässert. Diese Variante entspricht dem Vorschlag eines zentralen Versickerungsbeckens gemäß Studie Müller-Kalchreuth.

Gemäß der hydrogeologischen Untersuchung von AnalyTech von 2009 (Datengrundlage Nr. 8) stehen an dem vorgesehenen Standort in einer Tiefenlage von 5-6 m unter GOK Sande mit einem kf-Wert von ca. $1 \cdot 10^{-4}$ m/s. Allerdings kann dieser Wert nicht als Eingangswert für die Bemessung verwendet werden, da die Sohle des Versickerungsbeckens bepflanzt wird und die Versickerungsfähigkeit dieser belebten Bodenzone im Laufe der Zeit aufgrund von Feinstoffeinträgen abnimmt. Als Eingangswert für die Bemessung wird deshalb eine Durchlässigkeit von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.

Aus rein hydrologischer Sicht resultiert daraus ein Versickerungsbecken mit folgenden Abmessungen:

- Erforderliches Speichervolumen 30.000 m³
- Sohlfläche (ohne Böschungen) 4.176 m²
- Grundfläche (inkl. Böschungen) 60 x 140 m = 8.400 m²
- Tiefe (max. Einstau 5,0 m) 6,0 m
- Böschungsneigung 1:2
- Aushubvolumen 37.150 m³

Die Tiefe des Beckens resultiert aus der Tiefenlage des Sammlers im Columbiadamm (~ 39,00 m) und dem Geländeniveau am Standort (~ 44,00 m).

Allerdings muss neben der rein hydrologischen Betrachtung auch eine stoffliche Bewertung vorgenommen werden. Abbildung 40 zeigt die durchschnittliche tägliche Verkehrsbelastung (DTV) im Columbiadamm in Kfz/d. Bei einer DTV > 20.000 Kfz/d ist mit einer erheblichen Verschmutzung der Niederschlagsabflüsse zu rechnen.



Abbildung 40: Verkehrsbelastung Columbiadamm (DTV) in Kfz/d (Quelle: UIS Berlin, 2009)

Eine überschlägige Bewertung nach DWA M153 ergibt gemittelte Belastungspunkte (Fläche+Luft) von $B=30$ Punkten. Deutlich geringer verschmutzte (Dach-)Flächen dürfen dabei nach M153 nicht zum Ansatz gebracht werden.

Die sogenannten Gewässerpunkte (GW außerhalb TWSZ), d.h. die zulässige Belastbarkeit des aufnehmenden Gewässers beträgt jedoch nur $G12=10$ Punkte.

Nach DWA M153 ist daher eine Regenwasserbehandlung mit einem Durchgangswert von höchstens $D=0,30$ erforderlich. Für ein Versickerungsbecken bedeutet dies, dass die Versickerung über eine belebte Bodenzone mit einer Dicke (Typ D1) von mind. 30 cm und einem zulässigen Verhältnis $A_u : A_s$ (angeschlossene Fläche zu Sickerfläche) von max. 15:1 zu erfolgen hat.

Ein Verhältnis von $A_u : A_s$ bedeutet aber bei einer angeschlossenen Fläche von 59,4 ha eine erforderliche Sickerfläche von ca. 40.000 m². Die aus rein hydrologischer erforderliche Sickerfläche ist also aus stofflicher Sicht keinesfalls ausreichend, $A_u : A_s$ würde hier bezogen auf die Sohlfläche 140:1 betragen. Im Übrigen ist ein derart großes Verhältnis von angeschlossener Fläche zu Sickerfläche ein sicheres Zeichen für spätere betriebliche Probleme hinsichtlich Kolmation (Verschlammung der Sohlfläche).

Insofern wird für die Variante THF_3a von einer erforderlichen Sickerfläche von 40.000 m² ausgegangen. Die Kosten (bei gleichen spez. Kosten wie in der Studie von 2009) würde sich damit auf ca. 7,5 Mio. € erhöhen. Da am vorgesehenen Standort Altlasten festgestellt worden sind, besteht hier allerdings ein erhebliches Kostenrisiko. Die Kostenschätzung beinhaltet den Kanalbau und den Rückbau des RHB Lilienthalstraße.

Vor- und Nachteile der Variante THF_3a sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Vor- und Nachteile der Variante THF_3a

Vorteile	Nachteile
RHB Lilienthalstraße könnte komplett rückgebaut werden	Hohe Kosten: Kostenschätzung Müller-Kalchreuth 5.20 Mio. € Kostenschätzung IPS 7.50 Mio. €
Keine Abflüsse mehr in den Landwehrkanal	Am vorgesehenen Standort sind Altlasten festgestellt => Kostenrisiko
	Sicherheit Ästhetik (Tiefe 5 m, Böschungsneigung 1:2) => Auswirkungen auf die Parkplanung
	Zuständigkeit unklar (BWB/THF) => Gebühren?
	Verschiebung von Ableitung => Versickerung keine wesentliche Erhöhung der Verdunstung => Wasserbilanz wird nicht verbessert

5.2.3.3 Variante THF_3b: Verlagerung RHB mit Abkopplung Hangar/Vorfeld

Variante THF_3b ist eine Kombination von Variante THF_1 (Abkopplung von Hangar- und Vorfeldflächen) mit Variante THF_3a (zentrales Sickerbecken auf THF-Gelände).

Die versiegelte Fläche würde hier nur noch 25,1 ha betragen, d.h. 42% der ursprünglich angeschlossenen Fläche von 59,4 ha. Dadurch könnte das Sickerbecken erheblich kleiner ausgeführt werden. Ansonsten bleiben die für Variante THF_3a geltenden Randbedingungen die gleichen.

Aus den stofflichen Restriktionen ($A_u : A_s$ max. 15:1) resultiert ein Versickerungsbecken mit einer Sickerfläche von ca. 17.000 m². Die Kosten für Variante THF_3b betragen schätzungsweise 6.6 Mio. €.

Hinsichtlich der Vor- und Nachteile entspricht diese Variante der Variante THF_3a (Tabelle 7).

5.2.3.4 Variante THF_3c: Verlagerung RHB mit vorgeschaltetem Bodenfilter

Prinzipiell wäre es auch möglich, dem Versickerungsbecken eine Reinigungsanlage vorzuschalten. Damit würde der Flächenbedarf deutlich reduziert (dass stoffliche Kriterium in Variante THF_3a&3b würde entfallen) und auch die Gefahr der Kolmation würde vermindert.

Als eine mögliche Reinigungsanlage würde z.B. ein technischer Bodenfilter (RBF) in Frage kommen. Hierfür werden aufgrund der Erfahrungen mit vergleichbaren Anlagen in Berlin (Biesdorf, Halensee, Adlershof) erforderliche Filterflächen von 75 m² pro ha angeschlossene Fläche und Kosten von ca. 1.000 €/m² Filterfläche angesetzt.

Tabelle 8: Daten der Variante THF_3c

	Variante THF_3c1	Variante THF_3c2
Angeschlossene Fläche:	59,4 ha	25,1 ha
Benötigte Filterfläche	4.500 m ²	1.900 m ²
Kosten des RBF	4.5 Mio. €	1.9 Mio. €
Kosten der Variante (inkl. Sickerbecken)	9.6 Mio. €	7.6 Mio. €

Die sonstigen Vor- und Nachteile entsprechen denen der Varianten THF_3a bzw. THF_3b.

5.2.4 Variante THF_4: Verkleinertes RHB am derzeitigen Standort

Eine grundsätzlich andere Herangehensweise führt zu der Variante THF_4 mit ihren verschiedenen Untervarianten.

5.2.4.1 Variante THF_4a: Abkopplung und verkleinertes RHB

Ausgehend von Variante THF_1, in der die angeschlossene Fläche bereits von 59.4 auf 25.1 ha reduziert wird und der Erkenntnis, dass das RHB Lilienthalstraße bereits im heutigen Zustand deutlich überdimensioniert ist (s. Abschnitt 5.2.2), wurde in Variante THF_4a untersucht wie groß das verbleibende Rückhaltebeckenvolumen eigentlich noch sein müsste. Dabei ist zu berücksichtigen, dass der vorhandene Drosselabfluss des RHB von 400 l/s erhalten bleibt und sich damit die spezifische Drosselleistung (Abfluss pro Fläche) von derzeit 6,7 l/(s ha) deutlich auf ca. 16 l/(s ha) erhöhen würde (Abbildung 41).

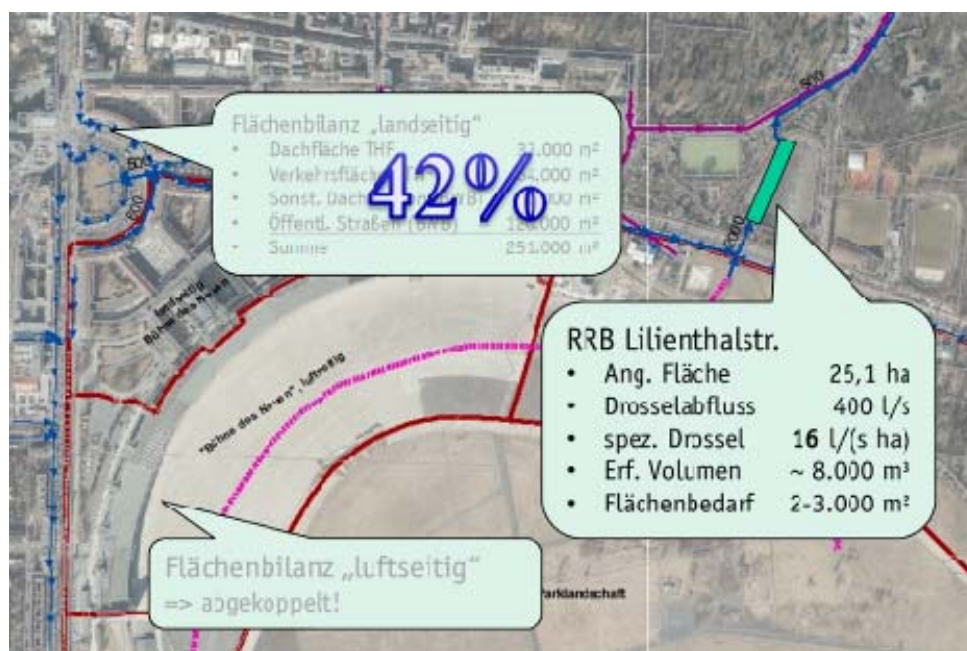


Abbildung 41: Schematische Darstellung von Variante THF_4a

Eine Langzeitsimulation des verkleinerten Beckens ergibt ein erforderliches Rückhaltevolumen von nur noch ca. 8.000 m³ (gegenüber derzeit 53.000 m³). Bei einer möglichen Einstautiefe von ca. 4 m resultiert daraus ein Flächenbedarf je nach Böschungsneigung von ca. 2.000 – 3.000 m². Damit stünden von der Grundfläche des RHB Lilienthalstraße (derzeitig 16.000 m²) ungefähr 80-90 % (13-14.000 m²) für eine Sportplatzentwicklung zur Verfügung.

Das erforderliche Volumen könnte auch in lang gestreckter Form eines Retentionsgrabens bereitgestellt werden. Abbildung 42 zeigt eine mögliche Einordnung eines Sportplatzes bei dieser Variante (auf Grundlage eines Schrägluftbildes, www.bing.de). Ob diese Variante tatsächlich die städtebaulichen Erfordernisse erfüllt, soll in einem separaten Auftrag durch einen Landschaftsplaner geprüft werden.



Abbildung 42: Mögliche Einordnung eines Sportplatzes bei Variante THF_4a

Die Kosten für Variante THF_4a wären deutlich geringer als bei einer Beckenverlegung gemäß Variante THF_3:

- | | |
|---|-----------------|
| • Abkopplung von Hangar und Vorfeldflächen (obligatorisch, s. Variante THF_1) | 1,0 Mio. |
| • <u>Rückbau auf verkleinertes RHB</u> | <u>2,0 Mio.</u> |
| • Summe | 3,0 Mio. |

Ein weiterer Vorteil wäre, dass kein Flächenbedarf auf dem THF-Gelände und insofern auch keine direkte Verknüpfung mit der Parkplanung entsteht.

Nachteil der Variante THF_4a ist, dass die Abflüsse durch das verkleinerte Rückhaltebecken zwar gedrosselt aber nicht gereinigt würden. Es würden damit weiterhin recht hohe Stoffeinträge in den Landwehrkanal erfolgen. In den nachfolgend dargestellten Varianten 4b & 4c wird deshalb aufgezeigt, wie dieser Nachteil durch eine Regenwasserbehandlung vermindert werden kann.

5.2.4.2 Variante THF_4b1: Abkopplung & verkleinertes RHB & zentrale Behandlung

Dem Nachteil der Variante THF_4a einer fehlenden Reinigung kann durch die Anordnung einer zentralen Regenwasserbehandlungsanlage begegnet werden.

Ein Bodenfilter für die verbleibenden 25,1 ha hätte einen Flächenbedarf (bei 75 m²/ha) von ca. 2.000 m². Eine mögliche Anordnung zeigt Abbildung 43.

Die Beschickung des Bodenfilters könnte über Pumpen (Auslegung für eine kritische Regenspende von $r_{krit} = 15 \text{ l/(s ha)}$) erfolgen. Der Bemessungsabfluss würde demnach ca. 380 l/s betragen.

Vorteile dieser Variante THF_4b wären

- Eine weitgehende Behandlung der verbleibenden Abflüsse (die allerdings unspezifisch erfolgt, da auch unbelastetes RW mit gereinigt wird)
- Ein relativ unproblematischer Betrieb durch die BWB, die umfassende Erfahrungen mit Bodenfiltern haben.

Nachteile wären

- die relativ hohen Kosten (1250 €/m² Filter => 2.5 Mill.)
- keine Verbesserung des Wasserhaushalts für die verbleibenden 25,1 ha (für die abgekoppelten 34 ha Hangar und Vorfeld gelten die Vorteile von Variante THF_1)
- der Energieverbrauch durch Pumpen (~ 5000 kWh/a => 1.260 €/a bei 0,25 €/kWh)



Abbildung 43: Variante THF_4b1 mit zentralem Retentionsbodenfilter

5.2.4.3 Variante THF_4b2: Abkopplung & verkleinertes RHB & dezentrale Behandlung

Alternativ zu einer zentralen Regenwasserbehandlungsanlage kann die Reinigung der Regenwasserabflüsse (insbesondere der vom Columbiadamm) auch dezentral erfolgen. Es gibt inzwischen zahlreiche Anbieter am Markt (Sommer et. al. 2009).

Eine Möglichkeit sind sogenannte Straßenablauffilter, die die verunreinigten Straßenabflüsse an Ort und Stelle behandeln. Ein Beispiel dafür zeigt Abbildung 44. Derartige Innolet-Filter haben den Vorteil, dass keine Baumaßnahmen erforderlich sind, die Filter können in die vorhandenen Straßenabläufe eingesetzt werden. Weitere Systeme zur dezentralen Regenwasserbehandlung zeigt Tabelle 9 ohne Anspruch auf Vollständigkeit.



Abbildung 44: Innolet-Filter (Bezugsquelle: www.funkegruppe.de)

Tabelle 9: Durchgangswerte verschiedener dez. RW-Behandlungssysteme

System	Anbieter	Durchgangswert gemäß Anbieter	Quelle
RAUSIKKO®-Sedimentation	REHAU AG & Co.	D=0,35...0,65	LANUV
Sedimentationsanlage MSA	Mall GmbH	D=0,20...0,35	LANUV
Lamellenklärer MLK	Mall GmbH	D=0,20...0,35	LANUV
Sedi®-pipe	Fränkische Rohrwerke	D=0,35	LANUV
Sedi®-substrator	Gebr. Kirchner GmbH & Co. KG	D=0,20	LANUV
HydroClean	REHAU AG & Co.	D=0,20	Hersteller
Innolet	Funke Kunststoffe GmbH	D=0,50	IKT
INNODRAIN®-System	Mall GmbH	D=0,45	M153
D-Rainclean®-Sickermulde	Funke Kunststoffe GmbH	Einbauabhängig	Hersteller

Für die Systeme liegen unterschiedliche Zulassungen / Prüfungsbescheide vor. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es derzeit für die Regenwasserbehandlung noch kein amtliches DIBT-Zulassungsverfahren gibt. Das bestehende DIBT-Zulassungsverfahren bezieht sich nur auf die Vorreinigung vor Versickerung und ist damit für die hier vorliegende Situation (Behandlung vor Einleitung in ein Gewässer) nicht zutreffend.

Bei Verwendung des Innolet-Systems wären ca. 500 Filter erforderlich (anschließbare Fläche je Filter ca. 250 m²). Die Kosten hierfür betragen ca. 1.500 €/Stck, insgesamt also etwa 750.000 €. Die Betriebskosten betragen ca. 130 €/a/Stck. (4 Wartungen + 1 mal Austausch Filtermaterial pro Jahr).

Vorteile dieser Variante THF_4b.2 wären

- Eine gezielte Behandlung entsprechend der Verschmutzung
- die relativ geringen Kosten (750.000 €)
- kein Energieverbrauch durch Pumpen

Nachteile wären

- keine Verbesserung des Wasserhaushalts für die verbleibenden 25,1 ha (für die abgekoppelten 34 ha Hangar und Vorfeld gelten die Vorteile von Variante THF_1)
- unklare Zuständigkeiten beim Betrieb der Anlagen (BWB/BSR ?)

5.2.4.4 Variante THF_4c: Abkopplung & dezentrale Bewirtschaftung

Schließlich gäbe es auch die Möglichkeit auf eine sehr weitgehend dezentrale Bewirtschaftung der Regenwasserabflüsse zu setzen. Allerdings ist es für einen funktionsfähigen Betrieb des bestehenden Kanalnetzes ohne das RHB Lilienthalstraße nicht erforderlich, die gesamte versiegelte Fläche abzukoppeln.

In der Variante THF_4c wurde untersucht, welche Fläche ohne das RHB Lilienthalstr. über die bestehende Leitung entwässert werden kann. Dabei ist zu berücksichtigen, dass mit dem vorhandenen Sammler im Columbiadamm ein Stauvolumen von ca. 1.200 m³ auch weiterhin zur Verfügung steht und im Zuge der Verfüllung des RHB ohne großen Aufwand ein Staukanal mit einem Volumen von weiteren ca. 800 m³ gebaut werden könnte.

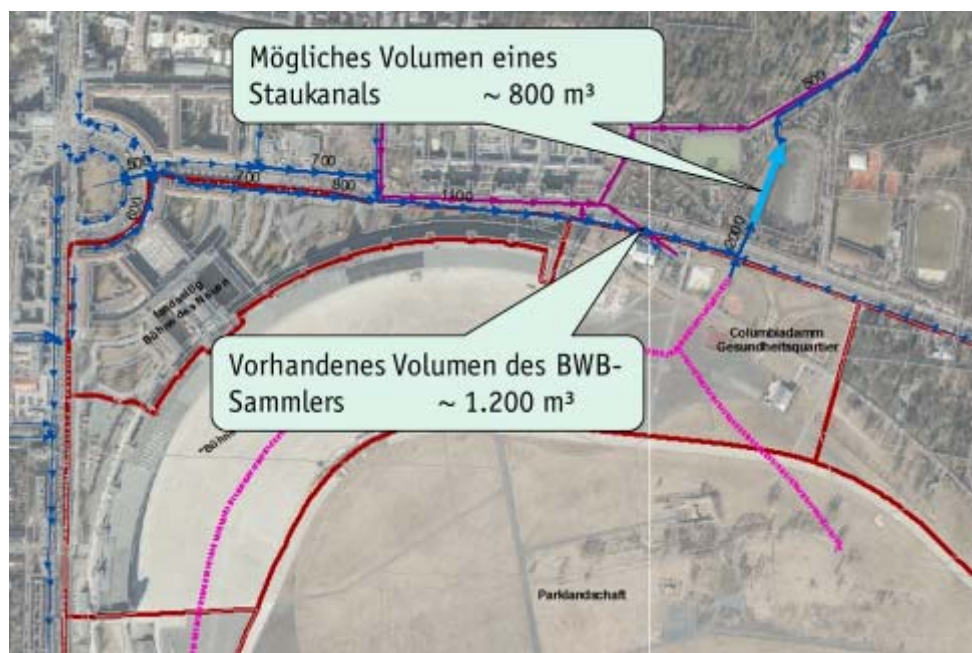


Abbildung 45: Schematische Darstellung von Variante THF_4c

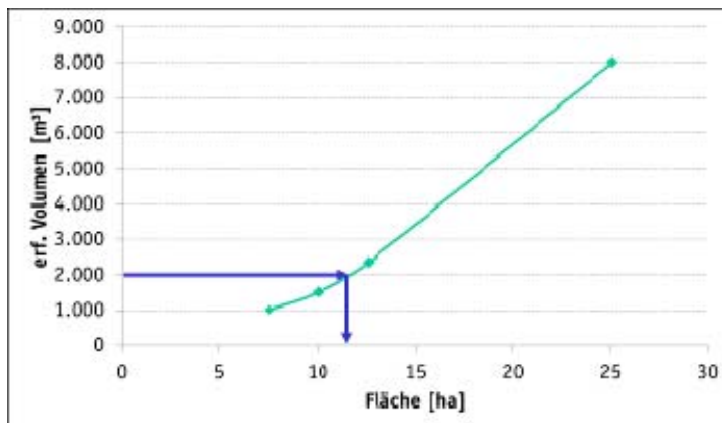


Abbildung 46: Benötigtes Stauvolumen in Abhängigkeit der angeschlossenen Fläche

Um die o.a. Frage zu beantworten, wurde mit dem Simulationsmodell die angeschlossene Fläche schrittweise verkleinert und das jeweils erforderliche Rückhaltevolumen bestimmt. Das Ergebnis der Berechnung zeigt Abbildung 46. Danach könnten bei einem Volumen von 2.000 m³ (das wäre auch ohne RHB Lilienthalstraße noch verfügbar) ca. 12 ha weiterhin über die bestehende Leitung entwässert werden. Das RHB Lilienthalstraße könnte dann komplett verfüllt werden.

Im Umkehrschluss müssten von den 25,1 ha versiegelte Fläche weitere 13 ha oder ca. 50% abgekoppelt werden um diese Variante zu ermöglichen. Im Rahmen des Projektes wurden darauf die angeschlossenen Flächen bewertet, ob eine Abkopplung möglich ist. Dabei wurden verschiedene technische Möglichkeiten in Erwägung gezogen.

1. Für die Dachflächen wurden eine nachträgliche Begrünung geprüft: Abbildung 47 zeigt Beispiele und mögliche geeignete Dachflächen auf dem THF-Gelände.
2. Hof-, Verkehrs- und Dachflächen wurde daraufhin untersucht, ob ein nachträglicher Anschluss an Versickerungsanlagen möglich ist (Abbildung 48).
3. Straßenflächen wurden hinsichtlich ihrer Eignung für dezentrale Systeme wie Innodrain (Abbildung 49 und Abbildung 50) oder Innolet (s. Variante THF_4b2) untersucht.

Das Ergebnis einer Ortsbegehung und luftbildgestützten Auswertung zu den Abkopplungspotenzialen im Bereich THF (landseitig) & Columbiadamm zeigt Abbildung 51. Danach wäre eine Abkopplung von ca. 13 ha durchaus technisch machbar.

Die Kosten können derzeit nur über einen groben Flächenansatz abgeschätzt werden. Bei mittleren Kosten von ca. 25 €/m² für eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung resultieren für 13 ha Kosten von ca. 3,25 Mio. Die Kosten für Variante THF_4c betragen damit inkl. der Abkopplung von Hangar und Vorfeld und einem Rückbau des RHB ca. 6,25 Mio. €.



Abbildung 47: Dachbegrünung (links: Beispiele, rechts: Dachflächen auf dem THF-Gelände)



Abbildung 48: Beispiel für eine abgekoppelte Dachfläche (Krankenhaus Friedrichshain)



Abbildung 49: Innodrain-Elemente im westlichen Columbiadamm (Fotomontage)



Abbildung 50: Innodrain-Elemente im östlichen Columbiadamm (Fotomontage)

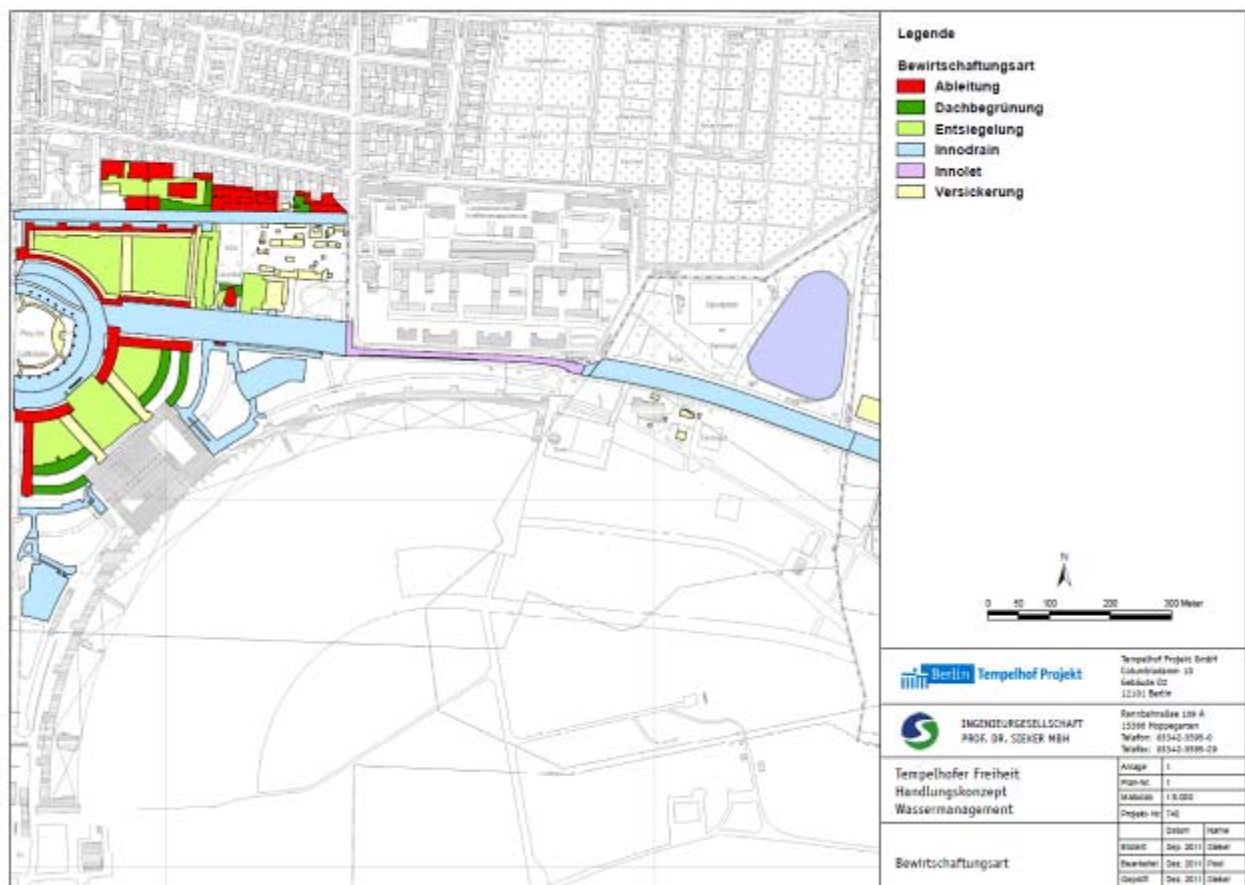


Abbildung 51: Abkopplungspotenziale im Bereich THF (landseitig) & Columbiadamm

Vorteile einer weitgehend dezentralen Bewirtschaftung des Regenwassers sind:

- Reinigung der Regenwasserabflüsse entsprechend der Verschmutzung
- Annäherung an den natürlichen Wasserhaushalt => Erhöhung der Verdunstung
- Kein Flächenbedarf auf THF-Gelände
- Rückbau des RHB ist vollständig möglich => Flächenverfügbarkeit für Sportplatz
- Weitgehende Reduzierung der Regenwassergebühr

Nachteile sind eine sehr kleinteilige Planung und Umsetzung. Außerdem ist die Mitwirkung Dritter erforderlich (DWD, WSA, BWB).

5.2.5 Bewertung der Varianten

Entsprechend der in Abschnitt 3.3 erläuterten Methodik der Variantenbewertung wurden die verschiedenen Optionen zur Regenwasserbewirtschaftung im Bereich Flughafengelände (land- und luftseitig) und Columbiadamm in einer „Stiftung Warentest Tabelle“ gegenübergestellt.

Tabelle 10: Variantenbewertung für den Bereich Flughafengelände und Columbiadamm

Variante	THF 0	THF 1	THF 2	THF 3a	THF 3b	THF 3c	THF 4a	THF 4b.1	THF 4b.2	THF 4c
Kurzbeschreibung	Ist-Zustand	Abkopplung Hangar & Vorfeld	Dachbegrünung	Zentrales Sickerbecken ohne Abkopplung	Zentrales Sickerbecken mit Abkopplung	Zentrales Sickerbecken mit Bodenfilter	Abkopplung & verkleinertes RHB	Abkopplung & verkleinertes RHB & zentrale Behandlung	Abkopplung & verkleinertes RHB & dezentrale Behandlung	Abkopplung & dez. Bewirtschaftung
Stoffrückhalt LWK	--	+-	-	++	++	++	--	++	+	+
Wasserbilanz	-	+-	+-	-	+-	-	+-	+-	+-	++
Flächenbedarf THF-Gelände	++	++	++	--	-	-	++	++	++	++
Flächenbedarf Sportplatz	--	--	--	++	++	++	+-	+-	+-	++
Energieverbrauch	++	+	++	++	++	++	+	+-	+	++
Invest.-Kosten in Mio. €	0	1,0	1,6	7,5	5,1	9,7	3,0	5,5	3,7	6,2
Gebühren in T€	500*	195	438	?	?	?	195	195	195	< 100

5.3 Wohngebiet Oderstraße

5.3.1 Grundlagen

5.3.1.1 Wasserbedarf

Der Wasserbedarf von geplanten Wohngebieten lässt sich über die Bruttogeschossfläche bzw. die Einwohnerzahl abschätzen. Für das Wohngebiet Oderstraße sind ca. 1.200 WE mit 2.400 EW geplant.

Zusätzlich ist noch der Wasserbedarf für die geplante „soziale Infrastruktur“ zu berücksichtigen. Dieser kann nach DVGW W 410 über die Schüler + Lehrer-Zahl (SL) abgeschätzt werden, die hier mit 500 angenommen wird.

Pro Einwohner und Tag wird ein Wasserbedarf von 115 l angesetzt. Der Wasserbedarf in Schulen wird mit 10,0 l/(SL d) abgeschätzt. Daraus errechnet sich ein Wasserbedarf von ca. $Q_{dm}=280 \text{ m}^3/\text{d}$. Der jährliche Wasserverbrauch beträgt damit ca. $100.000 \text{ m}^3/\text{a}$. Der stündliche Spitzenbedarf wird über einen Spitzenfaktor berechnet und beträgt ca. 20 l/s.

5.3.1.2 Schmutzwasseranfall

Der Schmutzwasseranfall (bei konventioneller Entwässerung im Trennsystem) entspricht im Mittel näherungsweise dem Wasserbedarf. Der tägliche Schmutzwasserabfluss wird demnach mit $280 \text{ m}^3/\text{d}$, der Jahresschmutzwasserabfluss mit $100.000 \text{ m}^3/\text{a}$ abgeschätzt. Der stündliche Spitzenabfluss wird nach DWA A 118 über einen sogenannten Stundenwert (in Großstädten 1/16) berechnet. Der maßgebende Schmutzwasserabfluss beträgt somit $Q_H=280/16=17,5 \text{ m}^3/\text{h}=5 \text{ l/s}$.

Für die Bemessung von Schmutzwasserleitungen und -pumpwerken ist darüber hinaus nach DWA A118 ein Fremdwasserabfluss bei Trockenwetter in der Größenordnung von 0,05 bis 0,15 l/(s ha) anzusetzen. Für das Wohngebiet Oderstraße wird ein Fremdwasserabfluss von $Q_F=24 \text{ ha} \cdot 0,1 \text{ l/(s ha)}=2,4 \text{ l/s}$ berücksichtigt. Ein „unvermeidbarer Regenabfluss im Schmutzwasserkanal“ (nach A118) wird nicht berücksichtigt.

Der für die Bemessung von Schmutzwasserkanälen maßgebende Abfluss Q_T beträgt somit:

$$Q_T = Q_H + Q_F = 5,0 + 2,4 = 7,4 \text{ l/s.}$$

5.3.1.3 Regenwasserdargebot

Der Regenwasseranfall im Wohngebiet Oderstraße basiert auf einer Abschätzung der Flächenbilanz (Tabelle 19). Unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen (grün hinterlegte Felder in Tabelle 19) beträgt die versiegelte Fläche insgesamt ca. 145.000 m^2 .

Das Regenwasserdargebot zeigt Tabelle 12. Der Spitzenabfluss würde beim 1-jährlichen Bemessungsregen ($r_{15,1} = 115 \text{ l/(s ha)}$) ca. $1.7 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen.

Tabelle 11: Flächenbilanz Wohngebiet Oderstraße

Flächenbilanz			
Gesamtfläche Quartier		24 ha	
<i>Baugrundstücke</i>	Wohnen	Soziale Infrastr.	Gesamt
Nettobaufläche	9,5	1,8	11,3 ha
GRZ	0,6	0,5	
Dachfläche	57.000	9.000	66.000 m ²
Max. Versiegelungsgrad	80%	60%	
Sonstige versiegelte Fläche (Grundstücke)	19.000	1.800	20.800 m ²
Grundstücksfläche, unversiegelt	19.000	7.200	26.200 m ²
<i>Verkehrsflächen</i>			
Länge der Straßen, Haupteerschließung		390 m	
Straßenraumbreite, Haupteerschließung		26 m	
Versiegelungsgrad, Haupteerschließung		90%	
Versiegelte Flächen, Haupteerschließung		9.126 m ²	
Straßenbegleitgrün, Haupteerschließung		1.014 m ²	
Länge der Straßen, Nebeneerschließung		920 m	
Straßenraumbreite, Nebeneerschließung		20 m	
Versiegelungsgrad, Nebeneerschließung		90%	
Versiegelte Flächen, Nebeneerschließung		16.560 m ²	
Straßenbegleitgrün, Haupteerschließung		1.840 m ²	
Verkehrsflächen, insgesamt			28.540 m ²
Verkehrsflächen (versiegelt)			25.686 m ²
Straßenbegleitgrün			2.854 m ²
<i>Grünflächen</i>			
Grünfläche, insgesamt			98.460 m ²
Ehemalige Start-und-Landebahn (Nord)			11.513 m ²
Ehemalige Start-und-Landebahn (Süd)			13.467 m ²
Grünfläche			73.480 m ²
Anteil versiegelter Flächen im Grünbereich			10%
Versiegelte Flächen im Grünbereich (o. S&L-Bahn)			7.348 m ²
Grünfläche, unversiegelt			66.132 m ²

Tabelle 12: Regenwasseranfall im Wohngebiet Oderstraße

Regenwasseranfall	Typ	Fläche	N _{brutto}	Ψ _{mittel}	N _{netto}	N _{verdunst.}
Teilfläche		[m ²]	[m ³ /a]	[-]	[m ³ /a]	[m ³ /a]
Dachflächen, Wohnen	Flachdach	57.000	34.200	0,80	27.360	6.840
Dachflächen, soziale Infrastruktur	Flachdach	9.000	5.400	0,80	4.320	1.080
Sonstige versiegelte Fläche, Wohnen	Hofffläche	19.000	11.400	0,60	6.840	4.560
Sonstige versiegelte Fläche, soziale Infrastruktur	Hofffläche	1.800	1.080	0,60	648	432
Straßenfläche	Verkehrsfläche	25.686	15.412	0,90	13.870	1.541
Versiegelte Flächen im Grünbereich (m. S&L-Bahn)	Hofffläche	32.328	19.397	0,60	11.638	7.759
Gesamte versiegelte Fläche		144.814	86.888		64.677	22.212

5.3.2 Regenwasserbewirtschaftung

5.3.2.1 Variante ODER_1: Konventionelle Regenwasserentsorgung mit Regenrückhaltung

In der Oderstraße liegen Mischwasserkanäle die auch zur Ableitung von Regenwasser aus den umliegenden Wohngebieten dienen. Eine konventionelle Regenwasserentsorgung mit direktem Anschluss an dieses vorhandene Mischsystem (ohne Rückhaltung) kommt für das Baugebiet jedoch aus folgenden Gründen nicht in Betracht:

- die Entwässerung im Mischsystem ist für neue Baugebiete nach Wasserhaushaltsgesetz (§55 WHG: Grundsätze der Abwasserbeseitigung) nicht mehr vorgesehen ist
- die Gefälleverhältnisse keinen Anschluss im Freigefälle ermöglichen (s. Abbildung 52)
- die Kanäle in der Oderstraße wahrscheinlich nicht die erforderlichen Kapazitäten aufweisen

Auch eine gedrosselte Ableitung in das Mischsystem wird deshalb nicht in Erwägung gezogen.

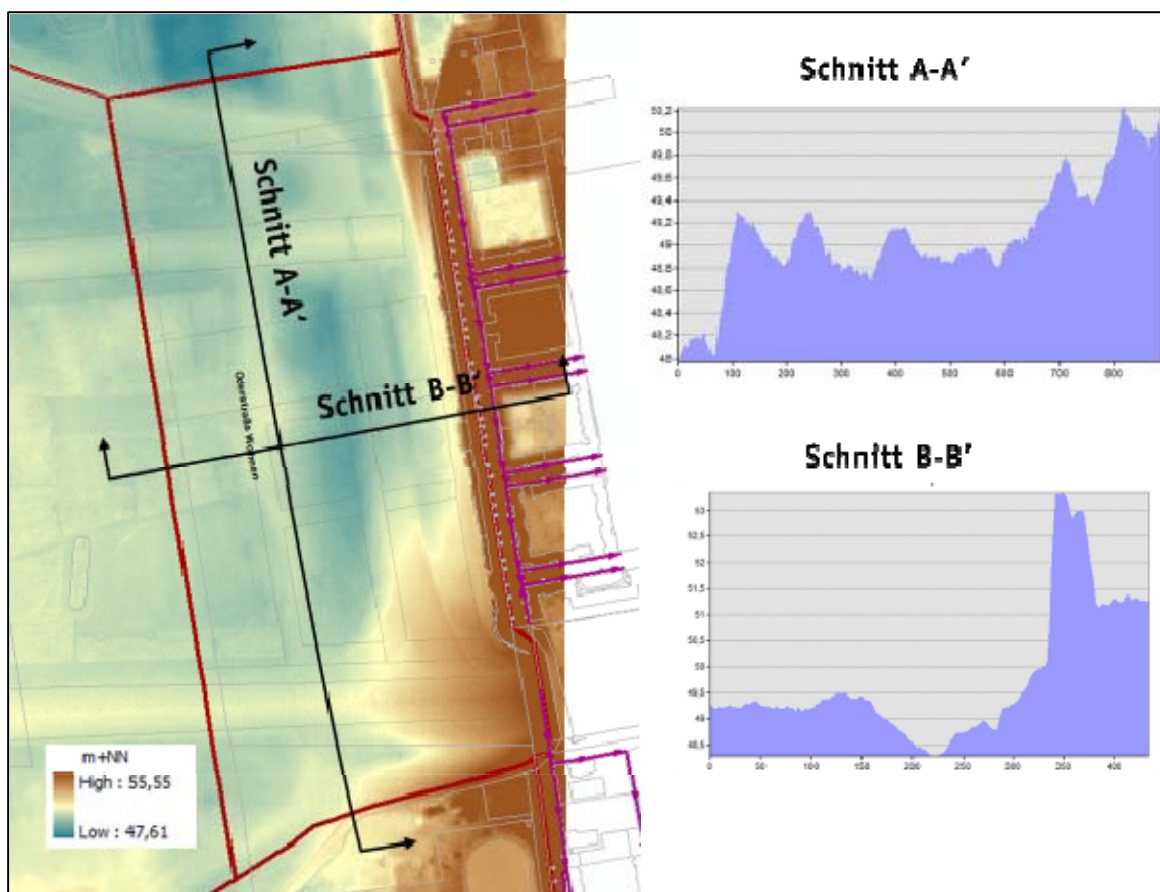


Abbildung 52: Gefällesituation und Lage der Mischwasserkanalisation, Oderstraße

5.3.2.2 Variante ODER_2: Regenwasserableitung mit zentraler Versickerung

Denkbar für den Standort ist eine Regenwasserkanalisation mit zentraler Versickerung.

Genauere Unterlagen über die Versickerungsbedingungen an dem Standort liegen nicht vor. Für die Bemessung wird deshalb entsprechend den allgemeinen Ausführungen in Abschnitt 4.3 ein relativ ungünstiger k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angesetzt. Dieser Wert sollte im Zuge weiterer Planungen unbedingt durch Messungen der Infiltrationsleistung vor Ort geprüft werden.

Das erforderliche Rückhaltevolumen des Versickerungsbeckens wurde per Langzeitsimulation bestimmt. Eine mögliche Anordnung zeigt Abbildung 53 (schematisch).

- Erforderliches Speichervolumen, ca. 12.000 m³
- Sohlfläche (ohne Böschungen) 5.100 m²
- Grundfläche (inkl. Böschungen) 75 x 100 m = 7.500 m²
- Tiefe (max. Einstau 2,0 m) 3,0 m
- Böschungsneigung 1:2,5
- Aushubvolumen, ca. 19.000 m³

Das Verhältnis $A_u : A_s$ (angeschlossene Fläche zu Sickerfläche) würde damit ca. 19:1 betragen. Aufgrund der relativ geringen stofflichen Belastung (Wohngebiet) wäre dies auch aus stofflicher Sicht ausreichend.



Abbildung 53: Variante Oder_2, schematische Darstellung

Der RW-Kanal müsste in der Endhaltung eine Leistungsfähigkeit von min. 1.85 m³/s aufweisen. Dafür wäre ein Durchmesser von DN 1400 erforderlich.

5.3.2.3 Variante ODER_3: DezRWB auf den Grundstücken mit zentraler Versickerung der Straßen

Alternativ zu einer zentralen Versickerung ist eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung möglich, d.h. die Niederschlagsabflüsse verbleiben komplett auf dem Grundstück und werden dort genutzt (z.B. für die Toilettenspülung) oder auf dem Grundstück versickert. Im Berliner Raum stellt dieser Umgang mit Regenwasser inzwischen den Stand der Technik dar und wird verbreitet angewendet.

Variante ODER_3 geht von einer zentralen Versickerung der Straßen und einer dezentralen Bewirtschaftung auf den Grundstücken aus.



Abbildung 54: Dezentrale RWB im Entwicklungsgebiet Rummelsburger Bucht

Durch die dezentrale Bewirtschaftung der Grundstücke kann das verbleibende Sickerbecken für die Straßenabflüsse deutlich kleiner ausgeführt werden. Anstatt 12.000 m³ sind nur noch 2.400 m³ erforderlich. Allerdings ist auch in dieser Variante noch ein Regenwasserkanal jedoch mit geringeren Abmessungen (DN 800 anstatt DN 1400) erforderlich.

5.3.2.4 Variante ODER_4: DezRWB auf den Grundstücken und im Straßenbereich

Auch für die komplette dezentrale Regenwasserbewirtschaftung von Grundstücks- und Straßenabflüssen gibt es verschiedene Beispiele im Berliner Raum, z.B. im Entwicklungsgebiet Rummelsburger Bucht (s. Abbildung 54) oder in Adlershof.

Wichtig ist die frühzeitige Berücksichtigung der DezRWB im städtebaulichen Planungsverfahren, da die entsprechenden Flächen reserviert werden müssen. Es wird empfohlen im Zuge des B-Planverfahrens entsprechende Straßenregelquerschnitte erarbeiten und die DezRWB für die Grundstücke im B-Plan festsetzen zu lassen.

5.3.2.5 Variante ODER_5: DezRWB mit RW-Nutzung im Gebäude

Nicht jede Verwendung von Wasser erfordert Trinkwasserqualität. In vielen Fällen kann Regenwasser als Betriebswasser genutzt werden. Voraussetzung hierfür ist das Auffangen und Speichern in Zisternen im Gebäude oder außerhalb von Gebäuden. Als eine besondere Form der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wird in Variante ODER_5 die RW-Nutzung im Gebäude betrachtet.

Das Regenwasser kann z. B. zur Gartenbewässerung und die Reinigung von Flächen im Außenbereich verwendet werden. Aber auch für die WC-Spülung, welche einen erheblichen Anteil am Wasserverbrauch hat, kann mit Regenwasser gespeist werden. Auf diese Weise kann der Trinkwasserverbrauch um etwa 50 Prozent gesenkt werden (Abbildung 55).

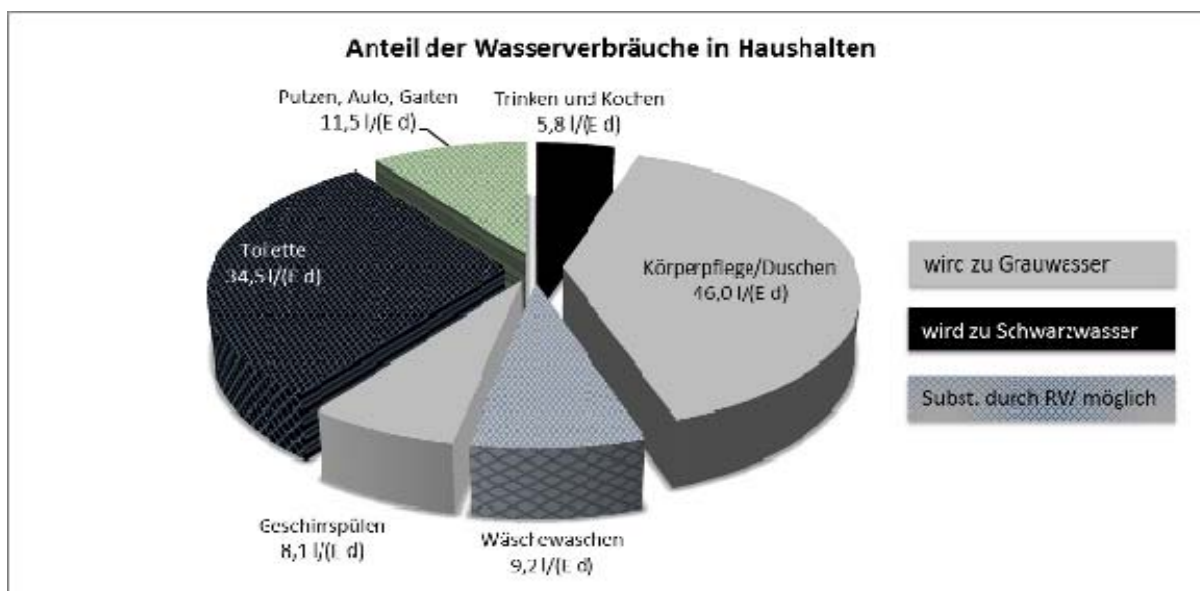


Abbildung 55: Anteil verschiedener Wasserverbräuche im Haushalt

Voraussetzung ist die Installation eines separaten Betriebswassernetzes mit der notwendigen Pump- und Filtertechnik.

Welche Verbräuche durch Regenwasser im Wohngebiet Oderstraße substituiert werden können, lässt sich durch eine Gegenüberstellung von Regenwasserdargebot und Wasserverbrauch bestimmen. Diese Gegenüberstellung erfolgt auf Baugebietsebene. Sollte diese Variante weiter verfolgt werden, so sind die nachfolgenden Betrachtungen selbstverständlich auf Wohnblock- oder Häuserebene durchzuführen.

Das Regenwasserdargebot von den Dachflächen (Wohnen + soziale Infrastruktur = 66.000 m², s. Tabelle 12) beträgt ca. 27.000 m³. Dabei ist berücksichtigt, dass Zisternen i.d.R. auf einen Deckungsgrad von 80-90% bemessen werden (hier gewählt 85%), da sonst das benötigte Speichervolumen sehr groß und damit unwirtschaftlich würde.

Der Wasserbedarf im Wohngebiet Oderstraße beträgt insgesamt ca. 100.000 m³, davon sind ca. 50.000 m³ prinzipiell durch Regenwasser substituierbar (s. Abbildung 55). Eine vollständige Substitution ist damit nicht möglich, da der (Regen-)Wasserbedarf (50.000 m³) das Regenwasserdargebot (27.000 m³) übersteigt. Möglich ist allerdings ein Betrieb der Toilettenspülung (Wasserbedarf ca. 30.000 m³), insbesondere dann, wenn hier moderne wassersparende Technik eingesetzt wird.

Das Zisternenvolumen wurde über eine Langzeitsimulation mit der Software STORM bestimmt. Das Ergebnis (Deckungsgrad in Abhängigkeit des Zisternenvolumens) zeigt Abbildung 56. Für die Variante ODER_5 wird ein Zisternenvolumen von 2.000 m³ angenommen (in der Realisierung wahrscheinlich auf viele kleine Zisternen verteilt).

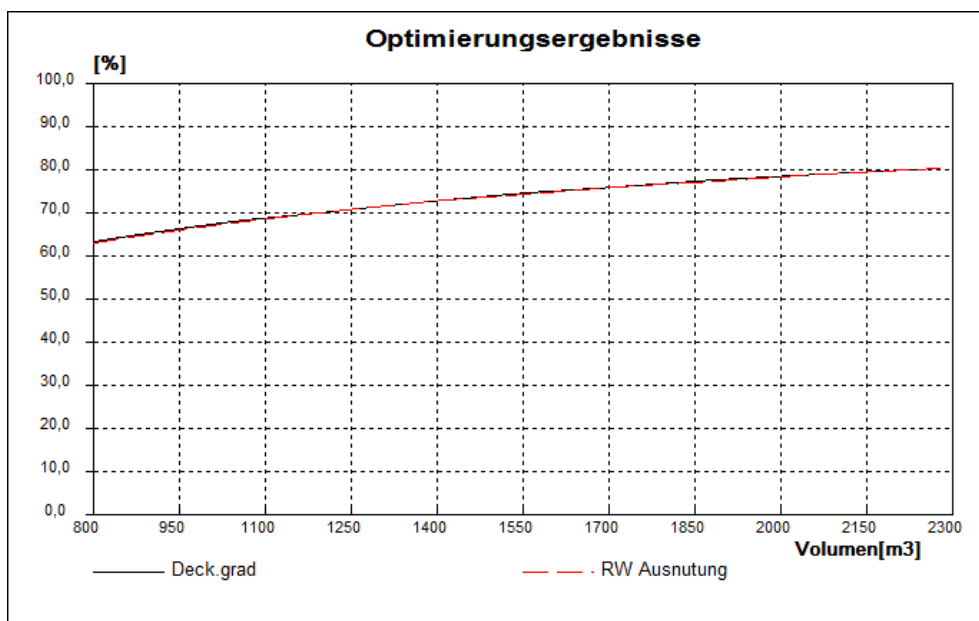


Abbildung 56: Optimierung: Deckungsgrad in Abhängigkeit des Zisternenvolumens

5.3.2.6 Bewertung der Varianten

Für die verschiedenen Varianten zur Regenwasserbewirtschaftung wurden die Kosten grob abgeschätzt (Tabelle 21). Eine vergleichende Bewertung zeigt Tabelle 22.

Tabelle 13: Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Wohngebiet Oderstraße

Kosten	Var. ODER_2	Var. ODER_3	Var. ODER_4	Var. ODER_5
RW-Kanalisation, Länge	1.500	1.500		
DN max.	1400	800		
spez. Kosten	1500	900		
Kosten	2.250.000	1.350.000		
Sickerbecken	12.000	2400		
spez. Kosten	50	50		
Kosten	600.000	120.000		
Dezentrale RWB, Fläche		119.000	145.000	79.000
spez. Kosten [€/m ²]		20	20	20
Kosten Dezentrale RWB		2.380.000	2.900.000	1.580.000
Zisterne, Volumen				2.000
spez. Kosten [€/m ³]				1000
Kosten Zisterne				2.000.000
<i>Kosten, gesamt (grobe Schätzung)</i>	<i>2.850.000</i>	<i>3.850.000</i>	<i>2.900.000</i>	<i>3.580.000</i>

Die Kosten für ein separates Betriebswassernetz in der Variante ODER_5 sind sehr individuell und können beim derzeitigen Planungsstand nicht beziffert werden. Auch die Betriebskosten können ohne genaue Kenntnis der späteren Bebauung nicht abgeschätzt werden.

Tabelle 14: Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Wohngebiet Oderstraße

Variante	Var. ODER_1	Var. ODER_2	Var. ODER_3	Var. ODER_4	Var. ODER_5
Kurzbeschreibung	RW-Kanalisation Anschluss an Mischsystem	RW-Kanalisation & Sickerbecken	Dez. RWB Grundstücke & zentr. Sickerbecken für Straßen	Komplett dez. RWB	Komplett dez. RWB mit RW-Nutzung
Stoffrückhalt	--	+	+	+	+
Wasserbilanz	--	-	+-	+	+
Energieverbrauch	-	++	++	++	+-
Flächenbedarf	+	-	+-	+	+
Invest.-Kosten in Mio. €	nicht berechnet	2,9	3,8	2,9	3,6
Sonstiges	nicht realisierbar!				Einsparung beim TW-Verbrauch

5.3.3 Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung

5.3.3.1 Anschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung

Die Wasserversorgung über das öffentliche Netz der Berliner Wasserbetriebe ist unproblematisch. In der Oderstraße liegt eine Haupttrinkwasserleitung an. Aus Gründen der Versorgungssicherheit wird sicherlich ein Anschluss an zwei Punkten erfolgen (Abbildung 57). Eine Kostenschätzung für die konventionelle Wasserversorgung zeigt Tabelle 23.



Abbildung 57: Anschluss an die öffentliche TW-Versorgung im Wohngebiet Oderstraße

Tabelle 15: Kostenschätzung Wasserversorgung im Wohngebiet Oderstraße

Trinkwasserleitung		
Leitungslänge	1.500	m
Tiefenlage	2,00	m
DN max.	100	mm
spez. Kosten 2003	100	€/m
Preisindex 2003	98%	
Preisindex 2011	115%	
spez. Kosten 2011	117	€/m
gewählt	120	€/m
Kosten	180.000	€

5.3.3.2 Anschluss an die öffentliche Schmutzwasserentsorgung

Der Anschluss an das öffentliche Mischsystem der Berliner Wasserbetriebe kann aufgrund der Gefällesituation nicht im Freigefälle erfolgen. Die Fließrichtung der Schmutzwasserkanalisation würde dem Geländegefälle folgend zu einem Tiefpunkt im nördlichen Bereich der Erschließungsstraße geführt werden (Abbildung 58). Von hier aus müsste das Schmutzwasser mit einer Hebeanlage in Richtung Oderstraße gepumpt werden, was aber bei den relativ geringen Mengen unproblematisch wäre. Der Bereich „Soziale Infrastruktur“ würde zweckmäßigerweise über eine eigene Hebeanlage entwässert.

Eine Kostenschätzung für die konventionelle Schmutzwasserentsorgung zeigt Tabelle 16.

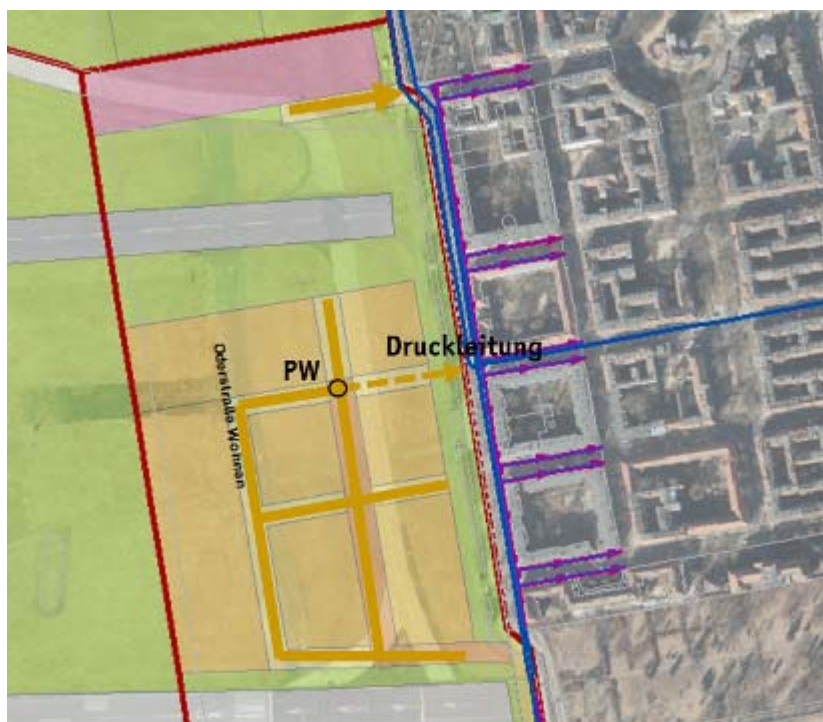


Abbildung 58: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Wohngebiet Oderstraße

Tabelle 16: Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Wohngebiet Oderstraße

Schmutzwasserkanalisation		
Kanallänge	1.400	m
Tiefenlage	3,00	m
DN max.	250	mm
spez. Kosten in €/lfd. m	400	€/m
Kanalbaukosten	560.000	€
Abwasserhebeanlage	40.000	€
Kosten	600.000	€

5.3.3.3 Alternative Wasserver- und Abwasserentsorgung

Alternativ zu der klassischen Wasserver- und Abwasserentsorgung sollte für das Baugebiet Oderstraße die Verwendung Neuartiger Sanitärsysteme (NASS) in Erwägung gezogen werden.

Inzwischen gibt es einige Beispiele für die Anwendung von NASS in innerstädtischen Wohngebieten. In Hamburg wird z.B. derzeit das 35 ha große Neubaugebiet „Jenfelder Au“ nach dem Prinzip HamburgWaterCycle[®] erschlossen (Abbildung 59).

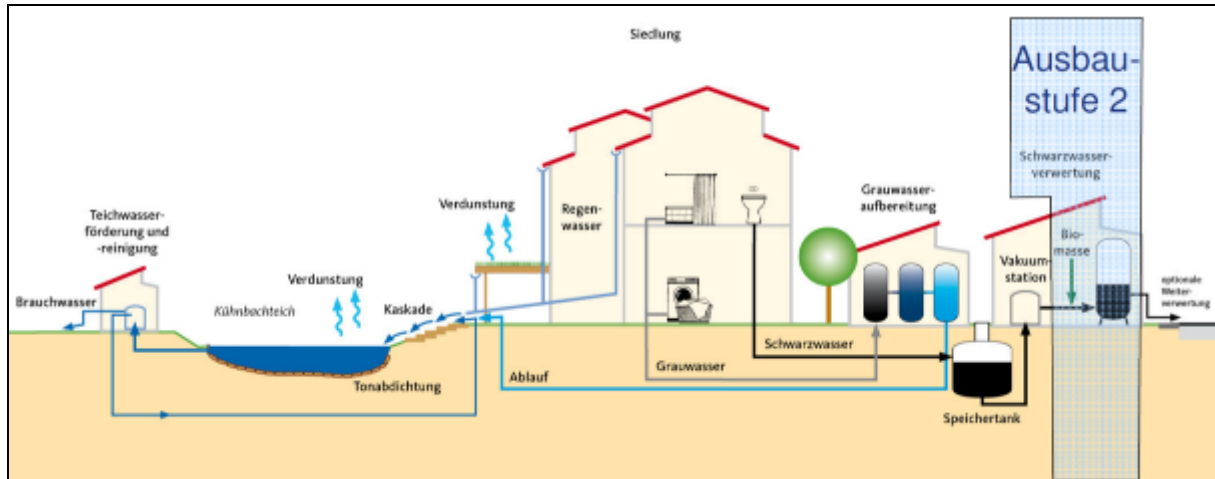


Abbildung 59: Hamburg Water Cycle[®]

Als Grundlage für eine Konzeption wurden die einzelnen Stoffströme im Wohngebiet Oderstraße bilanziert. Für die Berechnungen wurden eine komplexe Excel-Tabelle erstellt, mit der verschiedene NASS-Varianten (s. Kapitel 3.2.3) durchgespielt werden können.

Tabelle 17: Wasser- und Stoffströme im Wohngebiet Oderstraße

Schmutzwasseranfall Wohnen	Abwasseranfall	Grauwasser-trennung	Grauwasser	Trenn-toilette	Gelbwasser	Braunwasser	Schwarzwasser	Schmutzwasser
Trinken und Kochen	13,8	X	13,8					0,0
Körperpflege/Duschen	110,4	X	110,4					0,0
Wäschewaschen	22,1	X	22,1					0,0
Geschirrspülen	19,3	X	19,3					0,0
Toilette	82,8	X		X	3,6	14,4	0,0	64,8
Putzen, Auto, Garten	27,6	X	27,6					0,0
Summe m³/d	276,0		193,2		3,6	14,4	0,0	64,8
Summe m³/a	100.740		70.518		1.314	5.256	0	23.652
Anteil	100%		70%		1%	5%	0%	23%

Stoffströme	Einwohnerw. [EW]	Fracht [kg/a]					Menge [m³/a]
		N	P	K	CSB		
Grauwasser	2.501	301	164	1.552	44.921		71.066
Gelbwasser	2.501	8.738	822	2.465	13.148		1.319
Braunwasser	2.501	1.004	657	548	51.495		5.278
Schwarzwasser	0	0	0	0	0		0
Schmutzwasser	0	0	0	0	0		0
Summe		10.043	1.643	4.565	109.563		77.663

1. Stufe: Grauwassertrennung

Der erste Schritt zu einer Stoffstromtrennung ist die getrennte Grauwassererfassung und -behandlung. Das Schwarzwasser (Urin+Fäkalien+Spülwasser) würde in der 1. Stufe weiterhin in die öffentliche Kanalisation abgeleitet. Beispiele dafür gibt es in Berlin schon seit längerem („Block 6“).

Im Wohngebiet Oderstraße fallen unter den getroffenen Annahmen ca. 70.000 m³/a bzw. 200 m³/d an Grauwasser an. Diese Menge kann über einen bewachsenen Bodenfilter oder eine technische Filteranlage so aufbereitet werden, dass eine Verwendung z.B. für die Toilettenspülung oder für Bewässerungszwecke möglich ist. Ein entsprechender Bodenfilter hätte einen Flächenbedarf von ca. 500 m² (davon ca. 350 m² reine Filterfläche). Die Kosten hierfür können mit ca. 500.000 € veranschlagt werden.

Für die Grauwassertrennung wäre ein zweites paralleles Leitungsnetz erforderlich, so dass Grau- und Schwarzwasser getrennt abgeleitet werden. Analog zum Betriebswassernetz für die Regenwassernutzung sind die Kosten hierfür derzeit (ohne nähere Kenntnis der geplanten Bebauung) nicht kalkulierbar.

Deutlich wird allerdings, dass in Kombination mit einer Regenwassernutzung (Dargebot ca. 27.000 m³, s. Variante ODER_5) etwa 100.000 m³ an Betriebswasser erzeugt werden könnten. Dies ist in etwa doppelt so viel, wie an Trinkwasser substituiert werden kann. Damit stünde ein Überschuss zur Verfügung, der z.B. für Bewässerungszwecke außerhalb des Wohngebietes genutzt werden könnte.

2. Stufe: Schwarzwasserverwertung

Schwarzwasser kann anaerob behandelt und zur Produktion von Biogas verwendet werden. In Kombination mit organischen Abfällen aus dem Gartenbau, der Landschaftspflege und aus Haushaltungen ist eine Co-Vergärung möglich, um die Biogasausbeute zu erhöhen. Die dabei entstehenden Gärreste können entweder direkt landwirtschaftlich verwertet oder, wenn das nicht unmittelbar möglich ist, weiter zu einem Humussubstrat (Vererdung) aufbereitet und einer Verwertung zugeführt werden. Hierdurch können die in Fäzes und Urin enthaltenen Pflanzennährstoffe Phosphor und Stickstoff weiter nutzbar gemacht werden. Ein zur Zeit neues Verfahren hierfür ist die Erzeugung von Terra Preta, das künftig auch im Botanischen Garten Berlin zum Einsatz kommen soll (WaterPN, 2011).

Im Wohngebiet Oderstraße würden ca. 30.000 m³ (83 m³/d) an Schwarzwasser anfallen. Als Quelle für organische Abfälle bietet sich der Landschaftspark an. Um ein möglichst konzentriertes Schwarzwasser zu erhalten (wichtig für eine effektive Vergärung), sind möglichst wassersparende Toilettensysteme erforderlich (z.B. Vakkumtoiletten).

3. Stufe: Urinseparation

Nährstoffe und Kohlenstoff (Energieträger) sind in den Abwasserteilströmen in sehr unterschiedlichen Konzentrationen vorhanden (Abbildung 60). Auch hinsichtlich der Schadstoffe (Keime, Medikamentenrückstände, etc.) unterscheiden sich Abwasserteilströmen deutlich.

Im Sinne einer Stoffstromtrennung und möglichst effektiven Verwertung liegt es deshalb nahe, auch den Schwarzwasserstrom weiter aufzutrennen. Für den Teilstrom Urin+Spülwasser wird dabei der Begriff Gelbwasser und für Fäzes+Spülwasser der Begriff Braunwasser verwendet.

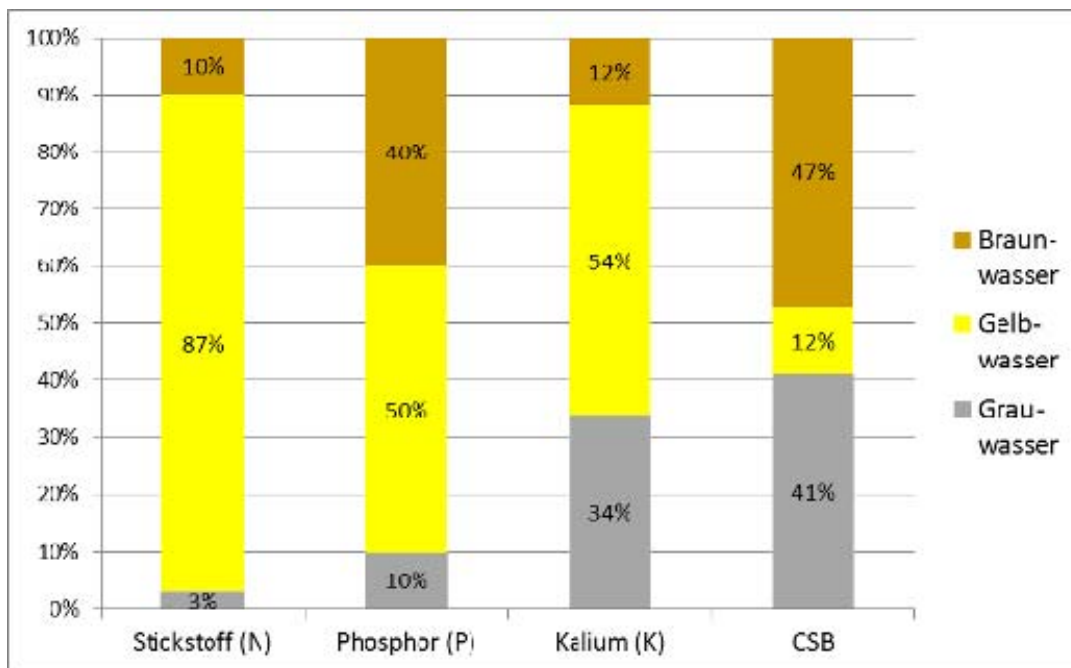


Abbildung 60: Inhaltsstoffe verschiedener Abwasserströme

Mit Urintrenntoiletten können Urin und Fäzes getrennt erfasst und abgeleitet werden. Auch dafür gibt es inzwischen diverse Beispielprojekte (s. Machbarkeitsstudie TXL, WaterPN, 2011).

5.3.4 Bewertung der Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung

Eine zahlenmäßige Gegenüberstellung von Varianten (anders als beim Regenwasser) ist in diesem Planungsstadium nur schwer bzw. nicht möglich. Dies ist zum einen dadurch begründet, dass maßgebende Kennzahlen (z.B. die Investitionskosten für separate Leitungsnetze) zum derzeitigen Planungsstand nicht kalkulierbar sind. Zum anderen sind Neuartige Sanitärsysteme (NASS) heute noch nicht Stand der Technik, so dass noch nicht genügend Erfahrungswerte insbesondere für eine Kostenschätzung vorliegen.

Tabelle 18: Vergleichende Bewertung der Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung

Variante	Var. Konv. Ver- &Entsorgung	Var. Grauwasser- Recycling	Var. Schwarzwasser -verwertung	Var. Urin- separation
Kurzbeschreibung	Konventionelle Trinkwasser- und Abwasser- Entsorgung	Grauwasser- Recycling und Schwarzwasser- ableitung	Grauwasser- Recycling und Schwarzwasser- verwertung	Grauwasser- Recycling und Urinseparation
Stoffstrom- trennung	--	+-	+	++
Wasserbilanz	-	+	+	+
Energiebilanz	-	-	+	+
Flächenbedarf	+	+-	+-	+-
Erfahrungen	++ (a.a.R.d.T.)	+ (Stand d. Technik)	- (Stand d. Forschung)	- (Stand d. Forschung)

5.4 Gewerbegebiet Südring

5.4.1 Grundlagen

5.4.1.1 Wasserbedarf

Der Wasserbedarf von Gewerbegebieten lässt sich ohne genaue Kenntnis der späteren Nutzer nur recht grob abschätzen. Nach dem DVGW- Arbeitsblatt W 410 (DVGW, 2008) kann für gemischte Gewerbegebiete ein Wasserbedarf von $2 \text{ m}^3/(\text{ha} \times \text{d})$ angesetzt werden (bei einer Schwankungsbreite von $1,5 - 4,0 \text{ m}^3/(\text{ha} \times \text{d})$). Der Wasserbedarf für Produktionszwecke ist dabei nicht berücksichtigt.

Alternativ kann der Wasserbedarf auch über die Beschäftigtenzahlen bzw. die Zahl der Arbeitsplätze (AP) abgeschätzt werden. Nach DVGW W 410 werden $50 \text{ l}/(\text{AP} \times \text{d})$ bei einer Schwankungsbreite von $25 - 125 \text{ l}/(\text{AP} \times \text{d})$ angesetzt.

Nach Auskunft des AG werden für das Gewerbegebiet Südring ca. 5.700 Arbeitsplätze erwartet. Daraus errechnet sich ein Wasserbedarf von $Q_{\text{dm}}=285 \text{ m}^3/\text{d}$. Für die weiteren Berechnungen wird ein mittlerer täglicher Wasserbedarf von $Q_{\text{dm}}=250 \text{ m}^3/\text{d}$ angenommen.

Bei 300 Arbeitstagen pro Jahr beträgt der jährliche Wasserverbrauch ca. $75.000 \text{ m}^3/\text{a}$. Der stündliche Spitzenbedarf wird über einen Spitzenfaktor ($f_{\text{h}}=5,6$ gemäß DVGW W 410) berechnet: $Q_{\text{hmax}} = f_{\text{h}} \times Q_{\text{dm}}/24 = 16,2 \text{ l/s}$.

5.4.1.2 Schmutzwasseranfall

Der Schmutzwasseranfall (bei konventioneller Entwässerung im Trennsystem) entspricht im Mittel näherungsweise dem Wasserbedarf. Der Jahresschmutzwasserabfluss wird demnach mit $75.000 \text{ m}^3/\text{a}$ abgeschätzt.

Der betriebliche Schmutzwasserabfluss wird gemäß DWA A118 (2006) über Schmutzwasserabflussspenden abgeschätzt. Für Betriebe mit geringem Verbrauch empfiehlt die A118 eine Spende von $q_{\text{G}}=0,5 \text{ l}/(\text{s ha})$. Die im A118 angegebenen Werte für Betriebe mit hohem Verbrauch von $1,0 \text{ l}/(\text{s ha})$ werden hier nicht verwendet. Für das Gewerbegebiet Südring errechnet sich daraus ein Abfluss von $Q_{\text{G}}=11 \text{ l/s}$.

Für die Bemessung von Schmutzwasserleitungen und -pumpwerken ist darüber hinaus nach DWA A118 ein Fremdwasserabfluss bei Trockenwetter in der Größenordnung von $0,05$ bis $0,15 \text{ l}/(\text{s ha})$ anzusetzen. Im Fall des Gewerbegebietes Südring wird ein Fremdwasserabfluss von $Q_{\text{F}}=22 \text{ ha} \times 0,1 \text{ l}/(\text{s ha}) = 2,2 \text{ l/s}$ berücksichtigt. Ein „unvermeidbarer Regenabfluss im Schmutzwasserkanal“ (nach A118) wird nicht berücksichtigt.

Der für die Bemessung von Schmutzwasserkanälen maßgebende Abfluss Q_{T} beträgt somit:

$$Q_{\text{T}} = Q_{\text{G}} + Q_{\text{F}} = 11,0 + 2,2 = 13,2 \text{ l/s}.$$

5.4.1.3 Regenwasserdargebot

Der Regenwasseranfall im Gewerbegebiet Südring basiert auf einer Abschätzung der Flächenbilanz (Tabelle 19). Unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen (grün hinterlegte Felder in Tabelle 19) beträgt die versiegelte Fläche insgesamt ca. 242.000 m².

Das Regenwasserdargebot zeigt Tabelle 20. Der Spitzenabfluss von den versiegelten Flächen würde beim 1-jährlichen Bemessungsregen ($r_{15,1} = 115 \text{ l/(s ha)}$) ca. 2,8 m³/s betragen.

Tabelle 19: Flächenbilanz Gewerbegebiet Südring

Flächenbilanz	
Gesamtfläche Quartier "Gewerbegebiet Südring"	29 ha
Nettobaufläche	22 ha
GRZ	0,80
Dachfläche	176.000 m ²
Max. Versiegelungsgrad	1
Sonstige versiegelte Fläche (Grundstücke)	22.000 m ²
Grundstücksfläche, unversiegelt	22.000 m ²
Verkehrsflächen	
Länge der Straßen, Haupteerschließung	1.630 m
Straßenraumbreite, Haupteerschließung	26 m
Versiegelungsgrad, Haupteerschließung	90%
Versiegelte Flächen, Haupteerschließung	38.142 m ²
Straßenbegleitgrün, Haupteerschließung	4.238 m ²
Länge der Straßen, Nebeneerschließung	180 m
Straßenraumbreite, Nebeneerschließung	20 m
Versiegelungsgrad, Nebeneerschließung	90%
Versiegelte Flächen, Nebeneerschließung	3.240 m ²
Straßenbegleitgrün, Nebeneerschließung	360 m ²
Verkehrsflächen, insgesamt	45.980 m ²
Verkehrsflächen (versiegelt)	41.382 m ²
Straßenbegleitgrün	4.598 m ²
Grünflächen	
Grünfläche, insgesamt	24.060 m ²
Anteil versiegelter Flächen im Grünbereich	10%
Versiegelte Flächen im Grünbereich	2.406 m ²
Grünfläche, unversiegelt	21.654 m ²

Tabelle 20: Regenwasseranfall im Gewerbegebiet Südring

Regenwasseranfall	Typ	Fläche [m ²]	N _{brutto} [m ³ /a]	Ψ _{mittel} [-]	N _{netto} [m ³ /a]	N _{verdunst.} [m ³ /a]
Teilfläche						
Dachflächen	Flachdach	176.000	105.600	0,80	84.480	21.120
Verkehrsflächen	Verkehrsfläche	41.382	24.829	0,90	22.346	2.483
Hof- und Parkflächen	Hoffläche	22.000	13.200	0,60	7.920	5.280
Wegeflächen im Grünbereich	Flachdach	2.406	1.444	0,80	1.155	289
Gesamte versiegelte Fläche		241.788	145.073		115.901	29.172

5.4.2 Regenwasserbewirtschaftung

5.4.2.1 Variante SÜD_1: Konventionelle Regenwasserentsorgung mit Regenrückhaltung

Eine konventionelle Regenwasserentsorgung mit direktem Anschluss an das vorhandene Trennsystem (ohne Rückhaltung) kommt für das Baugebiet nicht in Betracht, da die Kanäle im Tempelhofer Damm und in der Oberlandstraße nicht die erforderlichen Kapazitäten aufweisen (s. Kapitel 4.4.3). Als weitere Schwierigkeit ist zu beachten, dass ein Anschluss sowohl im Süden zur Oberlandstraße (Brücke) als auch im Westen (U-Bahn) nicht im Freigefälle erfolgen könnte.

Denkbar wäre allenfalls eine gedrosselte Ableitung, d.h. die Regenabflüsse müssen zentral oder dezentral soweit retendiert werden, dass ein Anschluss an die vorhandenen Kanäle möglich wird. Basierend auf Erfahrungen aus anderen Baugebieten wird im Rahmen des Konzeptes von einer zulässigen Drosselspende von 5 l/(s ha) ausgegangen. Eine genaue Festlegung der zulässigen Drosselspende könnte durch die BWB erst nach eingehender Prüfung erfolgen (sofern diese Variante weiter verfolgt wird).

Die Fließrichtung der Regenwasserkanalisation würde zweckmäßigerweise dem Geländegefälle folgen, das hier von Osten nach Westen hin verläuft (Abbildung 61). Als Standort für das in dieser Variante erforderliche Regenrückhaltebecken würde sich die im Entwicklungskonzept (s. Abbildung 26) vorgesehene Grünfläche anbieten.

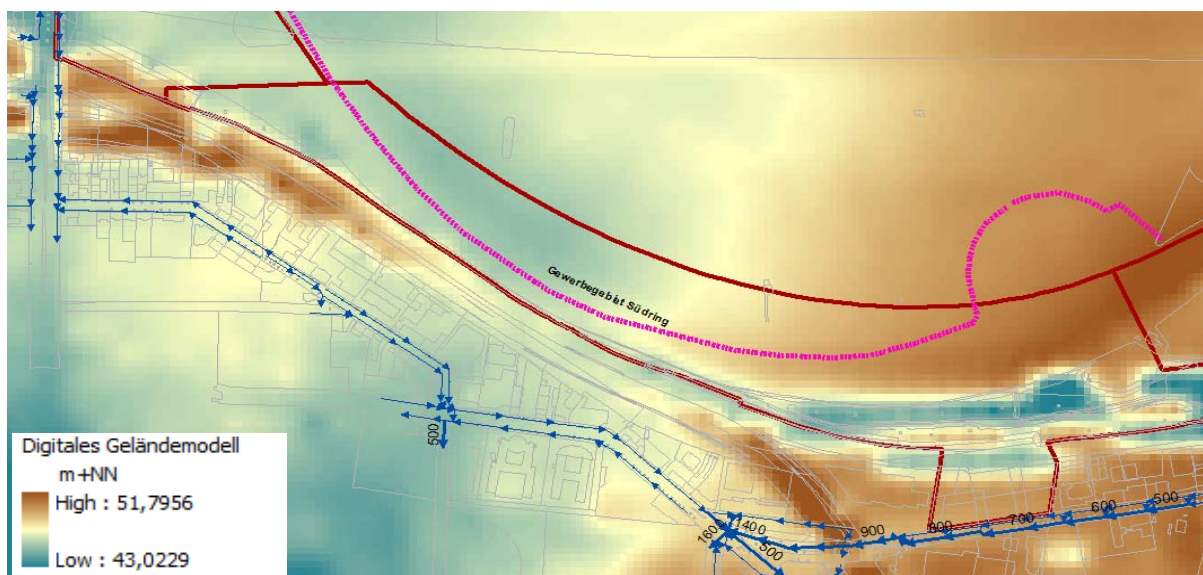


Abbildung 61: Gefällesituation im Gewerbegebiet Südring

Eine überschlägige Dimensionierung der Regenwasserkanalisation ergibt erforderliche Durchmesser (in der Endhaltung) von ca. DN 1400.

Das erforderliche Volumen des Regenrückhaltebeckens (RHB) wurde per Langzeitsimulation bestimmt. Bei einer Böschungsneigung von 1:5 (naturnah gestaltetes Erdbecken) und einer Tiefe von 3,0 m, (max. Einstautiefe 2,0 m) hätte das RHB einen Flächenbedarf von ca. 7.200 m². Diese Fläche

stünde gemäß Entwicklungskonzept prinzipiell zur Verfügung. Das benötigte Rückhaltevolumen beträgt ca. 8.500 m³ (entspricht ca. 350 m³/ha). Das Aushubvolumen beträgt ca. 15.000 m³.

Die Ablaufleitung des Rückhaltebeckens müsste einen Durchmesser von DN 500 haben (Drosselabfluss $Q_{dr} = 5 \text{ l(s ha)} * 24 \text{ ha} = 120 \text{ l/s}$). Eine Anbindung an den Regenwasserkanal im Tempelhofer Damm könnte allerdings problematisch werden, da der öffentliche Regenwasserkanal auf der westlichen Straßenseite liegt und die U-Bahn mit ihren relativ geringen Überdeckungen zu kreuzen wäre (s. Abbildung 62).

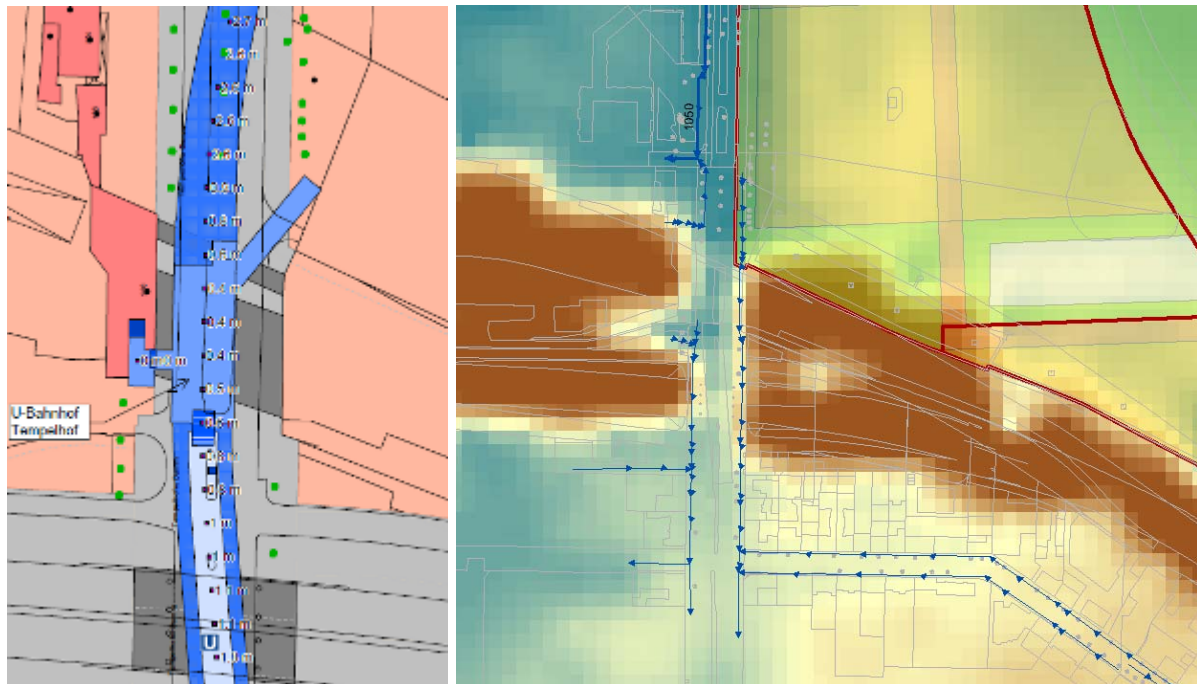


Abbildung 62: Anschlussprobleme Gewerbegebiet Südring an den Tempelhofer Damm

Generell ist zu beachten, dass ein Rückhaltebecken keinen Stoffrückhalt bewirkt. Es wird davon ausgegangen, dass die Berliner Wasserbetriebe am Auslass der Kanalisation eine entsprechende Regenwasserbehandlungsanlage vorsehen. Eine Regenwasserbehandlung vor Ort (z.B. durch Regenklärbecken, Retentionsbodenfilter) wäre bei dieser Variante nicht sinnvoll, da die Abflüsse durch die Einleitung in die öffentliche Regenwasserkanalisation wieder mit unbehandelten Niederschlagsabflüssen vermischt werden.

5.4.2.2 Variante SÜD_2: Regenwasserableitung mit zentraler Versickerung

Alternativ zur Ableitung mit Regenrückhaltung ist auch eine zentrale Versickerung denkbar. Der Standort eines Versickerungsbeckens sowie Lage und Abmessung der Regenwasserkanalisation entspricht der Variante mit Regenrückhaltung (SÜD_1).

Die Versickerungsbedingungen an dem Standort sind günstig (s. Abbildung 63). Für die Bemessung wird ein k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt.

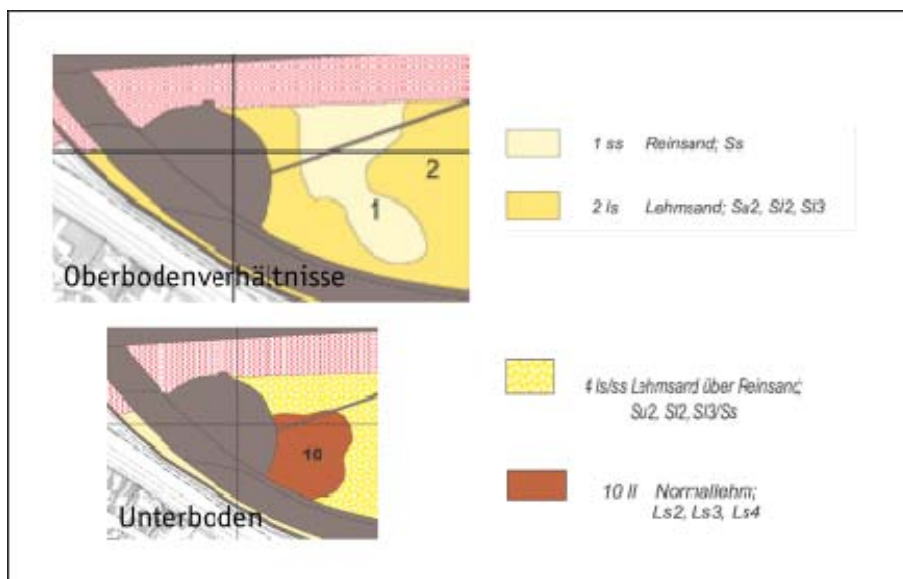


Abbildung 63: Bodenverhältnisse im Gewerbegebiet Südring

Das erforderliche Rückhaltevolumen des Versickerungsbeckens wurde per Langzeitsimulation bestimmt. Allerdings ist eine Bemessung aus rein hydrologischer Sicht nicht ausreichend. Neben der hydrologischen Bemessung sind stoffliche Aspekte bei der Bemessung zu berücksichtigen. Nach DWA M153 (DWA, 2007) muss der sogenannte Durchgangswert bei der Versickerung von Abflüssen aus Gewerbegebieten (Belastungspunkte $B \sim 40$ Punkte) außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten ($G12=10$ Punkte) mindestens 0,25 betragen. Dies setzt nach M153 bei der Versickerung über bewachsenen Oberboden von min. 30 cm ein Verhältnis der undurchlässigen Fläche A_u zur Sickerfläche A_s von höchstens 15:1 voraus. Dieses Verhältnis würde eine Sickerfläche (=Sohlfläche) von $24 \text{ ha}/15 = 16.000 \text{ m}^2$ bedingen. Bei einer Böschungsneigung von 1:5 hätte ein zentrales Versickerungsbecken damit einen Flächenbedarf von ca. 2.2 ha. Dies entspricht in etwa der gesamten Grünfläche, die gemäß Entwicklungskonzept für das Quartier vorgesehen ist. Das benötigte Stauvolumen beträgt ca. 14.300 m^3 (entspricht ca. $550 \text{ m}^3/\text{ha}$), das Aushubvolumen ca. 35.000 m^3 .

5.4.2.3 Variante SÜD_3: DezRWB auf den Grundstücken mit zentraler Versickerung der Straßen

Die beiden o.a. Varianten (SÜD_1 & SÜD_2) basierend auf einer öffentlichen Regenwasserkanalisation an die auch die Grundstücke angeschlossen werden. Alternativ ist eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung möglich, d.h. die Niederschlagsabflüsse verbleiben komplett auf dem Grundstück und werden dort genutzt (z.B. für betriebliche Zwecke) oder auf dem Grundstück versickert. Genauere Aussagen zu möglichen Bewirtschaftungsarten (z.B. zur Betriebswassernutzung) sind aufgrund des frühen Planungsstadiums und der fehlenden Kenntnis über die Art des Gewerbes nicht möglich.

Eine Vernetzung über öffentliche Leitungen (Mulden-Rigolen-System) ist aufgrund der Bodenverhältnisse nicht erforderlich.

Für die dezentrale Regenwasserbewirtschaftung (DezRWB) auf Gewerbegrundstücken gibt es zahlreiche Beispiele auch im Berliner Raum. Abbildung 64 und Abbildung 65 zeigen Beispiele aus Hoppegarten und Adlerhof.



Abbildung 64: DezRWB auf Grundstücken im Gewerbegebiet Hoppegarten

Durch die dezentrale Bewirtschaftung der Grundstücke kann das verbleibende Sickerbecken für die Straßenabflüsse deutlich kleiner ausgeführt werden. Anstatt 35.000 m³ sind nur noch 5.700 m³ erforderlich. Allerdings ist auch in dieser Variante noch ein Regenwasserkanal erforderlich.

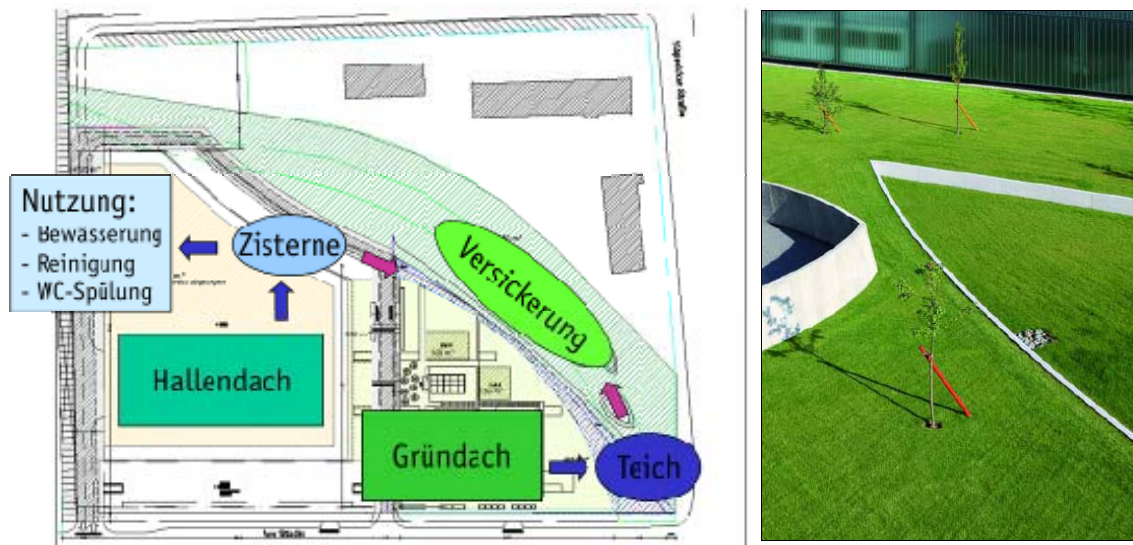


Abbildung 65: DezRWB der Fa. Solon in Berlin Adlershof

5.4.2.4 Variante SÜD_4: DezRWB auf den Grundstücken und im Straßenbereich

Für die komplette dezentrale Regenwasserbewirtschaftung von Grundstücks- und Straßenabflüssen gibt es verschiedene Beispiele, so z.B. in Hoppegarten, Rummelsburg oder Adlershof. Ein weiteres Beispiel zeigt Abbildung 66 für den Airportpark Münster-Osnabrück.

Wichtig ist die frühzeitige Berücksichtigung der DezRWB im städtebaulichen Planungsverfahren, da die entsprechenden Flächen reserviert werden müssen. Es wird empfohlen im Zuge des B-Planverfahrens entsprechende Straßenregelquerschnitte erarbeiten zu lassen (Abbildung 67).



Abbildung 66: DezRWB für Straßen im Airportpark Münster-Osnabrück

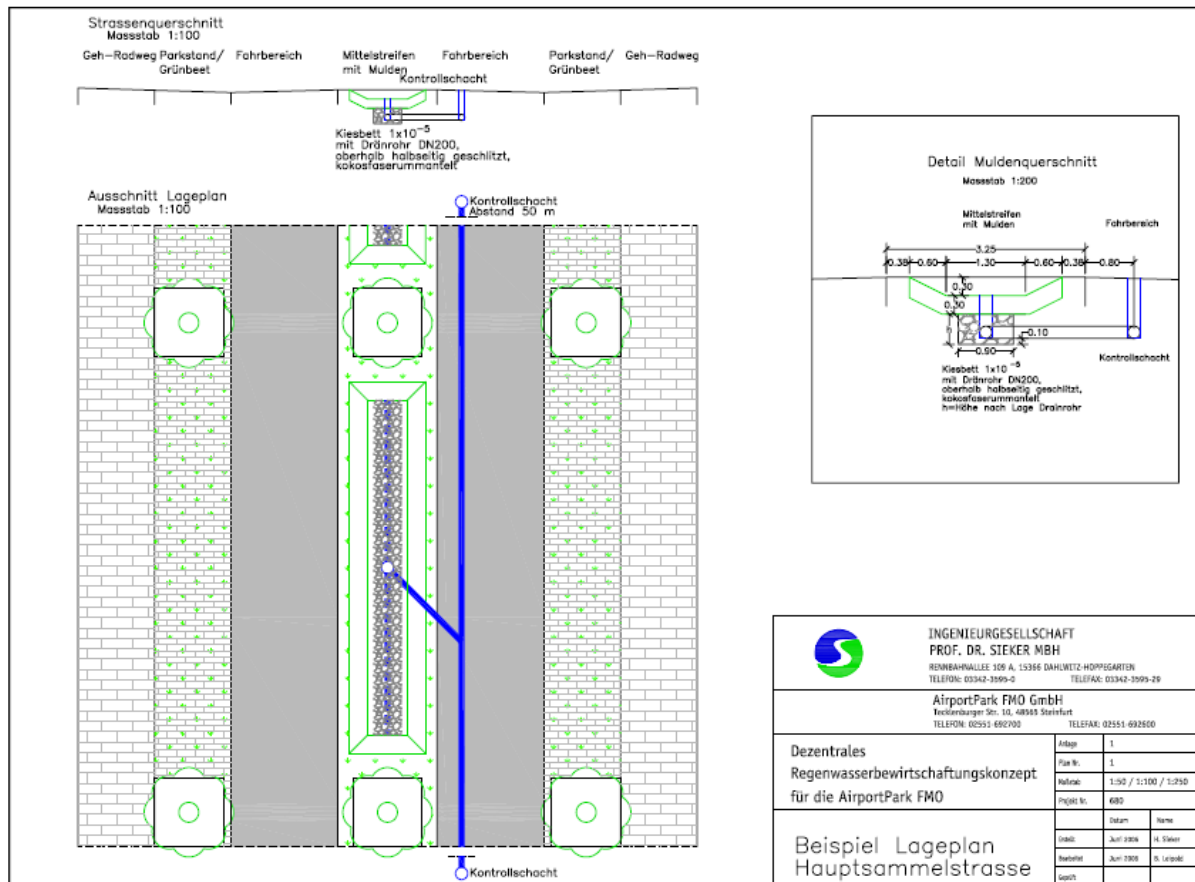


Abbildung 67: Straßenregelquerschnitt mit DezRWB für den Airportpark Münster-Osnabrück

5.4.2.5 Bewertung der Varianten

Für die verschiedenen Varianten zur Regenwasserbewirtschaftung wurden die Kosten grob abgeschätzt (Tabelle 21). Eine vergleichende Bewertung zeigt Tabelle 22.

Im Ergebnis ist Variante SÜD_4 (DezRWB auf den Grundstücken und im Straßenbereich) sowohl unter monetären als auch nicht-monetären Gesichtspunkte die beste Lösung.

Tabelle 21: Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Gewerbegebiet Südring

Kosten	Var. SÜD_1	Var. SÜD_2	Var. SÜD_3	Var. SÜD_4
RW-Kanalisation, Länge	1810	1810	1810	
DN max.	1400	1400	700	
spez. Kosten [€/m]	1500	1500	900	
Kosten Kanalbau	2.715.000	2.715.000	1.629.000	
Drossel, DN	500			
Länge	800			
spez. Kosten [€/m]	500			
Kosten Drossel	400.000			
Pumpwerk	100.000			
RHB/Sickerbecken, Volumen	15.000	35000	5.700	
spez. Kosten [€/m³]	50	50	50	
Kosten RHB/Sickerbecken	750.000	1.750.000	285.000	
Dezentrale RWB, Fläche			198.000	241.788
spez. Kosten [€/m²]			15	15
Kosten Dezentrale RWB			2970000	3626820
<i>Kosten, gesamt (grobe Schätzung)</i>	<i>3.965.000</i>	<i>4.465.000</i>	<i>4.884.000</i>	<i>3.626.820</i>

Tabelle 22: Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Gewerbegebiet Südring

Variante	Var. SÜD_1	Var. SÜD_2	Var. SÜD_3	Var. SÜD_4
Kurz-beschreibung	RW-Kanalisation & RHB	RW-Kanalisation & Sickerbecken	Dez. RWB Grundstücke & zentrl. Sickerbecken für Straßen	Komplett dez. RWB
Stoffrückhalt	-	+	+	+
Wasserbilanz	-	-	+-	+
Energieverbrauch	- *	++	++	++
Invest.-Kosten in Mio. €	4,0	4,5	4,8	3,7

* aufgrund der problematischen Anschlussverhältnisse ist ggf. eine Hebung erforderlich.

5.4.3 Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung

5.4.3.1 Anschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung

Die Wasserversorgung über das öffentliche Netz der Berliner Wasserbetriebe ist unproblematisch. Sowohl im Tempelhofer Damm als auch in der Oberlandstraße liegen Haupttrinkwasserleitungen an. Aus Gründen der Versorgungssicherheit wird sicherlich ein Anschluss an beiden Punkten erfolgen (s. Abbildung 68). Eine Kostenschätzung für die konventionelle Wasserversorgung zeigt Tabelle 23.



Abbildung 68: Anschluss an öffentliche TW-Versorgung im Gewerbegebiet Südring

Tabelle 23: Kostenschätzung Wasserversorgung im Gewerbegebiet Südring

Trinkwasserleitung		
Leitungslänge	2000	m
Tiefenlage	2,00	m
DN max.	100	mm
spez. Kosten 2003	100	€/m
Preisindex 2003	98%	
Preisindex 2011	115%	
spez. Kosten 2011	117	€/m
gewählt	125	€/m
Kosten	250.000	€

5.4.3.2 Anschluss an die öffentliche Schmutzwasserentsorgung

Ebenso unproblematisch ist der Anschluss an die öffentliche Schmutzwasserentsorgung der Berliner Wasserbetriebe (Abbildung 69). Die Fließrichtung der Schmutzwasserkanalisation würde zweckmäßigerweise dem Geländegefälle folgen, das hier von Osten nach Westen hin verläuft. Im Tempelhofer Damm liegt ein öffentlicher Schmutzwasserkanal an den angeschlossen werden könnte ohne die U-Bahn queren zu müssen (anders als beim Regenwasser). Eine Kostenschätzung für die konventionelle Schmutzwasserentsorgung zeigt Tabelle 24.



Abbildung 69: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Gewerbegebiet Südring

Tabelle 24: Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Gewerbegebiet Südring

Schmutzwasserkanalisation		
Kanallänge	1810	m
Tiefenlage	3,00	m
DN max.	250	mm
spez. Kosten 2003	320	€/m
Preisindex 2003	98%	
Preisindex 2011	115%	
spez. Kosten 2011	376	€/m
gewählt	400	€/m
Kosten	724.000	€

5.4.3.3 Alternative Wasserver- und Abwasserentsorgung

Auch für Gewerbegebiete kann eine Verwendung von alternativen Wasserver- und Abwasserentsorgungssystemen in Erwägung gezogen werden. Insbesondere die Aufbereitung von Betriebswasser und die Nutzung von Regenwasser bieten sich an.

Auf betrieblicher Ebene ist das Recycling von Produktionswässern und die Nutzung von Regenwasser bereits Stand der Technik und wird verbreitet praktiziert. Da derzeit keine genauen Kenntnisse über die zukünftigen Gewerbe-betriebe vorliegen, können hierzu aber keine weiteren Aussagen getroffen werden.

Neu ist dagegen das betriebsübergreifende Recycling von Produktionswässern bzw. Nutzung von Regenwasser. Für die Nachnutzung des Flughafens Tegel (Umnutzung des Terminals, Schaffung neuer Gewerbeflächen) wurde in 2011 eine Machbarkeitsstudie zu dieser Thematik erstellt.



Abbildung 70: Machbarkeitsstudie TXL

Außerdem läuft derzeit ein Antrag für ein Forschungsvorhaben beim BMBF mit Unterstützung durch SenStadt, SenGUV, SenWirtschaft und den BWB. Für das Gewerbegebiet Südring müsste geklärt werden, ob hier ein entsprechendes Pilotprojekt initiiert werden soll.

5.5 Bildungsquartier Tempelhofer Damm

5.5.1 Grundlagen

5.5.1.1 Wasserbedarf

Der Wasserbedarf von geplanten Mischgebieten lässt sich ohne genaue Kenntnis der späteren Nutzer nur recht grob abschätzen.

Für die Gewerbeflächen wird ein Wasserbedarf von $4,0 \text{ m}^3/(\text{ha} \times \text{d})$ angenommen. Bei 5,8 ha (Mischfläche abzgl. 25% Wohnen) sind dies ca. $24 \text{ m}^3/\text{d}$ oder $6.000 \text{ m}^3/\text{a}$ (bei 250 Arbeitstagen).

Relativ gut kalkulierbar ist der Bedarf für die Wohnquartiere. Im Bildungsquartier sind ca. 480 WE mit 960 EW geplant. Pro Einwohner und Tag wird ein Wasserbedarf von 115 l angesetzt.

Der Wasserbedarf der ZLB kann grob über die Besucher- und Beschäftigtenzahl abgeschätzt werden. Gemäß des Jahresbericht (letzte verfügbare Ausgabe 2008) des Vorstands der Stiftung Zentral- und Landesbibliothek Berlin (Datengrundlage Nr. 13) ist mit ca. 1,5 Mio. „realen“ Besuchern pro Jahr zu rechnen. Bei ca. 300 Öffnungstagen im Jahr sind dies etwa 5.000 Besucher pro Tag. Außerdem waren in 2008 ca. 325 Mitarbeiter bei der ZLB beschäftigt. Insgesamt kann also von 5.325 Besuchern+Beschäftigten (B) ausgegangen werden. Analog zu Schulen wird der Wasserbedarf mit $10,0 \text{ l}/(\text{B d})$ abgeschätzt.

Daraus errechnet sich ein Wasserbedarf von ca. $Q_{\text{dm}}=180 \text{ m}^3/\text{d}$. Der jährliche Wasserverbrauch beträgt damit ca. $66.000 \text{ m}^3/\text{a}$. Der stündliche Spitzenbedarf wird über einen Spitzenfaktor berechnet und beträgt ca. $14,0 \text{ l/s}$.

5.5.1.2 Schmutzwasseranfall

Der Schmutzwasseranfall (bei konventioneller Entwässerung im Trennsystem) entspricht im Mittel näherungsweise dem Wasserbedarf. Der tägliche Schmutzwasserabfluss wird demnach mit $180 \text{ m}^3/\text{d}$, der Jahresschmutzwasserabfluss mit $66.000 \text{ m}^3/\text{a}$ abgeschätzt. Der stündliche Spitzenabfluss wird nach DWA A 118 über einen sogenannten Stundenwert (in Großstädten $1/16$) berechnet. Der maßgebende Schmutzwasserabfluss beträgt somit $Q_{\text{H}}=165/16=10,3 \text{ m}^3/\text{h}=3,1 \text{ l/s}$.

Für die Bemessung von Schmutzwasserleitungen und -pumpwerken ist darüber hinaus nach DWA A118 ein Fremdwasserabfluss bei Trockenwetter in der Größenordnung von $0,05$ bis $0,15 \text{ l}/(\text{s ha})$ anzusetzen. Für das Bildungsquartier wird ein Fremdwasserabfluss von $Q_{\text{F}}=10,4 \text{ ha} \cdot 0,1 \text{ l}/(\text{s ha})=1,0 \text{ l/s}$ berücksichtigt. Ein „unvermeidbarer Regenabfluss im Schmutzwasserkanal“ (nach A118) wird nicht berücksichtigt.

Der für die Bemessung von Schmutzwasserkanälen maßgebende Abfluss Q_{T} beträgt somit:

$$Q_{\text{T}} = Q_{\text{H}} + Q_{\text{F}} = 3,1 + 1,0 = 4,1 \text{ l/s.}$$

5.5.1.3 Regenwasserdargebot

Der Regenwasseranfall im Bildungsquartier basiert auf einer Abschätzung der Flächenbilanz (Tabelle 19). Unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen (grün hinterlegte Felder in Tabelle 19) beträgt die versiegelte Fläche insgesamt ca. 134.000 m².

Das Regenwasserdargebot zeigt Tabelle 12. Der Spitzenabfluss würde beim 1-jährlichen Bemessungsregen ($r_{15,1} = 115 \text{ l/(s ha)}$) ca. 1.5 m³/s betragen.

Tabelle 25: Flächenbilanz Bildungsquartier

Flächenbilanz			
Gesamtfläche Quartier		23,3 ha	
<i>Baugrundstücke</i>	Wohnen/Misch	ZLB	Gesamt
Nettobaufläche	7,8	2,6	10,4 ha
GRZ	0,6	0,8	
Dachfläche	46.800	20.800	67.600 m ²
Max. Versiegelungsgrad	80%	90%	
Sonstige versiegelte Fläche (Grundstücke)	15.600	2.600	18.200 m ²
Grundstücksfläche, unversiegelt	15.600	2.600	18.200 m ²
<i>Verkehrsflächen</i>			
Länge der Straßen, Haupteerschließung		450 m	
Straßenraumbreite, Haupteerschließung		22 m	
Versiegelungsgrad, Haupteerschließung		90%	
Versiegelte Flächen, Haupteerschließung		8.910 m ²	
Straßenbegleitgrün, Haupteerschließung		990 m ²	
Länge der Straßen, Nebeneerschließung		300 m	
Straßenraumbreite, Nebeneerschließung		20 m	
Versiegelungsgrad, Nebeneerschließung		90%	
Versiegelte Flächen, Nebeneerschließung		5.400 m ²	
Straßenbegleitgrün, Haupteerschließung		600 m ²	
Verkehrsflächen, insgesamt			15.900 m ²
Verkehrsflächen (versiegelt)			14.310 m ²
Straßenbegleitgrün			1.590 m ²
<i>Grünflächen</i>			
Grünfläche, insgesamt			113.100 m ²
Ehemalige Start-und-Landebahn (Nord)			11.513 m ²
Ehemalige Start-und-Landebahn (Süd)			13.467 m ²
Grünfläche			88.120 m ²
Anteil versiegelter Flächen im Grünbereich		10%	
Versiegelte Flächen im Grünbereich (o. S&L-Bahn)			8.812 m ²
Grünfläche, unversiegelt			79.308 m ²

Tabelle 26: Regenwasseranfall im Bildungsquartier

Regenwasseranfall	Typ	Fläche	N _{brutto}	Ψ _{mittel}	N _{netto}	N _{verdunst.}
Teilfläche		[m ²]	[m ³ /a]	[-]	[m ³ /a]	[m ³ /a]
Dachflächen, Mischgebiet	Flachdach	46.800	28.080	0,80	22.464	5.616
Dachflächen, ZLB	Flachdach	20.800	12.480	0,80	9.984	2.496
Sonstige versiegelte Fläche, Mischgebiet	Hofffläche	15.600	9.360	0,60	5.616	3.744
Sonstige versiegelte Fläche, ZLB	Hofffläche	2.600	1.560	0,60	936	624
Straßenfläche	Verkehrsfläche	14.310	8.586	0,90	7.727	859
Versiegelte Flächen im Grünbereich (m. S&L-Bahn)	Hofffläche	33.792	20.275	0,60	12.165	8.110
Gesamte versiegelte Fläche		133.902	80.341		58.893	21.449

5.5.2 Regenwasserbewirtschaftung

5.5.2.1 Variante BILD_1: Konventionelle Regenwasserentsorgung mit Regenrückhaltung

Eine konventionelle Regenwasserentsorgung mit direktem Anschluss an das vorhandene Trennsystem (ohne Rückhaltung) kommt für das Baugebiet nicht in Betracht, da die Kanäle im Tempelhofer Damm nicht die erforderlichen Kapazitäten aufweisen (s. Kapitel 4.4.3). Als weitere Schwierigkeit ist zu beachten, dass ein Anschluss aufgrund der U-Bahn wohl nicht im Freigefälle erfolgen könnte.

Denkbar wäre allenfalls eine gedrosselte Ableitung, d.h. die Regenabflüsse müssen zentral oder dezentral soweit retendiert werden, dass ein Anschluss an die vorhandenen Kanäle möglich wird. Basierend auf Erfahrungen aus anderen Baugebieten wird im Rahmen des Konzeptes von einer zulässigen Drosselspende von 5 l/(s ha) ausgegangen. Eine genaue Festlegung der zulässigen Drosselspende durch die BWB könnte (wie beim Gewerbegebiet Südring auch) erst nach eingehender Prüfung erfolgen.

Die Fließrichtung der Regenwasserkanalisation würde dem Geländegefälle folgend von Süden nach Norden hin verlaufen (Abbildung 72). Als Standort für das in dieser Variante erforderliche Regenrückhaltebecken würde sich die Grünfläche im Bereich nord-östlich der S+L-Bahn anbieten. Aus wasserwirtschaftlicher Sicht wäre auch ein Standort auf dem Parkgelände östlich des Bildungsquartiers denkbar.

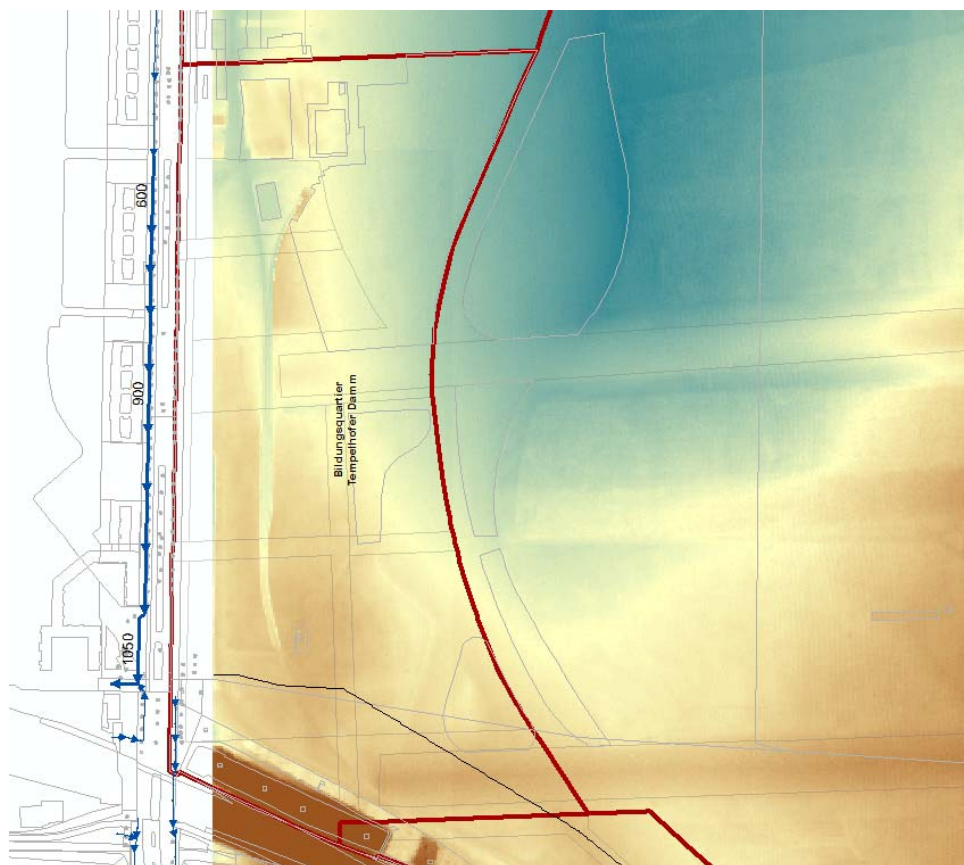


Abbildung 71: Gefällesituation und Lage der Mischwasserkanalisation, Bildungsquartier

Eine überschlägige Dimensionierung der Regenwasserkanalisation ergibt erforderliche Durchmesser (in der Endhaltung) von ca. DN 1200.

Das erforderliche Volumen des Regenrückhaltebeckens (RHB) wurde per Langzeitsimulation bestimmt. Bei einer Böschungsneigung von 1:5 (naturnah gestaltetes Erdbecken) und einer Tiefe von 3,0 m, (max. Einstautiefe 2,0 m) hätte das RHB (90x50m) einen Flächenbedarf von ca. 4.500 m². Das benötigte Rückhaltevolumen beträgt ca. 4.200 m³, das Aushubvolumen ca. 8.100 m³.

Die Ablaufleitung des Rückhaltebeckens müsste einen Durchmesser von DN 400 haben (Drosselabfluss $Q_{dr} = 5 \text{ l/s ha} \cdot 14 \text{ ha} = 67 \text{ l/s}$). Eine Anbindung an den Regenwasserkanal im Tempelhofer Damm könnte allerdings problematisch werden, da der öffentliche Regenwasserkanal auf der westlichen Straßenseite liegt und die U-Bahn mit ihren relativ geringen Überdeckungen zu kreuzen wäre.

Generell ist auch hier wie beim Gewerbegebiet Südring zu beachten, dass ein Rückhaltebecken keinen Stoffrückhalt bewirkt. Es wird davon ausgegangen, dass am Auslass der Kanalisation eine entsprechende Regenwasserbehandlung vorgenommen wird. Eine Regenwasserbehandlung vor Ort (z.B. durch Regenklärbecken, Retentionsbodenfilter) wäre bei dieser Variante nicht sinnvoll, da die Abflüsse durch die Einleitung in die öffentliche Regenwasserkanalisation wieder mit unbehandelten Niederschlagsabflüssen vermischt werden.



Abbildung 72: Variante BILD_1, schematische Darstellung

5.5.2.2 Variante BILD_2: Regenwasserableitung mit zentraler Versickerung

Denkbar für den Standort ist auch eine Regenwasserkanalisation mit zentraler Versickerung.

Genauere Unterlagen über die Versickerungsbedingungen an dem Standort liegen nicht vor. Für die Bemessung wird deshalb entsprechend den allgemeinen Ausführungen in Abschnitt 4.3 ein relativ ungünstiger k_f -Wert von $1 \cdot 10^{-6}$ m/s angesetzt. Dieser Wert sollte im Zuge weiterer Planungen unbedingt durch Messungen der Infiltrationsleistung vor Ort geprüft werden. Weiterhin ist zu bedenken, dass der Standort in der Nähe der Altlastenverdachtsfläche „Alte Tankstelle“ liegt.

Das erforderliche Rückhaltevolumen des Versickerungsbeckens wurde per Langzeitsimulation bestimmt. Eine mögliche Anordnung zeigt Abbildung 53 (schematisch).

- Erforderliches Speichervolumen, ca. 10.800 m³
- Sohlfläche (ohne Böschungen) 4.700 m²
- Grundfläche (inkl. Böschungen) 70 x 100 m = 7.000 m²
- Tiefe (max. Einstau 2,0 m) 3,0 m
- Böschungsneigung 1:2,5
- Aushubvolumen, ca. 17.400 m³

Das Verhältnis $A_u : A_s$ (angeschlossene Fläche zu Sickerfläche) würde damit ca. 28:1 betragen. Aufgrund der relativ geringen stofflichen Belastung (Mischgebiet/ZLB) wäre dies auch aus stofflicher Sicht ausreichend.



Abbildung 73: Variante BILD_2, schematische Darstellung

5.5.2.3 Variante BILD_3: DezRWB auf den Grundstücken mit zentraler Versickerung der Straßen

Wie auch bei den anderen Quartieren wird mit der Variante BILD_3 die Kombination einer zentralen Versickerung der Straßen mit einer dezentralen Bewirtschaftung auf den Grundstücken untersucht.

Durch die dezentrale Bewirtschaftung der Grundstücke kann das verbleibende Sickerbecken für die Straßenabflüsse deutlich kleiner ausgeführt werden. Anstatt 10.800 m³ Rückhaltevolumen sind nur noch 1.300 m³ (2.250 m³ Aushubvolumen) erforderlich. Allerdings ist auch in dieser Variante noch ein Regenwasserkanal jedoch mit geringeren Abmessungen (DN 600 anstatt DN 1200) erforderlich.

5.5.2.4 Variante BILD_4: DezRWB auf den Grundstücken und im Straßenbereich

Variante BILD_4 beinhaltet eine komplette dezentrale Regenwasserbewirtschaftung von Grundstücks- und Straßenabflüssen. Es gelten die bereits für die Quartiere Oderstraße und Gewerbegebiet Südring gemachten Empfehlungen.

5.5.2.5 Variante BILD_5: DezRWB mit RW-Nutzung im Gebäude

In Variante BILD_5 wird die RW-Nutzung im Gebäude betrachtet.

Das Regenwasserdargebot von den Dachflächen (Wohnen + ZLB = 68.000 m², s. Tabelle 26) beträgt ca. 27.600 m³. Dabei ist berücksichtigt, dass Zisternen i.d.R. auf einen Deckungsgrad von 80-90% bemessen werden (hier gewählt 85%), da sonst das benötigte Speichervolumen sehr groß und damit unwirtschaftlich würde.

Der Wasserbedarf im Bildungsquartier beträgt insgesamt ca. 66.000 m³, davon sind ca. 33.000 m³ prinzipiell durch Regenwasser substituierbar (s. Abbildung 55). In diesem Quartier ist somit nahezu eine vollständige Substitution möglich. Insbesondere für die ZLB bietet sich ein Betrieb der Toilettenspülung mit Regenwasser an. Es wird ein Zisternenvolumen von ca. 2.000 m³ (entspricht ca. 3 m³/100 m² Dachfläche) benötigt.

5.5.2.6 Bewertung der Varianten

Für die verschiedenen Varianten zur Regenwasserbewirtschaftung wurden die Kosten grob abgeschätzt (Tabelle 27). Eine vergleichende Bewertung zeigt Tabelle 28.

Tabelle 27: Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Bildungsquartier

Kosten	Var. BILD_2	Var. BILD_3	Var. BILD_4	Var. BILD_5
RW-Kanalisation, Länge	750	750		
DN max.	1200	600		
spez. Kosten	1200	500		
Kosten	900.000	375.000		
Sickerbecken	17.400	2.250		
spez. Kosten	50	50		
Kosten	870.000	112.500		
Dezentrale RWB, Fläche		120.000	134.000	66.000
spez. Kosten [€/m²]		20	20	20
Kosten Dezentrale RWB		2.400.000	2.680.000	1.320.000
Zisterne, Volumen				2.000
spez. Kosten [€/m³]				1.000
Kosten Zisterne				2.000.000
<i>Kosten, gesamt (grobe Schätzung)</i>	<i>1.770.000</i>	<i>2.887.500</i>	<i>2.680.000</i>	<i>3.320.000</i>

Die Kosten für ein separates Betriebswassernetz in der Variante BILD_5 sind sehr individuell und können beim derzeitigen Planungsstand nicht beziffert werden. Gleiches gilt für die Betriebskosten der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung.

Tabelle 28: Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Bildungsquartier

Variante	Var. BILD_1	Var. BILD_2	Var. BILD_3	Var. BILD_4	Var. BILD_5
Kurzbeschreibung	RW-Kanalisation Anschluss an Mischsystem	RW-Kanalisation & Sickerbecken	Dez. RWB Grundstücke & zentrl. Sickerbecken für Straßen	Komplett dez. RWB	Komplett dez. RWB mit RW-Nutzung
Stoffrückhalt	--	+	+	+	+
Wasserbilanz	--	-	+-	+	+
Energieverbrauch	-	++	++	++	+-
Flächenbedarf	+	-	+-	+	+
Invest.-Kosten in Mio. €	nicht berechnet	1,8	2,9	2,7	3,3
Sonstiges	nicht realisierbar!				Einsparung beim TW- Verbrauch

5.5.3 Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung

5.5.3.1 Anschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung

Die Wasserversorgung über das öffentliche Netz der Berliner Wasserbetriebe ist im Bildungsquartier ebenfalls unproblematisch. Im Tempelhofer Damm liegt eine Trinkwasserleitung der BWB an. Aus Gründen der Versorgungssicherheit wird eine Verbindung mit der Wasserversorgung des Gewerbegebietes Südring empfohlen. Eine Kostenschätzung für die konventionelle Wasserversorgung zeigt Tabelle 29.



Abbildung 74: Anschluss an die öffentliche TW-Versorgung im Bildungsquartier

Tabelle 29: Kostenschätzung Wasserversorgung im Bildungsquartier

Trinkwasserleitung		
Leitungslänge	750	m
Tiefenlage	2,00	m
DN max.	100	mm
spez. Kosten gewählt	120	€/m
Kosten	90.000	€

5.5.3.2 Anschluss an die öffentliche Schmutzwasserentsorgung

Der Anschluss an den öffentlichen Schmutzwasserkanal der Berliner Wasserbetriebe gestaltet sich aufgrund der U-Bahntrasse nicht unproblematisch. Es ist fraglich, ob aufgrund der geringen Überdeckung eine Anbindung im Freigefälle erfolgen kann. Eine genaue Aussage kann aber erst getroffen werden, wenn die Tiefenlage des Abwasserkanals feststeht. Gegenfalls muss das Schmutzwasser mit einer Hebeanlage in Richtung Tempelhofer Damm gepumpt werden, was aber bei den relativ geringen Mengen unproblematisch wäre. Eine Kostenschätzung für die konventionelle Schmutzwasserentsorgung zeigt Tabelle 16.



Abbildung 75: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Bildungsquartier

Tabelle 30: Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Bildungsquartier

Schmutzwasserkanalisation		
Kanallänge	750	m
Tiefenlage	3,00	m
DN max.	250	Mm
spez. Kosten in €/lfd. m	400	€/m
Kanalbaukosten	300.000	€
Abwasserhebeanlage	30.000	€
Kosten	330.000	€

5.5.3.3 *Alternative Wasserver- und Abwasserentsorgung*

Auch für das Bildungsquartier kann eine alternative Wasserver- und Abwasserentsorgung in Erwägung gezogen werden. Es gelten die Aussagen für das Quartier Oderstraße.

Interessant für den ZLB-Standort ist noch eine andere Option, die Wärmerückgewinnung aus Abwasser. Am 7.12.2011 haben Herr Hakan Kurc (berlinwasser) und Herr Wetzel (Absolvent Beuth-Hochschule) die Wärmerückgewinnung aus Abwasser am Beispiel der Zentralen- und Landesbibliothek Berlin vorgestellt.

Im Rahmen der Bachelorarbeit von Herrn Wetzel wurde mit berlinwasser die Wärmeversorgung bzw. Kühlung der ZLB untersucht. In Anlehnung an die Baumassenstudie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung wurde die Arbeit erstellt. Dabei erfolgt die Umsetzung bzw. der Einbau der Wärmetauscher in Abwasserdruckrohrleitungen (ADL) mit DN 1000 auf 40 m Länge unter dem Tempelhofer Damm.

In der vorgestellten Variante wurden 70% des Wärmebedarfs über Wärmerückgewinnung und 30% über konventionelle Brennkessel (Wärmespeicher) bereitgestellt. Höhere Anteile durch Wärmerückgewinnungen vorzuhalten sind unwirtschaftlich. Die Investitionskosten für diesen Lösungsvorschlag liegen bei 275.000 € und amortisieren sich im Vergleich zur konventionellen Versorgung im 10. Betriebsjahr. Vorteil dieser Maßnahme ist die jährliche Reduzierung der CO₂-Emission um rund 200 t. Weitere Reduzierungen des CO₂-Ausstoßes können in Kombination mit regenerativer Energieversorgung (bspw. Photovoltaikanlagen für den Betrieb der Wärmepumpen) erreicht werden.

5.6 Gesundheitsquartier Columbiadamm

5.6.1 Grundlagen

5.6.1.1 Wasserbedarf

Von allen Quartieren gestaltet sich die Wasserbedarfsschätzung im Gesundheitsquartier am schwierigsten. Erfahrungsgemäß haben gesundheitsaffine Nutzungen wie z.B. Krankhäuser, Reha-Kliniken, Heilbäder, etc. einen hohen Wasserbedarf. Gleiches gilt für den Bereich Sport&Freizeit. Allerdings liegen für das Gesundheitsquartier bislang keine konkreten Überlegungen für die Art der Nutzung vor.

In einer früheren Pressemitteilung wurde die Zahl von 100.000 Patienten genannt. Bei dieser Annahme würde der tägliche Bedarf gemäß Arbeitsblatt W 410 (spez. Verbrauch $0,34 \text{ m}^3/(\text{PB d})$) ca. $93 \text{ m}^3/\text{d}$ betragen. Ein alternativer Ansatz über die Bettenzahl (Annahme 500 Betten) ergibt bei einem spez. Verbrauch von $0,45 \text{ m}^3/(\text{B d})$ einen täglichen Verbrauch von $225 \text{ m}^3/\text{d}$. Im Weiteren wird von einem täglichen Verbrauch von $225 \text{ m}^3/\text{d}$ ausgegangen. Bei näherer Kenntnis der geplanten Nutzung muss diese Abschätzung entsprechend aktualisiert werden.

Für die Wohngebietsanteile wird von 500 WE bzw. 1.000 EW ausgegangen. Pro Einwohner und Tag wird ein Wasserbedarf von 115 l/d angesetzt.

Daraus errechnet sich ein Wasserbedarf von ca. $Q_{\text{dm}}=340 \text{ m}^3/\text{d}$. Der jährliche Wasserverbrauch beträgt damit ca. $124.000 \text{ m}^3/\text{a}$. Der stündliche Spitzenbedarf wird über einen Spitzenfaktor berechnet und beträgt ca. 23 l/s .

5.6.1.2 Schmutzwasseranfall

Der Schmutzwasseranfall (bei konventioneller Entwässerung im Trennsystem) entspricht im Mittel näherungsweise dem Wasserbedarf. Der tägliche Schmutzwasserabfluss wird demnach mit $340 \text{ m}^3/\text{d}$, der Jahresschmutzwasserabfluss mit $124.000 \text{ m}^3/\text{a}$ abgeschätzt. Der stündliche Spitzenabfluss wird nach DWA A 118 über einen sogenannten Stundenwert (in Großstädten $1/16$) berechnet. Der maßgebende Schmutzwasserabfluss beträgt somit $Q_{\text{H}}=340/16=21 \text{ m}^3/\text{h}=6 \text{ l/s}$.

Für die Bemessung von Schmutzwasserleitungen und -pumpwerken ist darüber hinaus nach DWA A118 ein Fremdwasserabfluss bei Trockenwetter in der Größenordnung von $0,05$ bis $0,15 \text{ l/(s ha)}$ anzusetzen. Für das Gesundheitsquartier wird ein Fremdwasserabfluss von $Q_{\text{F}}=19,5 \text{ ha} \cdot 0,1 \text{ l/(s ha)}=2 \text{ l/s}$ berücksichtigt. Ein „unvermeidbarer Regenabfluss im Schmutzwasserkanal“ (nach A118) wird nicht berücksichtigt.

Der für die Bemessung von Schmutzwasserkanälen maßgebende Abfluss Q_{T} beträgt somit:

$$Q_{\text{T}}=Q_{\text{H}}+Q_{\text{F}}=6,0+2,0=8,0 \text{ l/s.}$$

5.6.1.3 Regenwasserdargebot

Der Regenwasseranfall im Gesundheitsquartier basiert auf einer Abschätzung der Flächenbilanz (Tabelle 31). Unter Berücksichtigung der getroffenen Annahmen beträgt die versiegelte Fläche insgesamt ca. 104.000 m².

Das Regenwasserdargebot zeigt Tabelle 26. Der Spitzenabfluss würde beim 1-jährlichen Bemessungsregen ($r_{15,1} = 115 \text{ l/(s ha)}$) ca. 1.2 m³/s betragen.

Tabelle 31: Flächenbilanz Gesundheitsquartier

Flächenbilanz			
Gesamtfläche Quartier		19,5 ha	
<i>Baugrundstücke</i>	Wohnen	Gesundheit	Gesamt
Nettobaufläche	3,3	8,7	12 ha
GRZ	0,6	0,5	
Dachfläche	19.800	43.500	63.300 m ²
Max. Versiegelungsgrad	80%	60%	
Sonstige versiegelte Fläche (Grundstücke)	6.600	8.700	15.300 m ²
Grundstücksfläche, unversiegelt	6.600	34.800	41.400 m ²
<i>Verkehrsflächen</i>			
Länge der Straßen, Haupteerschließung		730 m	
Straßenraumbreite, Haupteerschließung		22 m	
Versiegelungsgrad, Haupteerschließung		90%	
Versiegelte Flächen, Haupteerschließung		14.454 m ²	
Straßenbegleitgrün, Haupteerschließung		1.606 m ²	
Länge der Straßen, Nebeneerschließung		380 m	
Straßenraumbreite, Nebeneerschließung		16 m	
Versiegelungsgrad, Nebeneerschließung		90%	
Versiegelte Flächen, Nebeneerschließung		5.472 m ²	
Straßenbegleitgrün, Haupteerschließung		608 m ²	
Verkehrsflächen, insgesamt			22.140 m ²
Verkehrsflächen (versiegelt)			19.926 m ²
Straßenbegleitgrün			2.214 m ²
<i>Grünflächen</i>			
Grünfläche			52.860 m ²
Anteil versiegelter Flächen im Grünbereich		10%	
Versiegelte Flächen im Grünbereich (o. S&L-Bahn)			5.286 m ²
Grünfläche, unversiegelt			47.574 m ²

Tabelle 32: Regenwasseranfall im Gesundheitsquartier

Regenwasseranfall	Typ	Fläche [m ²]	N _{brutto} [m ³ /a]	Ψ _{mittel} [-]	N _{netto} [m ³ /a]	N _{verdunst.} [m ³ /a]
Teilfläche						
Dachflächen, Wohnen	Flachdach	19.800	11.880	0,80	9.504	2.376
Dachflächen, Gesundheit/Freizeit	Flachdach	43.500	26.100	0,80	20.880	5.220
Sonstige versiegelte Fläche, Wohnen	Hofffläche	6.600	3.960	0,60	2.376	1.584
Sonstige versiegelte Fläche, Gesundheit	Hofffläche	8.700	5.220	0,60	3.132	2.088
Straßenfläche	Verkehrsfläche	19.926	11.956	0,90	10.760	1.196
Versiegelte Flächen im Grünbereich	Hofffläche	5.286	3.172	0,60	1.903	1.269
Gesamte versiegelte Fläche		103.812	62.287		48.555	13.732

5.6.2 Regenwasserbewirtschaftung

5.6.2.1 Variante GES_1: Konventionelle Regenwasserentsorgung mit Regenrückhaltung

Eine Ableitung von Regenwasser in den Regenwasserkanal im Columbiadamm wäre rein aus Sicht der Anschlussmöglichkeiten durchaus möglich. Allerdings würde dies eine weitere Zunahme der angeschlossenen Fläche für das RHB Lilienthalstraße bedeuten, was aus den in Kapitel 5.2 genannten Gründen nicht erwünscht ist. Insofern wird diese Variante hier nicht weiter betrachtet.

5.6.2.2 Variante GES_2: Regenwasserableitung mit zentraler Versickerung

Für den Standort ist eine Regenwasserkanalisation mit zentraler Versickerung denkbar. Diese könnte eigenständig oder in Kombination mit Variante THF_3 erfolgen. Dabei müssten die erforderlichen Rückhaltevolumen und Sickerflächen addiert werden. Im Weiteren wird von einer eigenständigen Versickerung für das Gesundheitsquartier ausgegangen. Im Vergleich zu Variante THF_3 kann das Becken dann deutlich flacher ausgebildet werden.

Ein möglicher Standort für ein zentrales Versickerungsbecken würde sich im Südwesten des Quartiers befinden. Dort befindet sich auch der tiefste Punkt des Quartiers (Abbildung 76).



Abbildung 76: Gefälleverhältnisse im Gesundheitsquartier

Die Versickerungsbedingungen an dem Standort sind wie bereits in Abschnitt 5.2.3 ausgeführt relativ günstig. Für die Bemessung wird ein kf-Wert von $1 \cdot 10^{-5}$ m/s angesetzt. Wie alle kf-Werte sollte dieser Wert im Zuge weiterer Planungen unbedingt durch Messungen der Infiltrationsleistung vor Ort geprüft werden.

Das erforderliche Rückhaltevolumen des Versickerungsbeckens wurde per Langzeitsimulation bestimmt. Eine mögliche Anordnung zeigt Abbildung 77 (schematisch).

- Erforderliches Speichervolumen, ca. 4.800 m³
- Sohlfläche (ohne Böschungen) 1.900 m²
- Grundfläche (inkl. Böschungen) 40 x 90 m = 3.600 m²
- Tiefe (max. Einstau 2,0 m) 3,0 m
- Böschungsneigung 1:2,5
- Aushubvolumen, ca. 8.100 m³

Das Verhältnis $A_u : A_s$ (angeschlossene Fläche zu Sickerfläche) würde damit ca. 28:1 betragen. Aufgrund der relativ geringen stofflichen Belastung (Mischgebiet) wäre dies auch aus stofflicher Sicht ausreichend.



Abbildung 77: Variante GES_2, schematische Darstellung

Der RW-Kanal müsste in der Endhaltung eine Leistungsfähigkeit von min. 1.25 m³/s aufweisen. Dafür wäre ein Durchmesser von DN 1200 erforderlich.

5.6.2.3 Variante GES_3: DezRWB auf den Grundstücken mit zentraler Versickerung der Straßen

Wie auch bei den anderen Quartieren wird mit der Variante GES_3 die Kombination einer zentralen Versickerung der Straßen mit einer dezentralen Bewirtschaftung auf den Grundstücken untersucht.

Durch die dezentrale Bewirtschaftung der Grundstücke kann das verbleibende Sickerbecken für die Straßenabflüsse deutlich kleiner ausgeführt werden. Anstatt 4.800 m³ Rückhaltevolumen sind nur noch 1.300 m³ (2.250 m³ Aushubvolumen) erforderlich. Allerdings ist auch in dieser Variante noch ein Regenwasserkanal jedoch mit geringeren Abmessungen (DN 600 anstatt DN 1200) erforderlich.

5.6.2.4 Variante GES_4: DezRWB auf den Grundstücken und im Straßenbereich

Variante GES_4 beinhaltet eine komplette dezentrale Regenwasserbewirtschaftung von Grundstücks- und Straßenabflüssen. Es gelten die bereits für die Quartiere Oderstraße und Gewerbegebiet Südring gemachten Empfehlungen.

5.6.2.5 Variante GES_5: DezRWB mit RW-Nutzung im Gebäude

In Variante GES_5 wird die RW-Nutzung im Gebäude betrachtet.

Das Regenwasserdargebot von den Dachflächen (Wohnen + Gesundheit/Freizeit = 63.000 m², s. Tabelle 25) beträgt ca. 26.000 m³. Dabei ist berücksichtigt, dass Zisternen i.d.R. auf einen Deckungsgrad von 80-90% bemessen werden (hier gewählt 85%), da sonst das benötigte Speichervolumen sehr groß und damit unwirtschaftlich würde.

Der Wasserbedarf im Gesundheitsquartier beträgt entsprechend den genannten Annahmen insgesamt ca. 124.000 m³. Wie groß der prinzipiell durch Regenwasser substituierbare Anteil ist, kann nur schlecht quantifiziert werden (Gesundheits-, Freizeitnutzung). Es kann aber davon ausgegangen werden, dass zumindest die Toilettenspülung durch Regenwasser betrieben werden kann.

5.6.2.6 Bewertung der Varianten

Für die verschiedenen Varianten zur Regenwasserbewirtschaftung wurden die Kosten grob abgeschätzt (Tabelle 33). Eine vergleichende Bewertung zeigt Tabelle 34.

Tabelle 33: Kostenschätzung Regenwasserbewirtschaftung Gesundheitsquartier

Kosten	Var. GES 2	Var. GES 3	Var. GES 4
RW-Kanalisation, Länge	1300	1300	
DN max.	1200	600	
spez. Kosten	1200	500	
Kosten	1.560.000	650.000	
Sickerbecken	8.100	2.450	
spez. Kosten	50	50	
Kosten	405.000	122.500	
Dezentrale RWB, Fläche		84.000	104.000
spez. Kosten [€/m²]		20	20
Kosten Dezentrale RWB		1.680.000	2.080.000
Zisterne, Volumen			
spez. Kosten [€/m³]			
Kosten Zisterne			
<i>Kosten, gesamt (grobe Schätzung)</i>	<i>1.965.000</i>	<i>2.452.500</i>	<i>2.080.000</i>

Die Kosten für ein separates Betriebswassernetz sowie das benötigte Zisternenvolumen in der Variante GES_5 können beim derzeitigen Planungsstand nicht beziffert werden. Gleiches gilt für die Betriebskosten.

Tabelle 34: Variantenbewertung Regenwasserbewirtschaftung Gesundheitsquartier

Variante	Var. GES_1	Var. GES_2	Var. GES_3	Var. GES_4	Var. GES_5
Kurzbeschreibung	RW-Kanalisation Anschluss an RHB Lilienthalstraße	RW-Kanalisation & Sickerbecken	Dez. RWB Grundstücke & zentr. Sickerbecken für Straßen	Komplett dez. RWB	Komplett dez. RWB mit RW-Nutzung
Stoffrückhalt	--	+	+	+	+
Wasserbilanz	--	-	+-	+	+
Energieverbrauch	-	++	++	++	+-
Flächenbedarf	+	-	+-	+	+
Invest.-Kosten in Mio. €	nicht berechnet	2,0	2,5	2,1	nicht berechnet
Sonstiges	nicht realisierbar!				Einsparung beim TW- Verbrauch

5.6.3 Wasserver- und Schmutzwasserentsorgung

5.6.3.1 Anschluss an die öffentliche Trinkwasserversorgung

Die Wasserversorgung über das öffentliche Netz der Berliner Wasserbetriebe ist unproblematisch. Im Columbiadamm liegt eine Haupttrinkwasserleitung an. Aus Gründen der Versorgungssicherheit wird ein Anschluss an zwei Punkten empfohlen (Abbildung 78). Eine Kostenschätzung für die konventionelle Wasserversorgung zeigt Tabelle 35.

Abbildung 78: Anschluss an die öffentliche TW-Versorgung im Gesundheitsquartier



Tabelle 35: Kostenschätzung Wasserversorgung im Gesundheitsquartier

Trinkwasserleitung		
Leitungslänge	1.100	m
Tiefenlage	2,00	m
DN max.	100	mm
spez. Kosten gewählt	120	€/m
Kosten	132.000	€

5.6.3.2 Anschluss an die öffentliche Schmutzwasserentsorgung

Im Columbiadamm liegt im westlichen Teil des Quartiers ein Mischwasserkanal, im östlichen Teil ein Schmutzwasserkanal der Berliner Wasserbetriebe (Abbildung 79). Obwohl eigentlich ein Anschluss an den Schmutzwasserkanal zu bevorzugen wäre, ist der Mischwasserkanal aus Gründen des Geländegefälles besser geeignet. Ein Anschluss an den Schmutzwasserkanal ließe sich nur mit einer Hebeanlage realisieren. Eine Kostenschätzung für die konventionelle Schmutzwasserentsorgung zeigt Tabelle 36.

Abbildung 79: Anschluss an öffentliche Schmutzwasserentsorgung im Gesundheitsquartier



Tabelle 36: Kostenschätzung Schmutzwasserentsorgung im Gesundheitsquartier

Schmutzwasserkanalisation		
Kanallänge	1.100	m
Tiefenlage	3,00	m
DN max.	250	mm
spez. Kosten in €/lfd. m	400	€/m
Kanalbaukosten	440.000	€
Abwasserhebeanlage	0	€
Kosten	440.000	€

5.6.3.3 Alternative Wasserver- und Abwasserentsorgung

Auch für das Bildungsquartier kann eine alternative Wasserver- und Abwasserentsorgung in Erwägung gezogen werden. Es gelten die für das Quartier Oderstraße getroffenen Aussagen.

6 Zusammenfassung

Das vorliegende Konzept enthält Vorschläge für ein integriertes nachhaltiges Wassermanagement für die Tempelhofer Freiheit - bestehend aus dem historischen Flughafengebäude, der Parklandschaft auf dem ehemaligen Flugfeld und den zukünftigen Baufeldern (Gesundheitsquartier Columbiadamm, Wohngebiet Oderstraße, Gewerbegebiet Südring und Bildungsquartier Tempelhofer Damm.

Als Grundlage des Konzeptes wurden Ansätze und Ziele eines nachhaltigen Wassermanagements herausgearbeitet. Des Weiteren wurden umfangreiche Grundlagendaten (Boden, Altlasten, bestehende Infrastruktur, städtebauliche Planungen) gesichtet und aufbereitet.

Für die luftseitig entwässernden Flächen des ehemaligen Flughafens (Hangar, Vorfeld) wurde in enger Abstimmung mit der Parkplanung (gross.max, GrünBerlin) eine Lösung entwickelt, mit der ca. 340.000 m² versiegelte Fläche von der Regenwasserkanalisation abgekoppelt und den neu geplanten Wasserbecken zugeführt werden können. Neben der Verbesserung der Wasserbilanz und der Entlastung des Landwehrkanals ist vor allem die Gebühreneinsparung ein wesentlicher Vorteil dieser Option.

Da aus stadtplanerischen Gründen auf dem jetzigen Standort des RHB Lilienthalstraße ein Sportplatz errichtet werden soll, zeigen verschiedene Lösungsvarianten wie die landseitigen Flächen des Flughafens anders entwässert werden können. Der bereits früher diskutierten Verlegung des RHB auf das Flughafengelände wurde dabei die Variante eines optimierten Rückhalteraaumes am jetzigen Standort gegenübergestellt.

Für die vier neuen Quartiere zeigt das Konzept die wesentlichen Randbedingungen für die Wasserver- und Abwasserentsorgung. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass eine Erschließung über das öffentliche Trink- und Abwassernetz grundsätzlich unproblematisch ist.

Für das Regenwassermanagement werden verschiedene Varianten vorgeschlagen, Lösungen mit zentralen Versickerungsbecken und Varianten zur dezentralen Regenwasserbewirtschaftung. Im Gewerbegebiet Südring bietet sich eine dezentrale Regenwasserbewirtschaftung an. In den anderen drei Gebieten kommen sowohl zentrale Versickerungslösungen als auch dezentrale Systeme in Betracht. Mischformen (zentrale Entwässerung nur für die Straßen) sind dagegen generell ungünstig.

Außerdem sind Ansätze für eine alternative Wasserver- und Abwasserentsorgung z.B. mit neuartigen Sanitärsystemen dargestellt. Da diese Systeme noch relativ neu sind, ist zu überlegen ob auf der Tempelhofer Freiheit Pilotprojekte in diese Richtung entwickelt werden sollen.

7 Literatur

- BWB (2008): Wasserversorgungskonzept für Berlin und das von Berlin versorgte Umland (Entwicklung bis 2040), Herausgegeben von Klaus Möller & Jens Burgschweiger im Auftrag der Berliner Wasserbetriebe
- DVGW (2008): Technische Regel Arbeitsblatt W 410, Wasserbedarf – Kennwerte und Einflussgrößen, DVGW Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches e. V., Dezember 2008
- DWA (2006): DWA A118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- DWA (2007): DWA M153: Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser, technische Regel der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall, Hennef
- DWA (2008): Neuartige Sanitärsysteme, DWA-Themen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- DWD (2005): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000), Fortschreibungsbericht, Deutscher Wetterdienst – Hydrometeorologie, online verfügbar unter www.dwd.de
- LANUV (2009): Maßnahmen zur Niederschlagswasserbehandlung in kommunalen Trennsystemen am Beispiel des Regierungsbezirkes Kölns, Fachhochschule Köln, 2009 im Auftrag des LANUV NRW
- SenStadt (2008): Pressemitteilung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung vom 05.03.08 zur zukünftigen Entwicklungen für das Tempelhofer Feld
- SenStadt (2009): Leitbild Tempelhofer Freiheit, Veröffentlichung der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin
- SenStadt (2010): Ideenfreiheit Tempelhof, Auf dem Weg zur Stadt von morgen; Flyer der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung
- SenStadt (2011): Leitfaden für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen zur Bewertung von Maßnahmen der Regenwasserbewirtschaftung. Herausgeber: Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin.
- Sieker, F., Grottke, M., Hagendorf, U., Hahn, J., Sieker, H., Sommer, H. & Wassmann, H. (2004a). "Anforderungen und Zielgrößen für eine zeitgemäße Regenwasserbewirtschaftung" GWF, Jahrgang 145, (Heft 12), S. 874-880.
- Sieker H. (2008): Anforderungen an den Umgang mit Niederschlagsabflüssen in Siedlungsgebieten, Tagungsband zur 41. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft
- Sommer H., Post M. (2009): Dezentrale Behandlung von Straßenabflüssen, Übersicht verfügbarer Anlagen, Leitfaden erstellt durch die Ing.-ges. Prof. Sieker mbH im Auftrag der Freien und Hansestadt Hamburg, 2009
- WaterPN (2011): Nachnutzung Flughafen Berlin Tegel, Nachhaltiges Wassermanagement, Machbarkeitsstudie, im Auftrag der TSB Innovationsagentur Berlin GmbH
- WHG (2009): Wasserhaushaltsgesetz, Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009, gültig ab 1.03.2010, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Nr. 51 vom 06.08.2009 S. 2585
- Ziegler (2011): Regenwasserbewirtschaftung, gwf-Reihe Praxiswissen, Oldenbourg Industrieverlag, München



8 Anlagen

- Anlage 1: Protokoll der Ortsbegehung des Hauptsammlers unter dem Vorfeld des ehemaligen Flughafens THF, am 07.10.2011 mit Teilnehmern von der WISAG und IPS
- Anlage 2: Protokoll des Abstimmungsgesprächs mit den Berliner Wasserbetrieben am 7.11.2011