

Büro für Geotechnik P.Neundorf GmbH · Ziegelstraße 2 · 04838 Eilenburg

Saxonia Investment GmbH
August-Knauer-Straße 4

04316 Leipzig

Eilenburg, den 11.12.2024
Ne/p

- hydrogeologischer Bericht -

Projekt: Wohngebiet „Schachtgut“ in Brandis

Teilprojekt: Entsorgung des Niederschlagswassers

**Bauherr: Saxonia Investment GmbH
August-Knauer-Straße 4**

04316 Leipzig

**Planung: Büro Knoblich
Zur Mulde 25

04838 Zschepplin**

Projekt-Nr.: 22/5275a

Bearbeiter: Dipl.-Ing. Peter Neundorf

1. Vorbemerkung

Das Ingenieurbüro Knoblich, Zschepplin, plant im Auftrag der Saxonia Investment GmbH, Leipzig, die Erschließung des Wohngebietes „Schachtgut“ in Brandis. Im Zuge der Erschließung des Gebietes sollen Baufelder für Einfamilienhäuser vorbereitet werden.

Zu dem Planungsvorhaben wurde durch unser Ingenieurbüro mit Datum vom 15.06.2022 ein Geotechnischer Bericht (Voruntersuchung) vorgelegt. In diesen Bericht werden hinsichtlich der Versickerung des Niederschlagswassers relativ ungünstige Verhältnisse ausgewiesen und daraus folgend eine Entsorgung des Wassers unter Zuhilfenahme der Verdunstung (Schilf-Teich oder Mulden-Rigolen-Element) empfohlen.

Die im Geotechnischen Bericht als technisch schwierig ausgewiesene Entsorgung des Niederschlagswassers soll im Zuge der weiteren Arbeiten prinzipiell vorbereitet werden.

In der Stellungnahme des Abwasserzweckverbandes „Parthe“ vom 30.04.2024 wird die Variante der Mulden-Rigole ausgeschlossen. Die Entsorgung der Niederschläge ist demnach (neben einer derzeit nicht verfolgten Einleitung in einen Vorfluter) über einen oder mehrere Schilfteiche vorzunehmen.

Für diese Anlagen sollte eine Musterbemessung vorgelegt werden, um die Grundstücksgrößen und die Größe der versiegelten Flächen im Bebauungsplan anpassen bzw. bei einer weiterführenden Planung berücksichtigen zu können.

Die Ergebnisse des Geotechnischen Berichtes vom 15.06.2022 werden als bekannt vorausgesetzt und hier nur hinsichtlich der hydrogeologischen Verhältnisse erneut aufgeführt.

Nach einem Abstimmungsgespräch mit der Unteren Wasserbehörde des Landkreises Leipziger Land am 28.11.2024 kann eine teilweise Nutzung des anfallenden Niederschlages angerechnet werden.

2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme

Das Areal für das geplante Wohngebiet befindet sich am südöstlichen Rand der Stadt Brandis. Es umfasst die Flurstücke 583/3; 583/4; 583/5; 583/9; 583/11; 583/12; 584/5; 584/7 und 586/4 (teilweise – 60 m²).

Die Erschließung des Geländes erfolgt von Südwesten her über die Straße „Am Schachtgut“. Es wird im Süden durch eine Gewerbefläche und im Westen durch ein Wohngrundstück begrenzt. An der Nordseite des Geländes liegen Wiesengrundstücke mit Baumgruppen. Östlich schließt sich ein Waldstück an. Unmittelbar an der östlichen Grenze verläuft der „Todgraben“.

Das Gelände besitzt folgende maximale Abmessungen:

Nord-Süd-Richtung: ca. 90 m
Ost-West-Richtung: ca. 180 m

Die Geländeoberkante im Bereich des Baugeländes ist leicht von Norden nach Süden geneigt und liegt auf geodätischen Höhen um 142,3 ... 143,5 m ü. DHHN 2016.

Das Gelände ist derzeit mit mehreren Wohn- und Nebengebäuden bebaut. Der gesamte südliche Teil (südlich der Straße „Am Schachtgut“) ein zentrales nördlich der Straße liegendes Grundstück sowie die nordöstlichsten Teile des Gebietes werden derzeit als Grünflächen bzw. Gärten genutzt.

Die Lage des Gebietes zeigt die Übersicht, M = 1 : 25.000 auf der Anlage 01/1 und der Lageplan auf der Anlage 01/2.

Bei der geplanten Baumaßnahme handelt es sich um die Erschließung der südlichen und zentral nach Norden gerichteten Grünflächen sowie die Errichtung von Wohngebäuden (Ein- und Mehrfamilienhäuser) auf diesen Grundstücken. Hierzu wurden im Entwurf des Bebauungsplanes zwei Baufelder eingegrenzt.

3. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes

In unserem Geotechnischen Bericht vom 15.06.2022 werden folgende prinzipiellen Baugrundverhältnisse für das Wohngebiet ausgewiesen:

Tabelle 1 – tabellarisches Schichtenprofil Baugebiet „Schachtgut“ in Brandis

Schicht	Tiefe unter GOK [m]		Böden	Lagerung / Körnung
	Oberkante	Unterkante		
0	0,0	0,2 ... 0,6	Mutterboden (teilweise aufgefüllt)	locker bis mitteldicht / weich bis steif, rundkörnig
1	0,2 ... 0,6	0,5 ... 2,5	Auffüllungen	locker - mitteldicht / weich bis steif / eckig bis rundkörnig
2	0,4 ... 0,6	0,8 ... 1,0	Löß (Schluff, stark sandig, tonig)	weich bis steif / rundkörnig
3.1 / 3.2	0,7 ... 2,5	> 5,0	Geschiebelehm / Geschiebemergel / Geschiebesand (Schluff, stark sandig, tonig / Sande, schwach bis stark schluffig)	weich bis steif / locker bis mitteldicht, rundkörnig
4	4,7	> 5,0	eiszeitliche Muldeschotter (Kies, stark sandig)	locker bis mitteldicht, rundkörnig
5	4,2 ... 4,7	> 5,0	tertiäre Schichten (Ton, schluffig, schwach sandig)	steif bis halbfest, rundkörnig

Entsprechend der durchgeführten Feld- und Laborversuche sowie anhand von Erfahrungswerten mit gleichartigen Böden ist Folgendes zu sagen:

Der an der Geländeoberkante anstehende Mutterboden ist sicher- und aufnahmefähig. Über seine Oberfläche und den Bewuchs sorgt der Mutterboden für einen Abtransport des Wassers auch zur Luft (Evapotranspiration).

Der Löß, der Geschiebelehm / Geschiebemergel und der tertiäre Ton sind aufgrund der zu geringen Wasserdurchlässigkeit nicht für eine ordnungsgemäße Versickerung von Niederschlagswasser geeignet.

Die in Zwischenschichten eingeschalteten schwach schluffigen bis schluffigen Geschiebesandböden und die in größerer Tiefe lokal vorhandenen Muldeschotter besitzen ausreichend hohe Wasserdurchlässigkeiten.

Bei geringer Mächtigkeit der Sandschichten besitzen diese ein begrenztes Aufnahmevermögen. Sie sind hydraulisch vom Grundwasserleiter entkoppelt und wurden überwiegend wassergesättigt angetroffen.

Eine geordnete Versickerung der Niederschläge in die Sande ist somit nur in geländenahen Bereichen und bei größeren Mächtigkeiten der Geschiebesande möglich. Derartige Bereiche wurden während der Baugrunduntersuchung nicht vorgefunden.

Die Muldeschotter liegen erst in sehr großer Tiefe vor und sind vollständig wassergesättigt.

Für die ordnungsgemäße Versickerung der anfallenden Niederschläge sind demnach hinsichtlich der Wasserdurchlässigkeit nur die Mutterbodenschichten geeignet.

4. Grund- und Schichtenwasser

Während der Baugrunduntersuchung am 16.03.2022 wurden in allen Rammkernsondierungen verschiedene Wasser führende Horizonte vorgefunden. Die angetroffenen Wasserhorizonte befinden sich innerhalb der in den Geschiebelehm eingelagerten Geschiebesandzwischen-schichten und in den Muldeschottern. Alle Sand- und Kiesschichten unterhalb einer Tiefe von ca. 1,50 m wurden wassererfüllt vorgefunden.

Der Ruhewasserspiegel wurde in den Rammkernsondierungen in Tiefen zwischen 0,40 m und 2,10 m unter Gelände, entsprechend geodätischer Höhen zwischen 141,26 und 142,05 m ü.DHHN 2016 eingemessen.

Nach Angaben des Internetauftrittes des Landesamtes für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (www.umwelt.sachsen.de) liegt der mittlere Grundwasserstand des Hauptgrundwasserleiters im Bereich des Baugeländes auf einer geodätischen Höhe von ca. 136,0 m ü.NHN und somit ca. 6,5 ... 7,0 m unter der Geländeoberkante im Grundstücksbereich.

Der Wasserstand in einem ca. 200 m nordwestlich liegenden Restloch (Tongrube) liegt mit ca. 138,0 m ü.DHHN 2016 noch ca. 4,5 ... 5,0 m Meter unter der Geländeoberkante des Baugrundstückes. Die allgemeine Grundwasserfließrichtung verläuft nach Süden bis Südwesten.

Bei der Wasserführung innerhalb der eiszeitlichen Muldeschotter handelt es sich somit bereits um den Hauptgrundwasserleiter.

Der Grundwasserstand unterliegt saisonalen Schwankungen. Zum Zeitpunkt der Untersuchungen lagen allgemein mittlere Grundwasserstände vor. Mit einem Ansteigen des Grundwasserstandes ist somit zu rechnen.

In einer Entfernung von ca. 1.200 m westlich des Baugeländes befindet sich eine Grundwassermessstelle, (MKZ 46410074 – Brandis) die seit 1919 regelmäßig beobachtet wurde. Die Daten der Messstelle weisen auf eine relativ geringe Gesamt-Schwankungsbreite des Grundwassers von 2,3 m hin.

Für den Hauptgrundwasserleiter lassen sich aus den vorliegenden Daten folgende Bemessungsgrundwasserstände für das Baugrundstück festlegen:

Höchster Grundwasserstand **139,0 m ü.DHHN 2016** (= 3,5 ... 4,0 m unter GOK)

Mittlerer höchster Grundwasserstand **138,4 m ü.DHHN 2016** (= 4,1 ... 4,6 m unter GOK)

Diese Wasserstände können sich aufgrund der aufliegenden bindigen Schichten zumeist nicht auspegeln.

Bei den höher liegenden Wasserführungen handelt es sich um einen oberen „schwebenden“ Grundwasserleiter. Er wird durch versickerndes Niederschlagswasser gespeist, welches sich in den Sandschichten aufstaut und dem Untergrund langsam weiter zusickert. Er ist an die Sandschichten gebunden. Der Löß und der Geschiebelehm / Geschiebemergel eignen sich aufgrund ihrer geringen Wasserdurchlässigkeit nicht zur Wasserführung.

Anhand der variierenden Ruhewasserstände ist davon auszugehen, dass die Sandschichten nicht durchgängig miteinander in hydraulischer Verbindung stehen.

Da anhand der geologischen Situation ein geschlossener Geschiebemergelkomplex und darunter teilweise tertiäre Tone zu erwarten ist, besitzen die Geschiebesandschichten wahrscheinlich keine Verbindung zum nächst folgenden geschlossenen Grundwasserleiter

Nach starken Niederschlägen und in der Tauwetterperiode ist mit der Bildung weiterer Schichtenwasser (Staunässe) auch in höher gelegenen Schichten und innerhalb der Auffüllungen zu rechnen. Diese Staunässe kann den Geschiebelehm und Löß sowie die Auffüllungen an der Geländeoberkante aufweichen.

5. Hinweise für die Entsorgung von Niederschlagswasser

Das auf den Dachflächen der geplanten Gebäude und auf den befestigten Verkehrsflächen anfallende Niederschlagswasser sollte ursprünglich im Untergrund verrieselt werden.

Nach den Empfehlungen der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Arbeitsblatt DWA-A 138, Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser), kommen für den Einsatz von Versickerungsanlagen nur Lockergesteine in Frage, deren k-Werte im Bereich von $k = 1 \times 10^{-3}$ bis 1×10^{-6} m/s liegen. Bei k-Werten von kleiner als $k = 1 \times 10^{-6}$ m/s ist eine Entwässerung ausschließlich über die Versickerung mit zeitweiliger Speicherung nicht gewährleistet, so dass eine ergänzende Ableitungsmöglichkeit vorzusehen ist.

Da die im Untergrund anstehenden, zumeist bindigen Böden (Löß, Geschiebelehm, Geschiebemergel, tertiäre Tone) geringere Wasserdurchlässigkeiten besitzen, eignen sich diese Böden nicht für die vollständige Versickerung des Wassers.

Eine Versickerung in die lokal oberflächennah anstehenden Auffüllungen mit z.T. erheblichen Anteilen an Bauschutt und Kohle ist nicht statthaft.

Somit eignen sich nur die Mutterbodenschicht sowie die teilweise vorhandenen Geschiebesande für eine Versickerung.

Weiterhin ist nach der o.g. Vorschrift eine Mächtigkeit des Sickertraumes, bezogen auf den mittleren höchsten Grundwasserstand, von mindestens 1 m gefordert, um eine ausreichende Filterstrecke für eingeleitete Niederschlagsabflüsse zu gewährleisten.

Der Bemessungsgrundwasserstand liegt auf einer geodätischen Höhe von 138,4 m ü.DHHN 2016 und somit 4,1 ... 4,6 m unter Geländeoberkante.

Ein geschlossener Grundwasserleiter ist auf dem Grundstück bis in eine Tiefe von 5,0 m nicht angetroffen worden. Der Hauptgrundwasserleiter steht unterhalb der bindigen Böden in gespanntem Zustand an. Mit aufstauenden Sickerwassern ist bis in Nähe der Geländeoberkante zu rechnen.

Eine ausreichende Versickerung von Niederschlagswasser im Untergrund ist somit aufgrund der zumeist geringen Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes sowie der Stauwasserbildung nicht möglich.

Weil eine Entsorgung im Bereich der anfallenden Niederschläge zur Schließung des ökologischen Wasserkreislaufes und zur Entlastung von Kanalnetzen gewünscht ist, wird zur Entsorgung des Niederschlagswassers eine Verdunstung des Wassers in **Schilfteichen** empfohlen.

Das Niederschlagswasser ist über die Geländeoberfläche durch geeignete Geländeprofilierung oder über Rinnen dem jeweiligen Schilfteich zuzuleiten. Für diese Ableitung wäre bei Herstellung eines zentralen Schilfteiches für alle Gebäude eine Überleitung des Wassers über benachbarte Grundstücke und mit einem durchgehenden Geländegefälle erforderlich.

Es ist daher technisch sinnvoller, das auf den Dachflächen der Gebäude und den befestigten Freiflächen anfallende Niederschlagswasser dezentral jeweils auf den Grundstücken des Wasseranfalls zu entsorgen.

Für das Wasser der gemeinsamen Anliegerstraße ist ein separater Schilfteich herzustellen.

6. Musterberechnung der Anlagen zur Niederschlagswasserentsorgung (Schilfteiche)

6.1. Ausgangsdaten und Berechnungsgang

Die Bemessung der Schilfteiche (kombinierte Verdunstungs- und Versickerungsanlage) erfolgt in Form einer Speicheroptimierung, indem eine Bilanz aus den Summen der monatlichen Niederschlagsmengen und den Summen der monatlichen Verdunstungsraten gebildet wird. Weiterhin wird die (relativ geringe) Versickerungsrate des Untergrundes in die Berechnung einbezogen.

Die Niederschlagsdaten für die Vorbemessung wurden uns für den Zeitraum von 1981 bis 2005 durch die Lysimeterstation Brandis (ca. 2.000 m westlich des Baugeländes) zur Verfügung gestellt.

Die Berechnung der Verdunstungsmengen erfolgt entsprechend Verdunstungsdaten, die uns durch den ehemaligen Umweltfachbereich des Regierungspräsidiums Leipzig für schilfbewachsene Teiche zur Verfügung gestellt wurden.

Der Berechnungsgang erfolgt hierbei auf Seite der Verdunstung für die Daten, die in „normalen Jahren“ gemessen wurden. Auf Seite der Niederschläge wird die Berechnung für das Niederschlagsmaximum der erfassten 25 Jahre vorgenommen.

Die Ausgangsdaten (Niederschlagsmengen sowie Verdunstungsraten) sind den Anlagen 02/1 und 02/2 zu entnehmen.

Zur Berechnung des Anteils der Versickerung innerhalb des Mutterbodens, bindigen Lösses bzw. Geschiebelehm mit Sandschichten wird ein gemittelter Wasserdurchlässigkeitsbeiwert von $k_f/2 = 2,5 \times 10^{-8}$ m/s angesetzt. Die Versickerungsrate berechnet sich nach dem Darcy'schen Gesetz zu $Q = k * A$. Es ergibt sich eine spezifische, flächenbezogene Versickerungsrate von 2,16 l/(m²*d).

Die Brauchwassernutzung (Beregnungsanlagen / Toilettenspülung) wird mit einem Wert von $Q = 50$ l/d angesetzt.

Die Bemessung erfolgt exemplarisch für drei Muster-Dach- bzw. Straßengrundflächen von 100, 150 bzw. 200 m². Die Dachflächen der Gebäude bzw. Verkehrsflächen werden als geneigte, befestigte Dächer oder Flachdächer bzw. als Asphaltflächen mit einem Abflussbeiwert von $\psi = 0,90$ angesetzt.

Gründächer, Kiesdächer, Betonpflaster, „Öko“-Pflaster und weitere wasserdurchlässig befestigte Flächen bedingen einen niedrigeren Abflussbeiwert und führen zu geringeren Dimensionen der Schilfteiche bzw. zu größeren anschließbaren Flächen bei gleicher Teichgröße.

Die Berechnung wurde als iterative Optimierung der Teichflächen vorgenommen, so dass in der Jahressumme die Bilanz aus zugeleiteter Niederschlagsmenge und Verdunstung sowie der teilweisen Versickerung zu einem ausgeglichenen Ergebnis gelangt.

Die Berechnungen sowie die Ganglinien der Niederschlagssummen, der Summen aus Verdunstung und Versickerung sowie des erforderlichen Speichervolumens sind auf den Anlagen 03/1 bis 03/6 dargestellt.

6.2. Berechnungsergebnisse

Für das **Niederschlagsmaximum** (Jahr 1998) führen diese Berechnungen für die angeschlossene befestigte Muster-Dachfläche zu folgenden **erforderlichen Teichflächen**:

Angeschlossene befestigte Fläche	erforderliche Schilffläche
100 m²	26,2 m²
150 m²	44,5 m²
200 m²	62,8 m²

Die Wasserspiegelschwankung liegt bei 48,3 cm, 43,1 cm bzw. 41,2 cm.

Es werden somit je nach angeschlossener Muster-Dachfläche Schilfflächen von ca. 26,2 m², 44,5 m² bzw. 62,8 m² erforderlich, um die auf den Dachflächen anfallenden Niederschlagswasser zu verdunsten und zu versickern. Die Tiefe der Teiche ist mit mindestens 45 ... 50 cm anzulegen.

Da die Berechnungen für das Niederschlagsmaximum der 25 vorliegenden Datenjahre und das Verdunstungsmittel erfolgten, kann der Überflutungsnachweis als erfüllt angesehen werden. Ein zusätzlicher Notüberlauf von den einzelnen Grundstücken zum Todgraben soll nach Abstimmung mit der unteren Wasserbehörde nicht vorgesehen werden.

Anhand des Flächenbedarfs für die Verdunstungsanlagen kann die Größe der möglichen befestigten Flächen auf den einzelnen Grundstücken festgelegt werden. Zwischenwerte dürfen interpoliert werden.

6.3. Weitere Hinweise zur Regenwasserentsorgung.

Die berechneten Flächen sind vollständig mit Schilf zu bepflanzen. Sie lassen sich eventuell als Randzone in einen größeren Teich einbinden.

Die Sohlflächen der Verdunstungsteiche sollen nicht abgedichtet werden. Durch das Vorhandensein des Lößes / Geschiebelehmes im Untergrund der Teiche ist der direkte Zutritt des Niederschlagswassers zum Grundwasser gesperrt. Eine bedingte Versickerung wird jedoch ermöglicht.

Ein Mindestabstand von 5 m zu den Wohngebäuden sollte eingehalten werden, um eine Aufweichung des Bodens im Bereich der Gründungen zu verhindern. Weiterhin ist ein Abstand von 1 bis 2 m zu den Grundstücksgrenzen erforderlich.

Die Nutzung eines Teiles des anfallenden Niederschlagswassers als Brauchwasser bedingt eine zusätzliche Wasserfassung.

Es wird empfohlen, das Wasser über Gerinne bzw. Geländemulden dem Schilfteich zuzuleiten. An der Zulaufstelle zur Schilffläche ist dann eine Zisterne mit gelochtem Deckel anzuordnen, so dass das Wasser zuerst der Zisterne zufließt und hier zur Nutzung abgepumpt werden kann.

Erst bei Vollfüllung der Zisterne fließt das Wasser der Schilffläche zu.

BÜRO FÜR GEOTECHNIK
Peter Neundorf GmbH
Ingenieurberatung für Grund-
bau und Bodenmechanik

3 Anlagen (beigeheftet)

Verteiler: Saxonia Investment GmbH, Leipzig
Büro Knoblich, Landschaftsarchitekten, Zschepplin

2-fach
per e-mail

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkung
2. Örtliche Verhältnisse und geplante Baumaßnahme
3. Bodenaufbau und Beurteilung des Untergrundes
4. Grund- und Schichtenwasser
5. Hinweise für die Entsorgung von Niederschlagswasser
6. Musterberechnungen der Anlagen zur Niederschlagswasserentsorgung

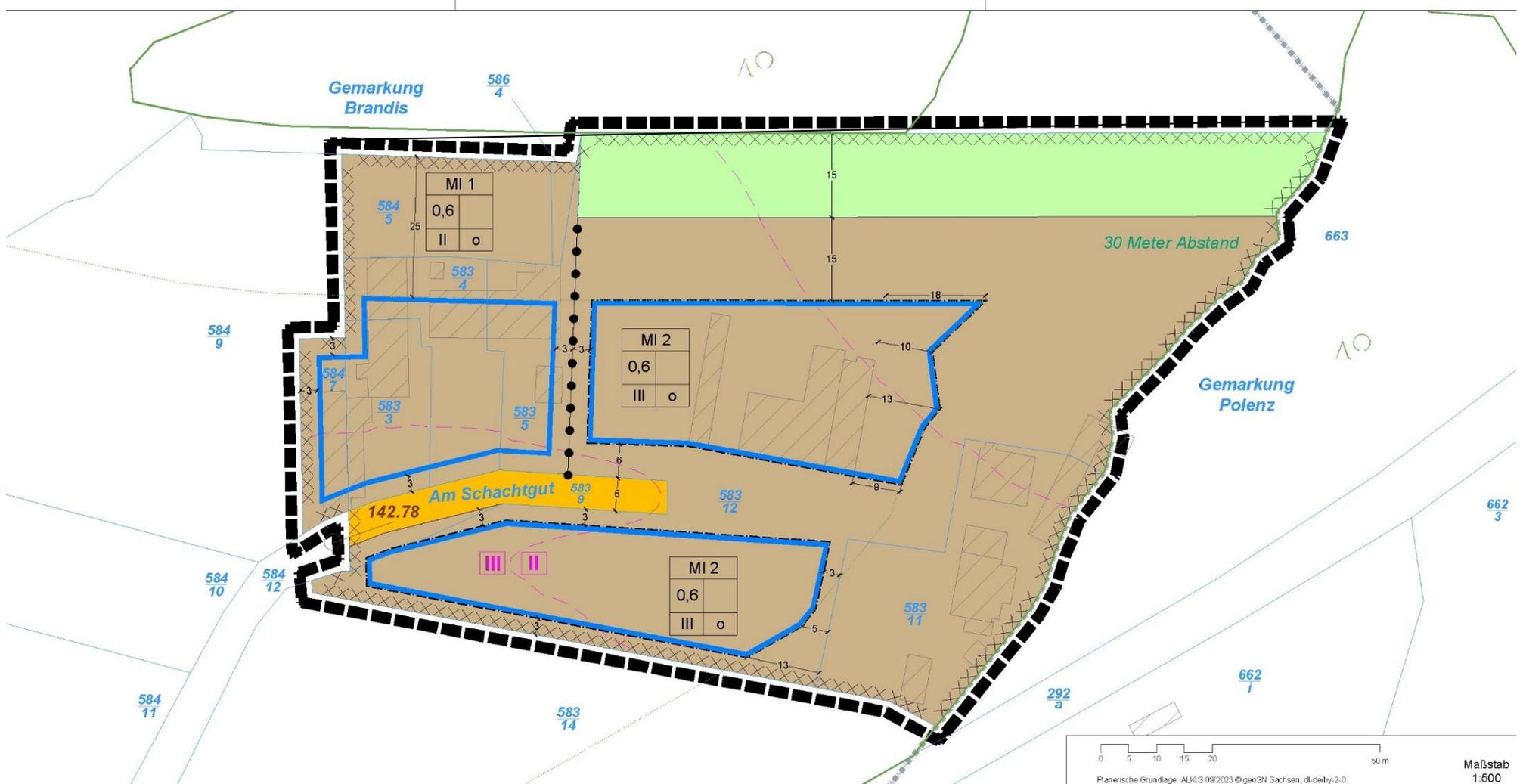
Anlagen

01/1 Übersicht, M = 1 : 25.000

01/2 Lageplan, M = 1 : 1.000

02/1 und 02/2 Berechnungsgrundlagen (Niederschlag / Verdunstung)

03/1 bis 03/6 Berechnung der Verdunstungsanlage (Niederschlags-Verdunstungs-Bilanz)



Plan entnommen aus: Unterlagen
 Büro Knoblich GmbH - Landschaftsarchitekten

Lageplan

M = 1 : 1.000

Anlage Nr.:

01/2

Projekt-Nr.:

22/5275a

G E O T E C H N I K

Ziegelstraße 2
04838 Eilenburg

Tel.: 03423/605430
 Fax : 03423/605483

eMail: Geotechnik@t-online.de

P. Neundorf

GmbH

Niederschlag der Station Brandis (unkorr. Monatssummen in mm)

JAHR	NOV	DEZ	JAN	FEB	MÄR	APR	MAI	JUN	JUL	AUG	SEP	OKT	JAHR	WINTER	SOMMER
1981	54	33	54	25	92	93	37	49	90	35	60	62	684	352	333
1982	74	56	35	8	21	23	60	73	46	24	6	40	465	217	248
1983	20	35	75	24	44	118	66	54	26	155	37	7	660	315	345
1984	26	41	32	31	7	62	49	57	57	76	69	37	542	198	345
1985	38	22	29	19	36	61	25	51	53	67	31	7	438	205	233
1986	33	66	40	15	49	38	81	58	45	48	32	73	577	241	336
1987	14	88	62	54	20	34	68	74	67	81	56	10	628	272	356
1988	55	48	39	63	57	9	19	73	51	31	39	25	508	271	237
1989	64	105	27	41	32	79	17	44	42	55	31	41	579	348	231
1990	80	56	12	51	21	42	2	136	19	78	72	22	591	261	330
1991	87	37	21	16	28	33	38	102	18	38	19	15	452	222	230
1992	38	50	48	41	82	27	23	34	111	45	38	54	593	287	306
1993	38	41	65	21	17	28	80	91	109	54	63	27	633	209	424
1994	45	70	40	19	107	70	81	19	33	130	52	31	697	352	345
1995	43	36	39	46	30	91	52	87	53	104	90	8	677	285	393
1996	58	28	2	19	16	20	64	45	114	34	50	44	493		351
1997	58	27	15	53	35	38	38	47	110	13	31	41	505	226	280
1998	14	65	33	27	47	36	28	91	123	65	88	89	704	221	483
1999	42	19	34	47	41	30	54	81	90	40	15	24	517	213	304
2000	63	37	51	59	93	13	40	23	65	73	60	42	618	316	302
2001	26	27	25	25	85	42	51	70	100	33	88	26	597	231	367
2002	47	54	20	42	38	42	48	40	74	116	32	56	608	242	366
2003	114	61	62	7	17	25	20	53	41	11	57	36	582	285	
2004	27	37	61	27	24	31	101	76	99	38	35	24	588	207	373
2005	78	38	50	45	18	13	64	52	149	52	32	22	613	242	371
Mittel(1981-05)	49	47	39	33	42	44	48	63	71	60	47	35	577	255	324
max	114	105	75	63	107	118	101	136	149	155	90	89	704	352	483
min	14	19	2	7	7	9	2	19	18	11	6	7	438	142	218

Städtische Umweltbetriebsgesellschaft
 Lysimeterstation Brandis
 Kleinsteinerger Straße 13
 04821 Brandis
 Tel.: 034292/824-0
 Fax: 034292/824-22

Evapo - Transpiration über Phragmites

In mm/Monat

Monat	Normales Jahr		Trockenes Jahr		"Oase"	
Januar	42	S	47	S	93	S
Februar	82	124	92	139	182	275
März	126	250	142	281	279	554
April	176	426	198	479	390	944
Mai	201	627	226	705	447	1391
Juni	227	854	255	960	504	1895
Juli	227	1081	255	1215	504	2399
August	209	1290	210	1425	465	2864
September	149	1439	168	1593	330	3194
Oktober	105	1544	118	1711	233	3427
November	72	1616	81	1792	159	3586
Dezember	35	1651	39	1885	78	3664
INSGESAMT	1.651 mm		1.835 mm		3.664 mm	

Die Messungen wurden an schilfbewachsenen Teichen und Wurzelraumanlagen in Othfresen, Bielefeld und Obersülzen durchgeführt. Die "Oasenwerte" ergeben sich aus Messungen an Lysimetern in Göttingen, Witzenhausen und Obersülzen, sowie an Containern in Berlin.

*Quelle : Wurzelraumanlage
Othfresen
Bericht für 1994
Prof. Dr. R. Kickuth*

Anlage Nr.:

02/2

Auftrags Nr.:

22/5275a

G E O T E C H N I K

Ziegelstraße 2

04838 Eilenburg

Tel.: 03423/605430

Fax : 03423/605483

eMail: Geotechnik@t-online.de

P. Neundorf

GmbH

Niederschlags-Verdunstungs-Bilanz für maximale Niederschläge

Anlage 03/1

	Fläche	ψ	Ared
Befestigte Flächen [m²]			
Dach- und Verkehrsfläche	100	0,9	90
			0
	Summe		90

Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes $k/2 = 2,5E-08$ m/s

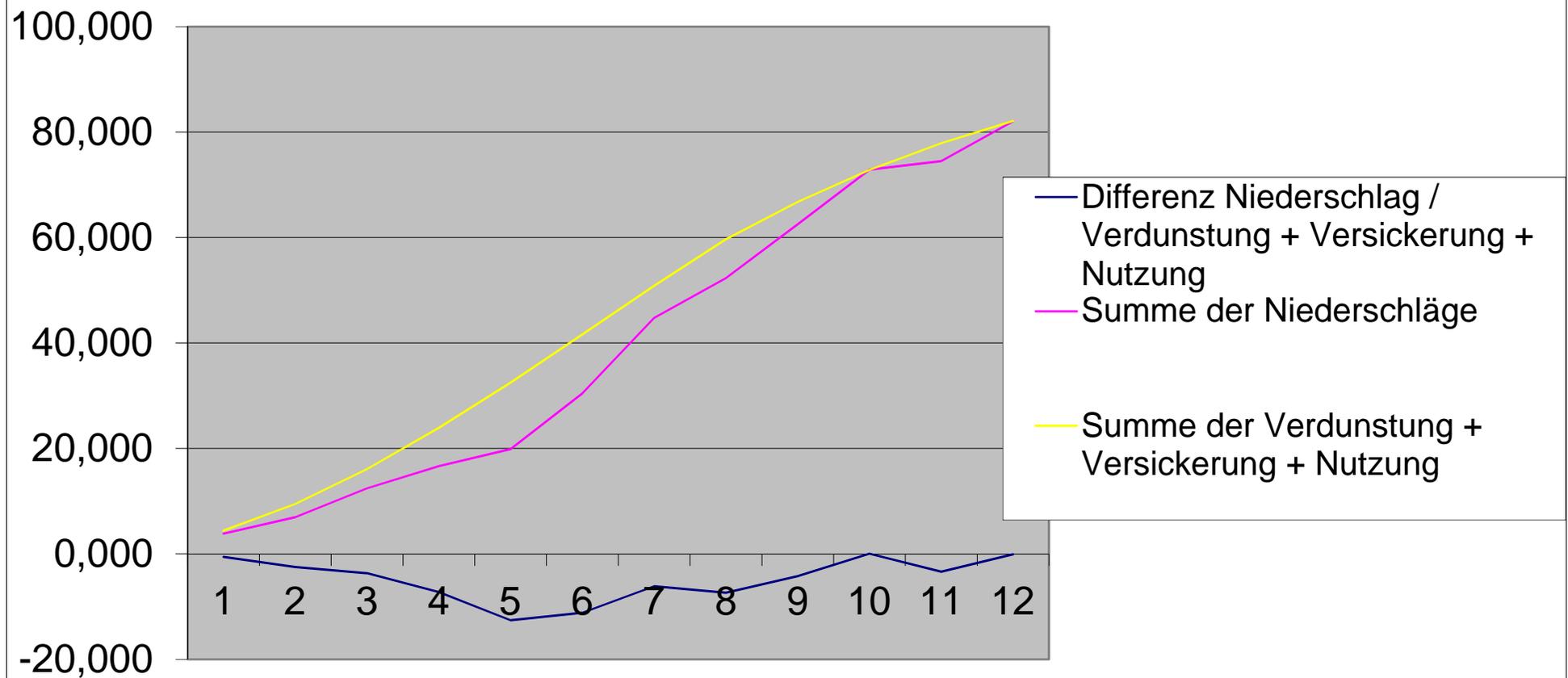
erforderliche Teichfläche [m²] 26,2

Brauchwassernutzung je Tag = 50 l/d

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Niederschlag Maximal [mm]	33	27	47	36	28	91	123	65	88	89	14	65	706
Verdunstung Schilfteich [mm]	42	82	126	176	201	227	227	209	149	105	72	35	1651
Versickerung [l]	1754,4	1584,6	1754,4	1697,8	1754,4	1697,8	1754,4	1754,4	1697,8	1754,4	1697,8	1754,4	20656,1
Nutzung [l]	1550,0	1350,0	1550,0	1500,0	1550,0	1500,0	1550,0	1550,0	1500,0	1550,0	1500,0	1550,0	18200,0
Summe Niederschlag													
für Niederschlagsmax.in m³	3,8346	6,972	12,4334	16,6166	19,8702	30,4444	44,737	52,29	62,5156	72,8574	74,4842	82,0372	82,037
Summe Versickerung in l	1754,4	3338,9	5093,3	6791,0	8545,4	10243,2	11997,5	13751,9	15449,6	17204,0	18901,7	20656,1	20656,1
Summe Verdunstung													
für Schilfteich in l	1100,4	3248,8	6550	11161,2	16427,4	22374,8	28322,2	33798	37701,8	40452,8	42339,2	43256,2	43256,2
Summe Nutzung in l	1550,0	2900,0	4450,0	5950,0	7500,0	9000,0	10550,0	12100,0	13600,0	15150,0	16650,0	18200,0	18200,0
Summe Versickerung, Nutzung und Verdunstung in m³	4,405	9,488	16,093	23,902	32,473	41,618	50,870	59,650	66,751	72,807	77,891	82,112	82,112
Differenz Niederschlag-Nutzung-Verdunstung-Versickerung = erforderlicher Speicher (in l)	-570	-2516	-3660	-7286	-12603	-11174	-6133	-7360	-4236	51	-3407	-75	-75
Differenz Niederschlag-Verdunstung in m³	-0,570	-2,516	-3,660	-7,286	-12,603	-11,174	-6,133	-7,360	-4,236	0,051	-3,407	-0,075	-0,075

Bei einer Teichfläche von 26,2 m² geht Bilanz auf, erforderlicher maximaler Speicher (Maximum bis Minimum) beträgt 12.654 l. Die maximale Spiegeldifferenz beträgt somit ca. $12,654 \text{ m}^3 / 26,2 \text{ m}^2 = 48,3 \text{ cm}$. Unmittelbar nach Starkregenereignissen kann die Differenz größer sein.

Niederschlags-Verdunstungs-Bilanz (in m³, Teichgröße 26,2 m²) für Niederschlagsmaximum



Niederschlags-Verdunstungs-Bilanz für maximale Niederschläge

Anlage 03/3

	Fläche	ψ	Ared
Befestigte Flächen [m²]			
Dach- und Verkehrsfläche	150	0,9	135
			0
	Summe		135

Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes $k/2 = 2,5E-08$ m/s

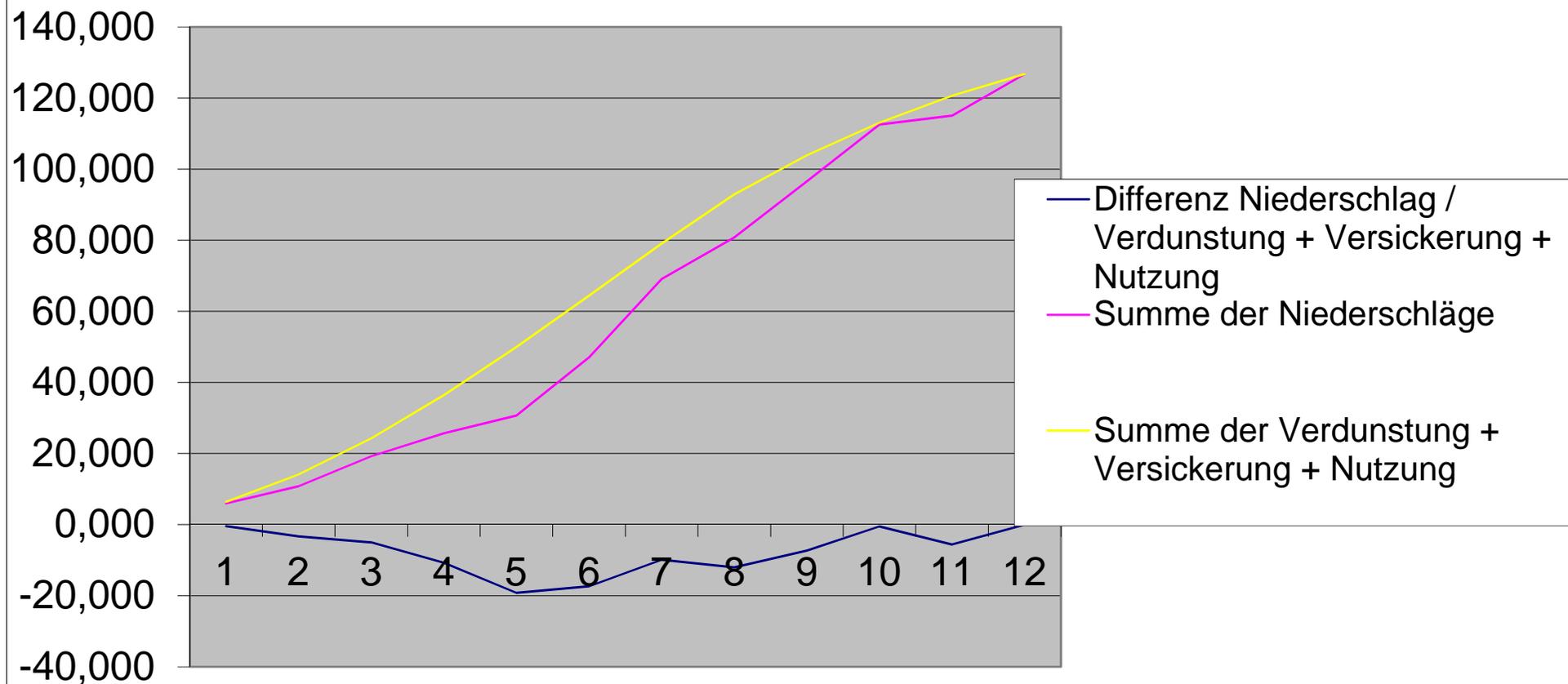
erforderliche Teichfläche [m²] 44,5

Brauchwassernutzung je Tag = 50 l/d

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Niederschlag Maximal [mm]	33	27	47	36	28	91	123	65	88	89	14	65	706
Verdunstung Schilfteich [mm]	42	82	126	176	201	227	227	209	149	105	72	35	1651
Versickerung [l]	2979,7	2691,4	2979,7	2883,6	2979,7	2883,6	2979,7	2979,7	2883,6	2979,7	2883,6	2979,7	35083,8
Nutzung [l]	1550,0	1350,0	1550,0	1500,0	1550,0	1500,0	1550,0	1550,0	1500,0	1550,0	1500,0	1550,0	18200,0
Summe Niederschlag													
für Niederschlagsmax.in m³	5,9235	10,77	19,2065	25,6685	30,6945	47,029	69,1075	80,775	96,571	112,547	115,06	126,727	126,727
Summe Versickerung in l	2979,7	5671,1	8650,8	11534,4	14514,1	17397,7	20377,4	23357,2	26240,8	29220,5	32104,1	35083,8	35083,8
Summe Verdunstung													
für Schilfteich in l	1869	5518	11125	18957	27901,5	38003	48104,5	57405	64035,5	68708	71912	73469,5	73469,5
Summe Nutzung in l	1550,0	2900,0	4450,0	5950,0	7500,0	9000,0	10550,0	12100,0	13600,0	15150,0	16650,0	18200,0	18200,0
Summe Versickerung, Nutzung und Verdunstung in m³	6,399	14,089	24,226	36,441	49,916	64,401	79,032	92,862	103,876	113,078	120,666	126,753	126,753
Differenz Niederschlag-Nutzung-Verdunstung-Versickerung = erforderlicher Speicher (in l)	-475	-3319	-5019	-10773	-19221	-17372	-9924	-12087	-7305	-532	-5607	-26	-26
Differenz Niederschlag-Verdunstung in m³	-0,475	-3,319	-5,019	-10,773	-19,221	-17,372	-9,924	-12,087	-7,305	-0,532	-5,607	-0,026	-0,026

Bei einer Teichfläche von 44,5 m² geht Bilanz auf, erforderlicher maximaler Speicher (Maximum bis Minimum) beträgt 19.195 l. Die maximale Spiegeldifferenz beträgt somit ca. $19,915 \text{ m}^3 / 44,5 \text{ m}^2 = 43,1 \text{ cm}$. Unmittelbar nach Starkregenereignissen kann die Differenz größer sein.

Niederschlags-Verdunstungs-Bilanz (in m³, Teichgröße 44,5 m²) für Niederschlagsmaximum



Niederschlags-Verdunstungs-Bilanz für maximale Niederschläge

Anlage 03/5

	Fläche	ψ	Ared
Befestigte Flächen [m²]			
Dach- und Verkehrsfläche	200	0,9	180
			0
	Summe		180

Wasserdurchlässigkeit des Untergrundes $k/2 = 2,5E-08$ m/s

erforderliche Teichfläche [m²] 62,8

Brauchwassernutzung je Tag = 50 l/d

	Jan	Feb	Mär	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Dez	Jahr
Niederschlag Maximal [mm]	33	27	47	36	28	91	123	65	88	89	14	65	706
Verdunstung Schilfteich [mm]	42	82	126	176	201	227	227	209	149	105	72	35	1651
Versickerung [l]	4205,1	3798,1	4205,1	4069,4	4205,1	4069,4	4205,1	4205,1	4069,4	4205,1	4069,4	4205,1	49511,5
Nutzung [l]	1550,0	1350,0	1550,0	1500,0	1550,0	1500,0	1550,0	1550,0	1500,0	1550,0	1500,0	1550,0	18200,0
Summe Niederschlag													
für Niederschlagsmax.in m³	8,0124	14,568	25,9796	34,7204	41,5188	63,6136	93,478	109,26	130,626	152,236	155,635	171,417	171,417
Summe Versickerung in l	4205,1	8003,2	12208,3	16277,8	20482,8	24552,3	28757,4	32962,5	37031,9	41237,0	45306,4	49511,5	49511,5
Summe Verdunstung													
für Schilfteich in l	2637,6	7787,2	15700	26752,8	39375,6	53631,2	67886,8	81012	90369,2	96963,2	101485	103683	103682,8
Summe Nutzung in l	1550,0	2900,0	4450,0	5950,0	7500,0	9000,0	10550,0	12100,0	13600,0	15150,0	16650,0	18200,0	18200,0
Summe Versickerung, Nutzung und Verdunstung in m³	8,393	18,690	32,358	48,981	67,358	87,183	107,194	126,074	141,001	153,350	163,441	171,394	171,394
Differenz Niederschlag-Nutzung-Verdunstung-Versickerung = erforderlicher Speicher (in l)	-380	-4122	-6379	-14260	-25840	-23570	-13716	-16814	-10375	-1115	-7806	22	22
Differenz Niederschlag-Verdunstung in m³	-0,380	-4,122	-6,379	-14,260	-25,840	-23,570	-13,716	-16,814	-10,375	-1,115	-7,806	0,022	0,022

Bei einer Teichfläche von 62,8 m² geht Bilanz auf, erforderlicher maximaler Speicher (Maximum bis Minimum) beträgt 25.862 l. Die maximale Spiegeldifferenz beträgt somit ca. $25,862 \text{ m}^3 / 62,8 \text{ m}^2 = 41,2 \text{ cm}$. Unmittelbar nach Starkregenereignissen kann die Differenz größer sein.

Niederschlags-Verdunstungs-Bilanz (in m³, Teichgröße 62,8 m²) für Niederschlagsmaximum

