



An der Dänischburg 10, 23569 Lübeck · Hanskampring 21, 22885 Barsbüttel

Golfclub Timmendorfer Strand e.V.
z. Hd. Herr Christian von-Oven
Am Golfplatz 3
23669 Timmendorfer Strand

Anerkannter Sachverständiger für Erd- und Grundbau bei der Bundesingenieurkammer
Prüfsachverständiger PPVO für Erd- und Grundbau
Sachverständiger der IHK zu Lübeck

Anerkannte Prüfstelle gemäß RAP-Str
Bodenmechanisches Labor

Ständige Betonprüfstelle DIN EN 206 / DIN 1045-2
VBI, VDB, VSVI, FGSV, BWK, HTG, DGGT, FGDA

- Erd- und Grundbau
- Grundwasserhydraulik
- Deponie- und Alllastentechnik
- Hochwasserschutz
- Verkehrswegebau
- Wasserbau

Erläuterungsbericht

02.05.2022

F 32922/1

Neubau einer Greenkeeper-Halle am Golfplatz, Oeverdiek, 23669 Timmendorfer Strand
- Entwässerungskonzept -

Inhalt:

1. Vorbemerkungen
2. Grundstück und geplante Anlage
3. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse
4. Grundlagen und Grundsätze zur Regenwasserbewirtschaftung
5. Regenwasserbewirtschaftung Klimavorsorge
6. Regenwassermengenbewirtschaftung
7. Zusammenfassung

Anlagen:

1. Lagepläne
2. Wasserhaushaltsbilanz
3. Bemessung Rückhalteraum

Verteiler:

Golfclub Timmendorfer Strand e.V., Christian von-Oven

(digital)



Inhaltsverzeichnis:

1.	Vorbemerkungen	3
1.1	Planungsunterlagen.....	3
1.2	Normen und Regelwerke.....	3
2.	Grundstück und geplante Anlage.....	4
3.	Baugrund- und Grundwasserverhältnisse.....	6
4.	Grundlagen und Grundsätze zur Regenwasserbewirtschaftung	6
5.	Regenwasserbewirtschaftung Klimavorsorge	7
5.1	Bestimmung des potenziell naturnahen Zustandes	7
5.2	Bestimmung des bebauten Zustandes.....	8
5.3	Bewertung der Wasserhaushaltsbilanz.....	8
5.4	Ermittlung des Wasserhaushaltes im bebauten Zustand.....	9
5.5	Nachweis des bordvollen Abflusses	11
5.6	Nachweis zur Vermeidung von Erosion	11
5.7	Nachweis zur Vermeidung von Grundwasseraufhöhung	11
6.	Regenwassermengenbewirtschaftung.....	12
6.1	Ermittlung der abflusswirksamen Flächen.....	12
6.2	Vorbemessung	12
6.3	Überflutungsnachweis	13
6.4	Geländemodellierung	13
7.	Zusammenfassung.....	15

Anlagenverzeichnis

Anlage	Blatt	Bezeichnung
1		Lagepläne
	1	Übersichtslageplan mit Untersuchungspunkten, M 1 : 750
	2	Lageplan mit Einzugsflächen, M 1 : 300
	3	Lageplan mit Entwässerung, M 1 : 500
2		Wasserhaushaltsbilanz
	1	Variante 1: Ableitung geschlossene Rohrleitung
	2	Variante 2: Ableitung offener Graben
3 u. 4	Variante 3: Ableitung offener Graben u. RW-Nutzung	
3		Bemessung Rückhalteraum
	1	Bemessung Rückhalteraum (n=10)
	2	Bemessung Rückhalteraum (n=30)



1. Vorbemerkungen

Das Ingenieurbüro Dr. Lehners + Wittorf wurde beauftragt, einen Wasserwirtschaftlichen Begleitplan für den vorhabenbezogenen B-Plan zum Bau einer Greenkeeper-Halle auf dem Golfplatz „Oeverdiek“ in Timmendorfer Strand zu erstellen. Darüber hinaus ist weiter ein Antrag für die Grundstücksentwässerung des Grundstückes „Oeverdiek“ in Timmendorfer Strand einschließlich der erforderlichen technischen Planung und Nachweise zu erstellen. Das Entwässerungskonzept wird auf Basis der Wasserhaushaltsbilanz gemäß dem Arbeitsblatt A-RW 1 aufgestellt.

Für die Bearbeitung dieses Berichtes standen uns folgende Unterlagen und Regelwerke zur Verfügung:

1.1 Planungsunterlagen

- [U1] Lageplan, Errichtung einer Greenkeeper-Halle, M 1 : 200, Stand: Februar 2022
(Jörg Bever Architekturbüro, Timmendorfer Strand)
- [U2] Vorabzug Bebauungsplan Nr. 103 der Gemeinde Ratekau, Teil A: Planzeichnung, M 1 : 1.000, Stand: August 2021 (Planungsbüro Ostholstein, Bad Schwartau)
- [U3] Vermessungsplan, Gemeinde Ratekau, Gemarkung: Luschendorf, M 1 : 500, Stand: September 2021 (Vermessungsbüro Carsten de Vries, Neumünster)
- [U4] Lageplan, Errichtung einer Greenkeeper-Halle, M 1 : 200, Stand: Oktober 2021
(Jörg Bever Architekturbüro, Timmendorfer Strand)
- [U5] Lageplan, Errichtung einer Greenkeeper-Halle, M 1 : 500, Stand: Oktober 2021
(Jörg Bever Architekturbüro, Timmendorfer Strand)
- [U6] Geotechnischer Bericht F32922/2, Stand: Februar 2022
(Ingenieurbüro Dr. Lehners + Wittorf, Lübeck)

1.2 Normen und Regelwerke

- [A] DIN EN 752:2008-04 - Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden
- [B] DIN 1986-100 - Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056
- [C] Merkblatt DWA-M 153 – Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
- [D] Arbeitsblatt DWA-A 102/ BWK-A 3 - Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer
- [E] Merkblatt DWA-M 102/ BWK-M 3-4 - Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer
- [F] A-RW 1 - Wasserrechtliche Anforderungen zum Umgang mit Regenwasser in Schleswig-Holstein



2. Grundstück und geplante Anlage

Auf dem Grundstück der Golfanlage „Seeschlösschen Timmendorfer Strand“ ist der Neubau einer Greenkeeper-Halle mit Geräteabstellplätzen (s. Abb. 1) geplant. Der Übersicht halber ist das Grundstück mit den für die Entwässerung relevanten befestigten Flächen in Anlage 1, Blatt 2, dargestellt.



Abb. 1 Lageübersicht (Ausschnitt aus [U2])

Gemäß [U3] fällt das Gelände von Nordwesten (rd. +31,9 mNHN) in Richtung Südosten auf rd. +28,8 mNHN ab. Südlich des Plangebiets verläuft der Timmendorfer Mühlengraben (Gew.-Nr. 1.4), der wie in Abb. 2 dargestellt in die Aalbek mündet. Gemäß dem Gewässerkundlichen Flächenverzeichnis (GFV) zählt der Timmendorfer Mühlengraben zu der GFV-Einheit 9619742100000, die eine Gesamteinzugsfläche von ca. 1.927 km² umfasst. Auf Grundlage landesweit verfügbarer Geomerkmale wurden mithilfe statistischer Verfahren Abflüsse auf Basis von Pegeldata für alle Teileinzugsgebiete des GFV ermittelt und regionalisiert. In Tab. 1 sind die regionalisierten Abflussspenden für die entsprechende GFV-Einheit des B-Planes aufgelistet.

Tab. 1 Regionalisierte Abflussspenden für A_{ges} der GFV-Einheit 9619742100000

Regionalisierte Abflussspenden in $l/(s \cdot km^2)$		
Mittlere Niedrigwasserabflussspende	MNq	0,3
Mittlere Abflussspende	Mq	7,7
Mittlere Hochwasserabflussspende	MHq	137,3
Hq bei einer Jährlichkeit von n=1	Hq ₁	119,6
Hq bei einer Jährlichkeit von n=2	Hq ₂	146,5
Hq bei einer Jährlichkeit von n=5	Hq ₅	177,5
Hq bei einer Jährlichkeit von n=10	Hq ₁₀	196,6
Hq bei einer Jährlichkeit von n=20	Hq ₂₀	215,7
Hq bei einer Jährlichkeit von n=50	Hq ₅₀	237,1
Hq bei einer Jährlichkeit von n=100	Hq ₁₀₀	251,1



Die mittlere Abflussspende beträgt demnach 0,77 l/(s·ha), während bei einem Hochwasser im Mittel Abflussspenden von 1,37 l/(s·ha) auftreten können.

Nach Rücksprache mit dem Wasser- und Bodenverband Ostholstein kann das auf den versiegelten Flächen anfallende Niederschlagswasser, auf eine Einleitmenge von 1 l/(s·ha) bzw. 100 l/(s·km²) begrenzt, eingeleitet werden. Das Geländeniveau am Graben liegt bei ca. 21,5 mNHN. Der Graben selbst hat eine Tiefe von ca. 1,5 m.

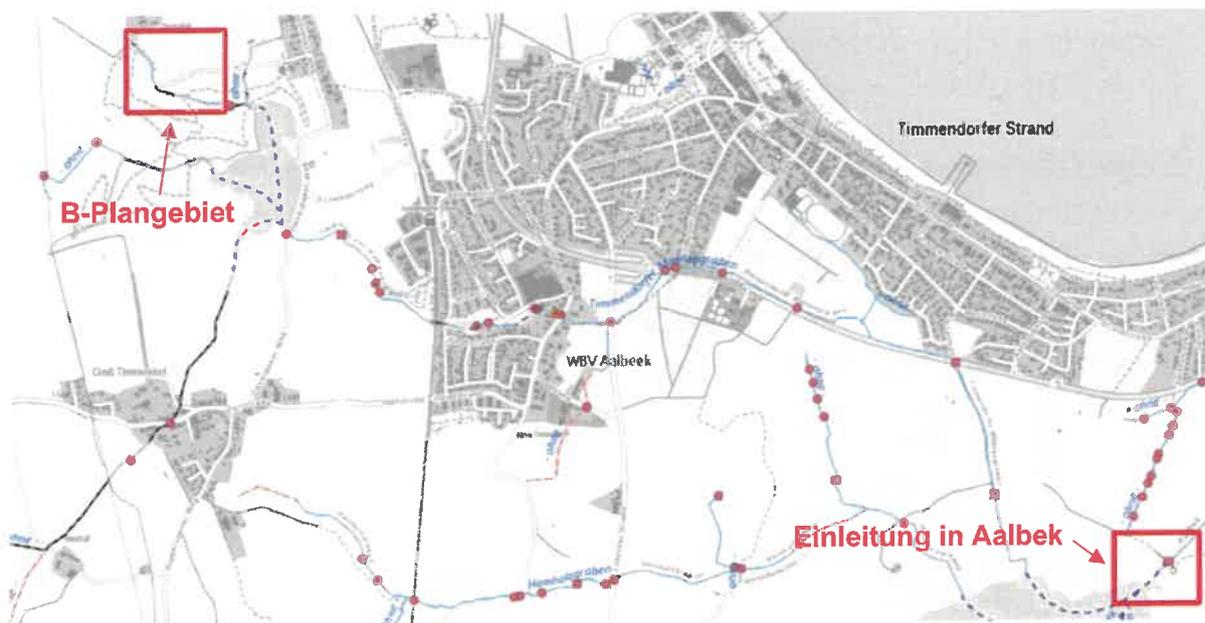
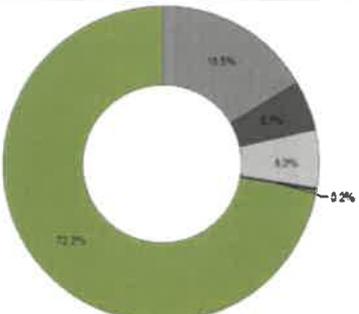


Abb. 2 Ausschnitt aus dem AWGV (GeoBasis-DE/ LVermGeo SH)

Für den Bericht maßgebend sind die in Tab. 2 aufgelistete Nutzung und Aufteilung der Flächen. Die Flächenermittlung erfolgt auf Basis der Freiflächenplanung von Februar 2022 (s. [U1]).

Tab. 2 Versiegelte und unversiegelte Flächen im Bebauungsgebiet (L+W, 2022)

Flächenart	Fläche [m ²]	Anteil [-]
Dachfläche		
Gebäude (Steildach)	864	0,17
Vordach (Flachdach)	144	
Verkehrsfläche		
gepflastert/ undurchlässig	312	0,11
gepflastert/ teildurchlässig	363	
Stützmauer	15	
Grünfläche	4.255	0,72
Gesamt	5.953	



- Gebäudefläche
- Verkehrsfläche (wasserundurchlässig)
- Verkehrsfläche (teildurchlässig)
- Stützmauer
- Grünfläche



Als Rückhaltemaßnahme wird in Kapitel 6 ein offener Graben mit einem zwischengeschalteten Teich, der das Niederschlagswasser in den Timmendorfer Mühlengraben leitet, bemessen. Gleichzeitig dient dieser als heroisches Hindernis in der Bahn Nr. 18 des Golfplatzes. Die Grünflächen der an den B-Plan angrenzenden Bahn werden dementsprechend für die Ableitung des Niederschlagswassers in Anspruch genommen. Bei der Aufstellung der Wasserhaushaltsbilanz gemäß des A-RW 1 (s. Kap. 5 u. 6) hingegen werden diese Flächen nicht der Gesamtfläche hinzugerechnet und dienen nur der Regenwassermengenbewirtschaftung.

Das auf dem in [U1] skizzierten Waschplatz anfallende Niederschlagswasser ist über eine zu dimensionierende Reinigungsanlage der Schmutzwasserkanalisation zuzuführen.

3. Baugrund- und Grundwasserverhältnisse

Die Baugrund- und Grundwasserverhältnisse wurden ausführlich in [U6] beschrieben. Es wurden relativ einheitliche Baugrundverhältnisse aufgeschlossen. Mit Ausnahme des Bodenprofils B 6/21, an dem bis zu einer Tiefe von 0,3 m unter GOK schluffige Auffüllungen erkundet worden sind, wurde an allen Bodenprofilen schluffiger Mutterboden aufgeschlossen. Ab ca. 0,3 m bis 2,5 m unter Oberkante Gelände folgen an allen Bodenprofilen Geschiebeböden. An den Bodenprofilen B 4/21 und B 5/21 wurden ab einer Tiefe von ca. 2,0 bis 4,5 m unter GOK schluffige Sande aufgeschlossen.

Ein Wasserstand wurde an zwei Bodenprofilen (B 1/21 u. B 5/21) in Tiefen von 1,05 m bis 1,65 m unter Oberkante Gelände angetroffen. An den restlichen Bodenprofilen war der Grundwasserstand bis zur Endteufe der Sondierungen nicht messbar. Aufgrund der schlechten Versickerungseigenschaften der angetroffenen Böden ist eine Versickerung des Niederschlagswassers nicht möglich. Nach Rücksprache mit der Wasserbehörde des Kreises Ostholstein wäre ein Durchteufen der Deckschichten zur Herstellung der Versickerungsfähigkeit in die unterlagernden Sande nur für Regenwasserabflüsse von Gründächern erlaubnisfähig (Vorreinigung, Grundwasserschutz).

4. Grundlagen und Grundsätze zur Regenwasserbewirtschaftung

Die Bebauung von Einzugsgebieten ist durch die Versiegelung von Flächen und oftmals erheblichen Eingriffen in die Gewässermorphologie und Auen geprägt. Hinzu kommen Einleitungen von Abflüssen und Stoffen aus Anlagen der Siedlungsentwässerung, die das Abflussregime siedlungsnaher Gewässer beeinflussen. Diese Eingriffe in die hydrologischen Prozesse verändern den Wasserhaushalt in Bebauungsgebieten. [E]

Das maßgebende Ziel der nachfolgenden Berechnungen ist die Minimierung des Eingriffes in den naturnahen Wasserhaushalt und daraus folgend eine Minimierung der Belastung der Vorfluter/ Gewässer durch die Flächenversiegelung. Darüber hinaus trägt insbesondere der Erhalt der Verdunstungsleistung im Siedlungsbereich für ein verträgliches urbanes Mikroklima sowie den atmosphärischen lokalen Wasserhaushalt bei. Der natürliche Wasserhaushalt wird durch mehrere Teilprozesse geprägt, die den Hauptprozessen Verdunstung, Grundwasserneubildung und Abfluss zuzuordnen sind (s. Abb. 3).

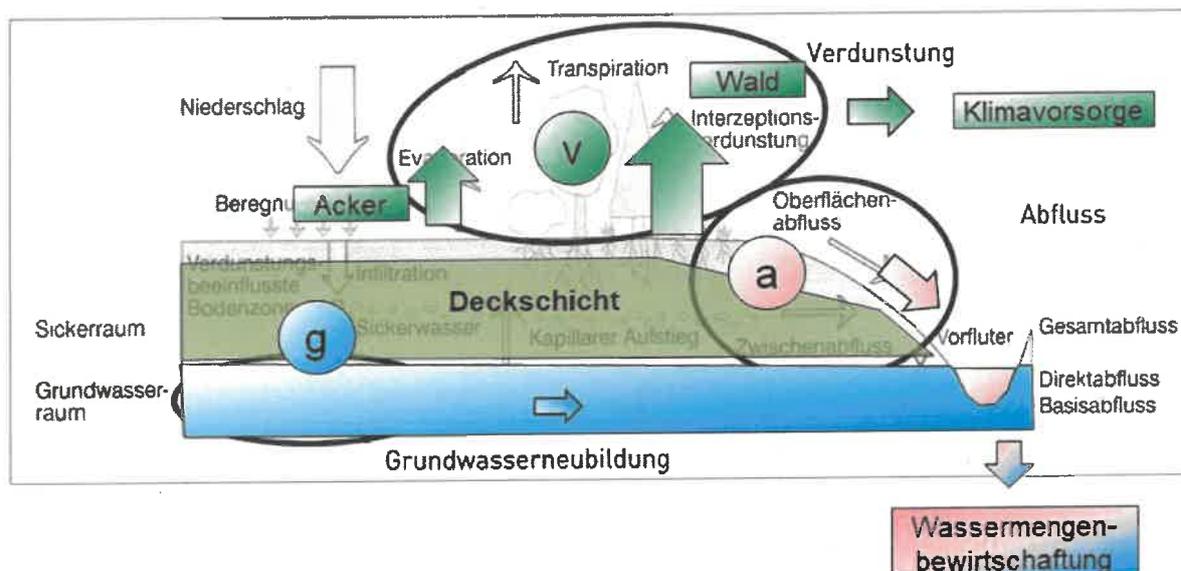


Abb. 3 Hauptprozesse des Wasserhaushaltes (L+W, 2021)

Die nachfolgenden Betrachtungen untergliedern sich in:

- Wasserhaushalt / Klimavorsorge (s. Kap. 5)
- Regenwassermengenbewirtschaftung (s. Kap. 6).

Dabei sind beide Aspekte nicht vollends getrennt zu betrachten. Vielmehr ist die Regenwassermengenbewirtschaftung eine Konsequenz zur Minimierung der Auswirkungen infolge von Veränderung des natürlichen Wasserhaushaltes im Siedlungsbereich. Während die Wasserhaushaltsbilanz bezogen auf mittlere Niederschläge aufgestellt wird, steht bei der Regenwassermengenbewirtschaftung der Umgang mit Starkregenereignissen und dem Regenwasserrückhalt zur Dämpfung der Direktabflüsse im Vordergrund.

5. Regenwasserbewirtschaftung Klimavorsorge

5.1 Bestimmung des potenziell naturnahen Zustandes

Mithilfe einer vereinfachten Wasserhaushaltsbilanz wird die Abweichung vom potenziellen Ausgangszustand ermittelt. Das Ziel ist der Erhalt des lokalen Wasserhaushaltes gemäß dem Verschlechterungsverbot nach EG-WRRL und WHG. Dabei soll die Veränderung des Wasserhaushaltes durch Siedlungsaktivitäten so gering gehalten werden, wie es sowohl ökologisch umsetzbar als auch technisch und wirtschaftlich vertretbar ist.

Für den Umgang mit Regenwasser in Schleswig-Holstein bietet das A-RW 1 eine vereinfachte Methode zur Erstellung einer Wasserhaushaltsbilanz. Dabei wird das gesamte Bebauungsgebiet in einen abflusswirksamen (a), versickerungswirksamen (g) und verdunstungswirksamen (v) Anteil aufgeteilt (a-g-v-Werte). Zur Beurteilung des Eingriffes in den Wasserhaushalt von Bebauungsgebieten wird die Abweichung des bebauten Zustandes vom unbebauten, potenziell naturnahen Referenzzustand bestimmt.



Der potenziell naturnahe Referenzzustand wird durch das Merkblatt A-RW 1 für die Regionen und Landkreise in Schleswig-Holstein fest vorgegeben. Das betrachtete Wohngebiet liegt in dem Hügelland H-2 (Ostholstein) (s. [F]) und hat die in Tab. 3 gelisteten a_1 - g_1 - v_1 -Werte.

Tab. 3 a - g - v -Werte des potenziellen naturnahen Referenzzustandes

Landkreis	a_1 (Abfluss)	g_1 (Versickerung)	v_1 (Verdunstung)
Ostholstein	0,04	0,26	0,70

5.2 Bestimmung des bebauten Zustandes

Zur Bestimmung des bebauten Zustandes werden zunächst folgende a_2 - g_2 - v_2 -Werte für die befestigten Flächenarten basierend auf langjährigen Mittelwerten des A-RW 1 angesetzt:

Steildach:	$a_2 = 0,85$; $g_2 = 0,00$; $v_2 = 0,15$
Flachdach:	$a_2 = 0,75$; $g_2 = 0,00$; $v_2 = 0,25$
Pflaster:	$a_2 = 0,70$; $g_2 = 0,00$; $v_2 = 0,30$
Asphalt, Beton:	$a_2 = 0,75$; $g_2 = 0,00$; $v_2 = 0,25$

Die mittleren Abflussbeiwerte repräsentieren i. W. den Anteil des Direktabflusses.

Aufgrund der schlechten Versickerungseigenschaften des Bodens (s. Kap. 3) finden Maßnahmen zur Verbesserung des Versickerungspotenzials, wie bspw. Pflaster mit offenen Fugen anstelle von dichten Fugen, hier keine Anwendung. Eine Durchteufung der bindigen Böden für eine Versickerung in die tiefer liegenden Sanden (s. B 5/21) ist nach Rücksprache mit der unteren Wasserbehörde nur für Regenwasserabflüsse genehmigungsfähig.

5.3 Bewertung der Wasserhaushaltsbilanz

Zur Erhaltung des möglichst naturnahen Zustandes grenzt das A-RW 1 bei zielgerichteter Niederschlagswasserbewirtschaftung die zulässige Abweichung der a - g - v -Werte auf folgenden Rahmen ein:

Tab. 4 Bewertung der errechneten Wasserhaushaltsbilanz nach A-RW 1

Bewertung Wasserhaushalts- bilanz	Fall 1	Fall 2	Fall 3
	Weitgehend natürlicher Wasserhaushalt bei Änderungen	Deutliche Schädigung des Wasserhaushaltes bei Änderungen	Extreme Schädigung des Wasserhaushaltes bei Änderungen
Die tolerierbare Zu-/Abnahme [Δ in %] muss für alle Teilflächen im Bebauungsgebiet eingehalten werden, sonst gilt der nächst höhere Fall.			
Abflusswirksame Teilflächen (Δa)	< 5 %	≥ 5 % bis < 15 %	≥ 15 %
Versickerungswirk- same Teilflächen (Δg)	< 5 %	≥ 5 % bis < 15 %	≥ 15 %
Verdunstungswirksame Teilflächen (Δv)	< 5 %	≥ 5 % bis < 15 %	≥ 15 %



Ab einer Abweichung des berechneten Wasserhaushaltes von 15 % im Gegensatz zum unbebauten Zustand gilt der Wasserhaushalt als extrem geschädigt. Für den ermittelten Grad der Schädigung ergeben sich weitere Nachweise (lokal und regional), die zu führen sind. Größere Abweichungen, die sich aus unvermeidbaren Randbedingungen ergeben, sind ausführlich fachlich zu begründen.

Um die Auswirkungen auf das Kleinklima durch die Bebauung der Flächen möglichst gering zu halten, sieht das A-RW 1 vor, insbesondere dezentrale Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung einzuplanen, sodass Versickerung und Verdunstung größtenteils im Plangebiet erfolgen. U. a. durch die kaum versickerungsfähigen Böden können nur die in Tab. 5 gelisteten Maßnahmen für das betrachtete Gebiet angesetzt werden.

Tab. 5 Maßnahmen zur Regenwasserbewirtschaftung

Maßnahme	a ₃ (Abfluss)	g ₃ (Versickerung)	v ₃ (Verdunstung)
Ableitung (Kanalisation)	1,00	0,00	0,00
Ableitung (offener Graben)	0,70	0,10	0,20
Regenwassernutzung zur Bewässerung	0,50	0,25	0,25

Für die Regenwassernutzung zur Bewässerung von Grünflächen liefert das A-RW 1 nur begrenzt Aufteilungswerte des Wasserhaushaltes, da eine Nutzung des Niederschlagwassers im Haushalt und nicht zur Bewässerung angesetzt wird. Dadurch wird vollständig die Erhöhung der Verdunstungsleistung vernachlässigt. Das DWA-M 102-4 ermöglicht weitere Differenzierungen des Wasserhaushaltes und Ansätze zum Umgang mit Regenwasser. Im Gegensatz zum A-RW 1 werden die a-g-v-Werte des DWA-M 102-4 u. a. aus Speicherkapazität, Art der Nutzung und Bewässerungsfläche bestimmt. Aufgrund der Zusammenfassung der Regenwassernutzung sowohl für Bewässerungszwecke als auch als Betriebswasser wird hier wiederum der Versickerungsanteil vernachlässigt. Demzufolge werden die in Tab. 5 gelisteten Aufteilungswerte für die Regenwassernutzung zur Bewässerung angesetzt, die als eine Kombination aus den a-g-v-Werten des A-RW 1 und des DWA-M 102-4 zu sehen sind.

5.4 Ermittlung des Wasserhaushaltes im bebauten Zustand

Für die Berechnung der bebauten abfluss-, versickerungs- und verdunstungswirksamen Flächenanteile ergibt sich der Rechenwert A_{E,b} aus der Summe aller angeschlossenen Teilflächen A_{E,b,i} multipliziert mit den jeweils zugehörigen Anteilen:

$$A_{E,b} = \sum (a_2 \cdot A_{E,b,i} + g_2 \cdot A_{E,b,i} + v_2 \cdot A_{E,b,i}) \quad (1)$$

Die Berechnungen befinden sich in Anlage 2. Es ergeben sich nachfolgende Flächengrößen:



Tab. 6 abfluss-, versickerungs- und verdunstungswirksamen Flächen

Flächentyp	Flächengröße A_E [m ²]	abfluss- wirksame Fläche $A_{E,a}$ [m ²]	versickerungs- wirksame Fläche $A_{E,g}$ [m ²]	verdunstungs- wirksame Fläche $A_{E,v}$ [m ²]
unbebaute, unversiegelte Fläche [m ²]	4.255	179	1.098	2.979
Steildach [m ²]	864	734	0	130
Flachdach [m ²]	144	108	0	36
Pflaster [m ²]	363	254	0	109
Asphalt, Beton [m ²]	327	245	0	82
Gesamtfläche [m²]	5.953	1.520	1.098	3.335

Variante 1: Ableitung des Regenwassers (Kanalisation)

Bei vollständiger Ableitung des auf den versiegelten Flächen anfallenden Niederschlagswassers in den Timmendorfer Mühlengraben über eine geschlossene Rohrleitung gilt der Wasserhaushalt aufgrund der Abweichung des Abflussanteils von >15 % als extrem geschädigt. Die Abweichungen des versickerungs- sowie des verdunstungswirksamen Anteils liegen über 5 % und gelten damit als deutlich geschädigt (s. Anlage 2, Blatt 1).

Variante 2: Ableitung des Regenwassers (offener Graben)

Durch die vollständige Ableitung des Niederschlagswassers über einen offenen Graben wird der Wasserhaushalt verbessert und gilt in seinen Anteilen als „nur“ noch deutlich geschädigt. Durch die Aufweitung des offenen Grabens (s. Anlage 1, Blatt 3) kann das Niederschlagswasser gespeichert und auf 1 l/(s·ha) gedrosselt in den Timmendorfer Mühlengraben eingeleitet werden. Weiter kann der Wasserhaushalt durch die Nutzung des zwischengespeicherten Wassers zur Bewässerung der Grünflächen verbessert werden.

Variante 3: Ableitung des Regenwassers (offener Graben) u. RW-Nutzung

Durch die Nutzung des Niederschlagswassers aus dem Teich kann der Abfluss des Grundstückes weiter reduziert und die Verdunstungs- und Versickerungsleistung verbessert werden (s. Anlage 2, Blatt 3). Dabei ist zu beachten, dass mit dem gesammelten Niederschlagswasser ebenfalls die Grünflächen der umgebenen Grünflächen des Golfplatzes bewässert werden können und demnach die Versickerung nicht nur auf dem Grundstück der Greenkeeper-Halle geschieht. Den oftmals trockenen Grünflächen eines Golfplatzes kann demzufolge entgegengewirkt werden.

Weiter kann ein direkter Anschluss des auf den Dachflächen anfallenden Niederschlagswassers an eine Zisterne erfolgen (s. Anlage 2, Blatt 4). Der Abfluss der Verkehrsflächen wird in den Graben geleitet. Durch die Aufteilung der Regenwassermengen sowie der ausschließlichen Bewässerung der Grünflächen des Grundstückes kann die Versickerungsleistung als weitgehend natürlich eingestuft werden. Sowohl der Abfluss- als auch der Verdunstungsanteil gelten als deutlich geschädigt.

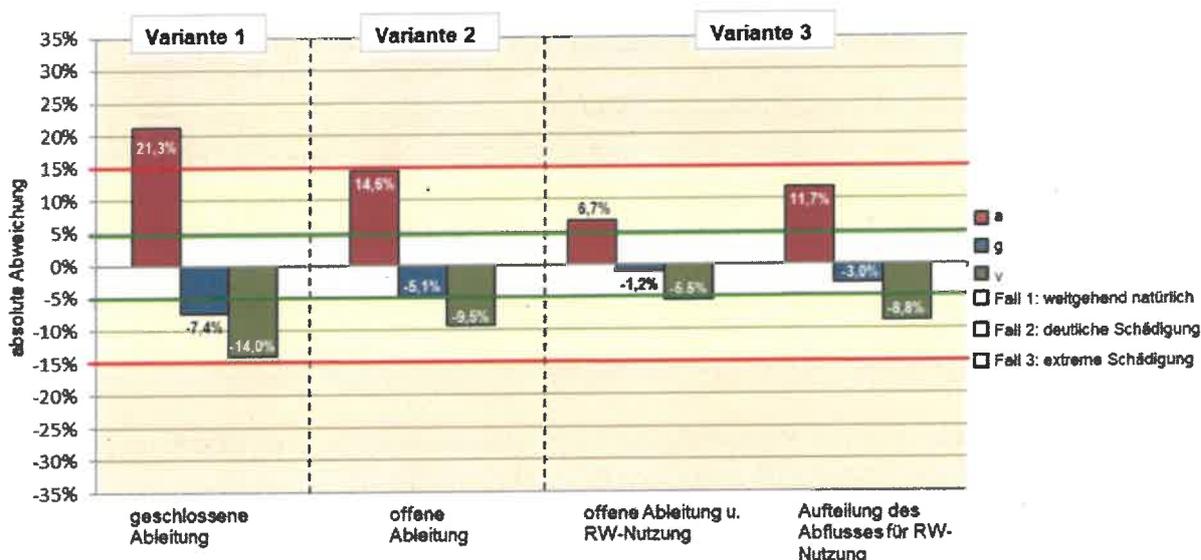


Abb. 4 Abweichung der a-g-v-Werte

In Kapitel 6 wird das Volumen des in dem Graben zwischengeschalteten Teichs bemessen, um das Niederschlagswasser gedrosselt in den Timmendorfer Mühlenteich einleiten zu können.

5.5 Nachweis des bordvollen Abflusses

Gemäß A-RW 1 (s. Tab. 4) ist bei einer deutlichen Schädigung des Wasserhaushaltes der Nachweis des bordvollen Abflusses, der Nachweis zur Vermeidung von Erosion und der Nachweis zur Vermeidung von Grundwasseraufhöhung zu erbringen.

Die Einleitbegrenzung des Timmendorfer Mühlengrabens wird durch die Zwischenspeicherung des Niederschlagswassers in den Teichen eingehalten und der Abfluss gedrosselt der Vorflut zugeführt. Der Abfluss von 1 l/(s·ha) liegt unter der mittleren hochwasserspense des natürlichen Einzugsgebietes von 1,37 l/(s·ha), sodass keine nennenswerte Zusatzbelastung des Gewässers zu erwarten ist.

5.6 Nachweis zur Vermeidung von Erosion

Die Einleitung in das Vorflutgewässer ist so weit zu drosseln, dass an der Einleitstelle durch die Einleitung des Wassers keine Erosion als Folge der Einleitung auftritt. Durch die Drosselung auf 1 l/(s·ha) ist diese Bedingung erfüllt.

5.7 Nachweis zur Vermeidung von Grundwasseraufhöhung

Eine Versickerung des Niederschlagswassers ist aufgrund anstehender bindiger Schichten < 1 m unter Oberkante Gelände ohne den Einbau einer Drainage mit gesicherter Vorflut nicht möglich. Dementsprechend entfällt der Nachweis zur Vermeidung von Grundwasseraufhöhung gemäß A-RW 1.



6. Regenwassermengenbewirtschaftung

6.1 Ermittlung der abflusswirksamen Flächen

Zur Bemessung des in dem Teich vorzuhaltenden Rückhaltevolumens wird gemäß DWA-A 117 das 10-jährliche Bemessungsereignis als maßgebend angesetzt. Dabei wird der mittlere Abflussbeiwert C_m gemäß DIN 1986-100 für die Berechnung von $A_{U,m}$ berücksichtigt. Durch die Multiplikation des mittleren Abflussbeiwertes C_m mit der Summe aller angeschlossenen Teilflächen $A_{E,i}$ kann der Rechenwert $A_{U,m}$ für abflusswirksame Flächen bestimmt werden.

$$A_{U,m} = \sum(A_{E,i} \cdot C_{m,i}) \quad (2)$$

Für darüber hinausgehende Regenspenden sind Notwasserwege und Überflutungsräume zu bemessen, für die der Spitzenabflussbeiwert C_s zu berücksichtigen ist.

$$A_{U,s} = \sum(A_{E,i} \cdot C_{s,i}) \quad (3)$$

In Tab. 7 sind die abflusswirksamen Flächen des Grundstückes zusammengefasst. Die Flächen wurden mit Hilfe von AutoCAD aus der Unterlage [U1] extrahiert.

Tab. 7 Abflusswirksame Flächen im Betrachtungsraum

Flächentyp	Flächengröße A_E [m ²]	mittlerer Abflussbeiwert C_m [-]	abflusswirksame Flächengröße $A_{U,m}$ [m ²]	Spitzenabflussbeiwert C_s [-]	abflusswirksame Flächengröße $A_{U,s}$ [m ²]
Dach	1.008	0,90	907	1,00	1.008
Pflaster	363	0,75	272	1,00	363
Asphalt, Beton	312	0,90	281	1,00	312
Grünflächen	4.255	-	0	-	0
Gesamt EZG	5.953	-	1.474	-	1.698

6.2 Vorbemessung

Die anfallende mittlere jährliche Niederschlagswassermenge ergibt sich aus dem abflusswirksamen Anteil der Grundstücksfläche (s. Kapitel 5.4) und dem mittleren jährlichen Jahresniederschlag. Gemäß des hydrologischen Atlas Deutschland (HAD) kann für das betrachtete Gebiet eine mittlere jährliche Niederschlagshöhe von 600 – 700 mm/a angesetzt werden. Für die nachfolgende Berechnung wird von dem Maximum von 700 mm/a ausgegangen.

$$Q_m = A_{E,a} \cdot P = 1.520 \text{ m}^2 \cdot 700 \text{ l/m}^2\text{a} = 1.064 \text{ m}^3/\text{a} \quad (4)$$

Gemäß DWA-A 138 wird zur Bestimmung des erforderlichen Rückhalteriums die Gleichung 2 herangezogen. Die Ergebnisse dieser Berechnungen sind der Anlage 3, Blatt 1, zu entnehmen.



$$V_{RRR} = (Q_{zu} - Q_{Dr}) \cdot D \cdot 0,06 \cdot f_z \quad (5)$$

V_{RRR}	erforderliches Rückhaltevolumen [m ³]
Q_{zu}	(konstanter) Zufluss [l/s]
Q_{Dr}	Drosselabfluss [l/s]
D	Regendauer [min]
f_z	Zuschlagsfaktor [-]

Der Zuschlagsfaktor f_z wird gemäß DWA-A 117 mit einem geringen Risikomaß von $f_z = 1,2$ berücksichtigt und dient als Ausgleichswert für eine mögliche Unterdimensionierung der Retentionsmaßnahmen. Für die Berechnung des notwendigen Rückhaltevolumens wurden die Daten der Regenreihe für Timmendorfer Strand (KOSTRA – DWD 2010) zugrunde gelegt.

Wie in Anlage 3, Blatt 1, berechnet, kann die bei einem 10-jährlichen Regenereignis anfallende Wassermenge bei einem Drosselabfluss von 1 l/(s·ha) durch ein zurückzuhaltendes Volumen von insgesamt 99 m³ gefasst werden. Zur Vorbemessung des Regenrückhaltereaumes wird in Kapitel 6.4 ein Teich entsprechend des notwendigen Speichervolumens in das anstehende Gelände modelliert.

6.3 Überflutungsnachweis

Nach DIN 1986-100 ist zudem ein Überflutungsnachweis zur schadlosen Ableitung und/ oder Rückhaltung des Regenwassers für Grundstücke mit abflusswirksamen Flächen > 800 m² zu führen.

In Anlage 3, Blatt 2, wurde aufgrund dessen die Annahme getroffen, dass bei einem 30-jährlichen Regenereignis das Niederschlagswasser verstärkt zum Abfluss kommt, sodass das maximal zurückzuhaltende Volumen berechnet werden kann. Das Überstauvolumen soll ebenfalls in dem zu planenden Teich zurückgehalten werden. Es ergibt sich ein erforderliches Gesamtrückhaltevolumen von 164 m³.

6.4 Geländemodellierung

Es wird davon ausgegangen, dass der Bodenaufbau des Golfplatzes den entnommenen Sondierbohrungen (s. [U6]) ähnelt und bis zur Geländeoberkante wasserundurchlässige Geschiebelehmschichten anstehen. Eine nennenswerte Versickerung in dem das Niederschlagswasser ableitenden Graben sowie der herzustellenden Vertiefung ist nicht zu erwarten.

Die Ableitung des Niederschlagswassers in den Timmendorfer Mühlengraben ist durch das starke Geländegefälle in Richtung Vorflut gesichert (s. Abb. 5).

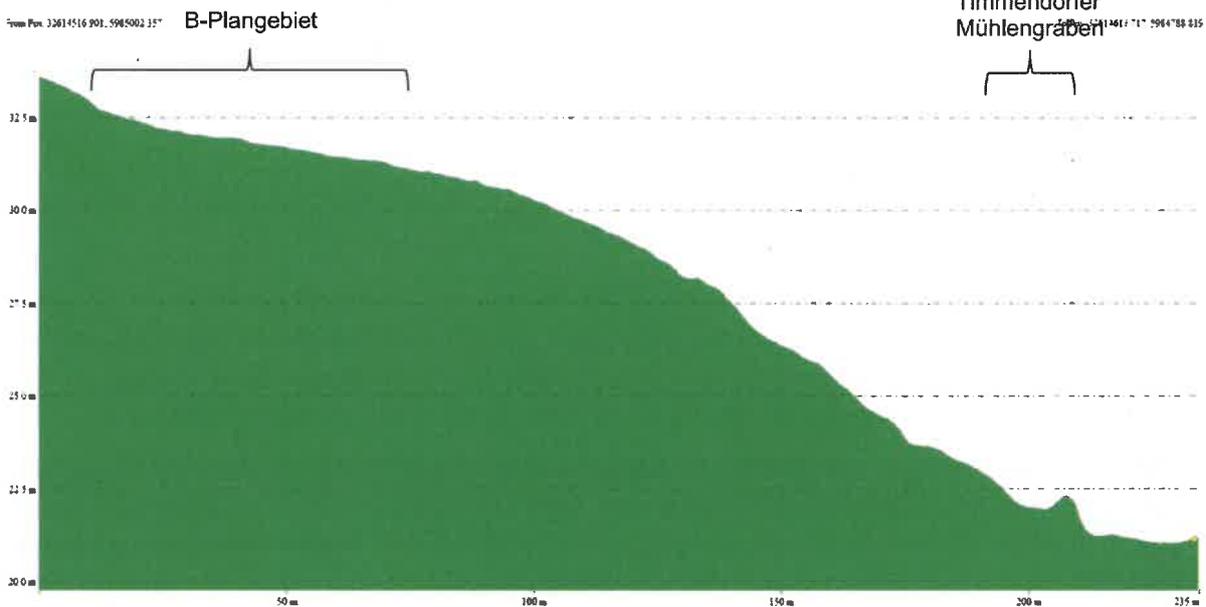


Abb. 5 Geländeverlauf Golfplatz Oeverdiek (DGM 1)

Der Graben ist entsprechend der Anlage 1, Blatt 3, über rd. 70 m mit einer Tiefe von rd. 50 cm bis zum Timmendorfer Mühlengraben zu modellieren. Die Sohle des südlich gelegenen Teiches ist auf +24,5 mNHN herzustellen, sodass ein Wasserstand von 50 cm im Teich sowie ein Rückhaltevolumen von ca. 110 m³ gewährleistet werden kann. Bei Starkregenereignissen staut sich das Wasser zurück und kann das Überstauvolumen des Teiches nutzen.

Der Anschluss des Grundstückes erfolgt über eine Rohrleitung DN 300. Vom Teich wird der Graben durch eine Rohrleitung DN 100 als Drosselstrecke bis zur Vorflut geführt. Die Leitungen sind frostfrei (80 cm unter GOK) herzustellen.

Der Ablaufgraben dient neben seiner Verdunstungsleistung und Speicherfunktion durch seine Aufweitung entsprechend Anlage 1, Blatt 3, ebenfalls als gestalterisches Instrument („heroisches Hindernis“) des Golfplatzes. Dementsprechend ist zusätzlich zur Regenwasserrückhaltung auch während niederschlagsärmeren Zeiten ein gewisser Wasserstand zu gewährleisten. Dies ist durch eine Sohlschwelle sowie die Drosselung auf 1 l/(s·ha) und den damit verbundenen Aufstau des Wassers im Graben sichergestellt. Es ist mit einem dauerhaften Wasserstand im Teich von rd. 50 cm zu rechnen.

Grundsätzlich sind bei der Herstellung von Regenrückhalteräumen die Hinweise der DWA-A 117 und der DIN 1986-100 zu beachten. Die Außenanlagen sind so zu gestalten, dass sich das Rückhaltevolumen schadlos aufstauen kann.



7. Zusammenfassung

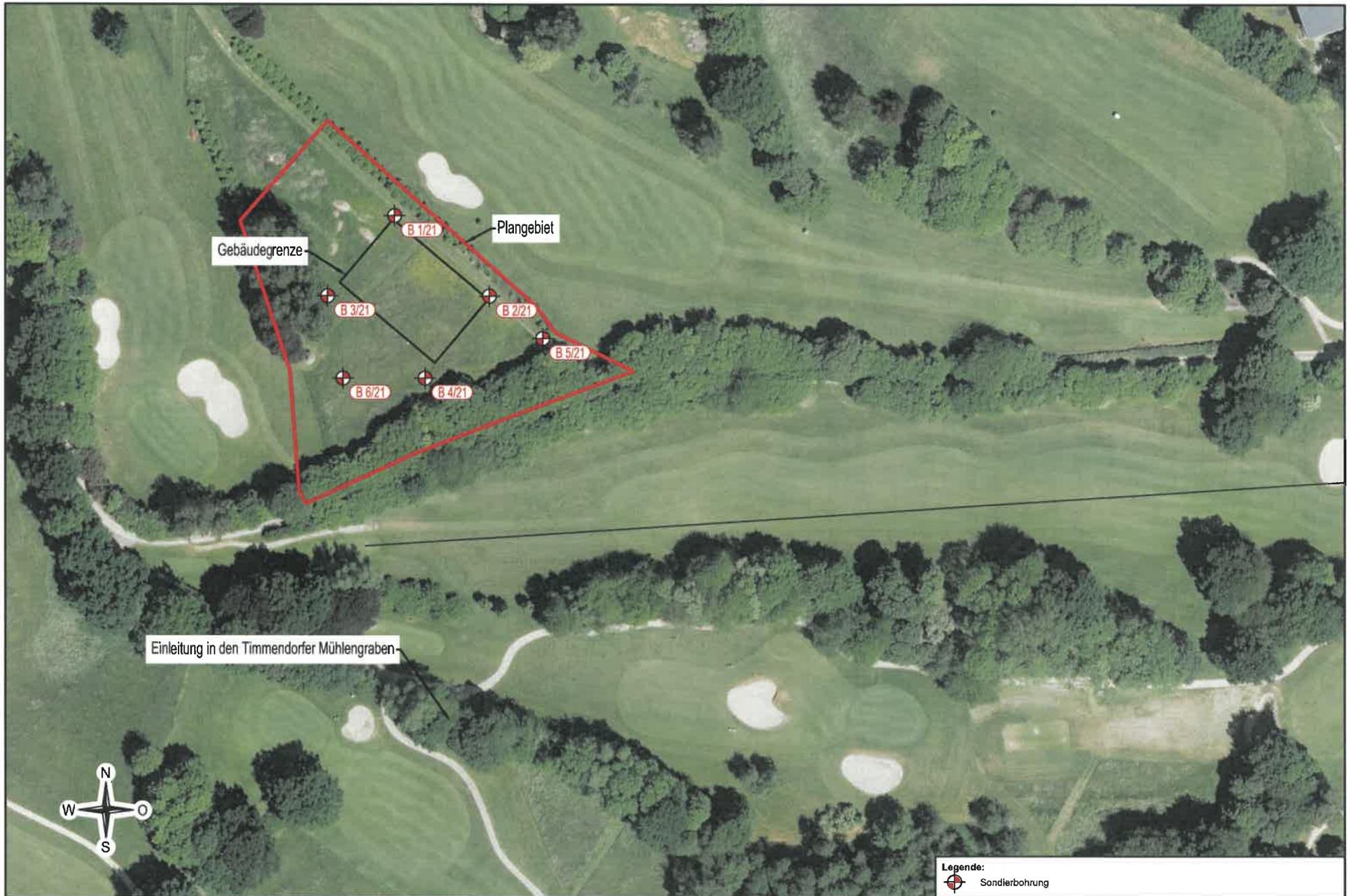
Im vorliegenden Bericht wird ein Entwässerungskonzept für die geplante befestigte Fläche des Neubaus der Greenkeeper-Halle am Golfplatz „Oeverdiek“ in Timmendorfer Strand als Grundlage für den vorhabenbezogenen Bebauungsplan vorgestellt und erläutert.

Mit dem vorgestellten Konzept wird das auf dem versiegelten bzw. überbauten Grundstück anfallende Niederschlagswasser gesammelt in einem Graben mit Aufweitung der Vorflut zugeführt. Aufgrund der oberflächennahen Schichten aus Geschiebelehm bzw. stark schluffigen Böden ist eine dezentrale Versickerung von Niederschlagswasser nicht möglich. Aufgrund dessen sind Rückhalteräume im Graben zu schaffen, in denen das Niederschlagswasser schadlos aufstauen und auf 1 l/(s·ha) gedrosselt in den Timmendorfer Mühlengraben geleitet werden kann. Der notwendige Rückhalteraum bei 30-jährlichen Regenereignissen ist durch das Überstauvolumen des Teiches gewährleistet.

Während der Bauausführung sind die Qualitätssicherung für die eingesetzten Baustoffe (Böden, Leitungen, Schächte, etc.) sowie die Überwachung des fachgerechten Einbaus zwingend erforderlich.

Beratender Ingenieur
Dipl.-Ing. Sebastian Stoll

Projektingenieurin
M. Eng. Nadja Brucks



Legende:
 Sondierbohrung

Projekt:
 Neubau einer Greenkeeper-Halle,
 Oeverdiek, 23669 Timmendorfer Strand

Darstellung:
 Lageplan mit Untersuchungspunkten
Maßstab: 1 : 1.000

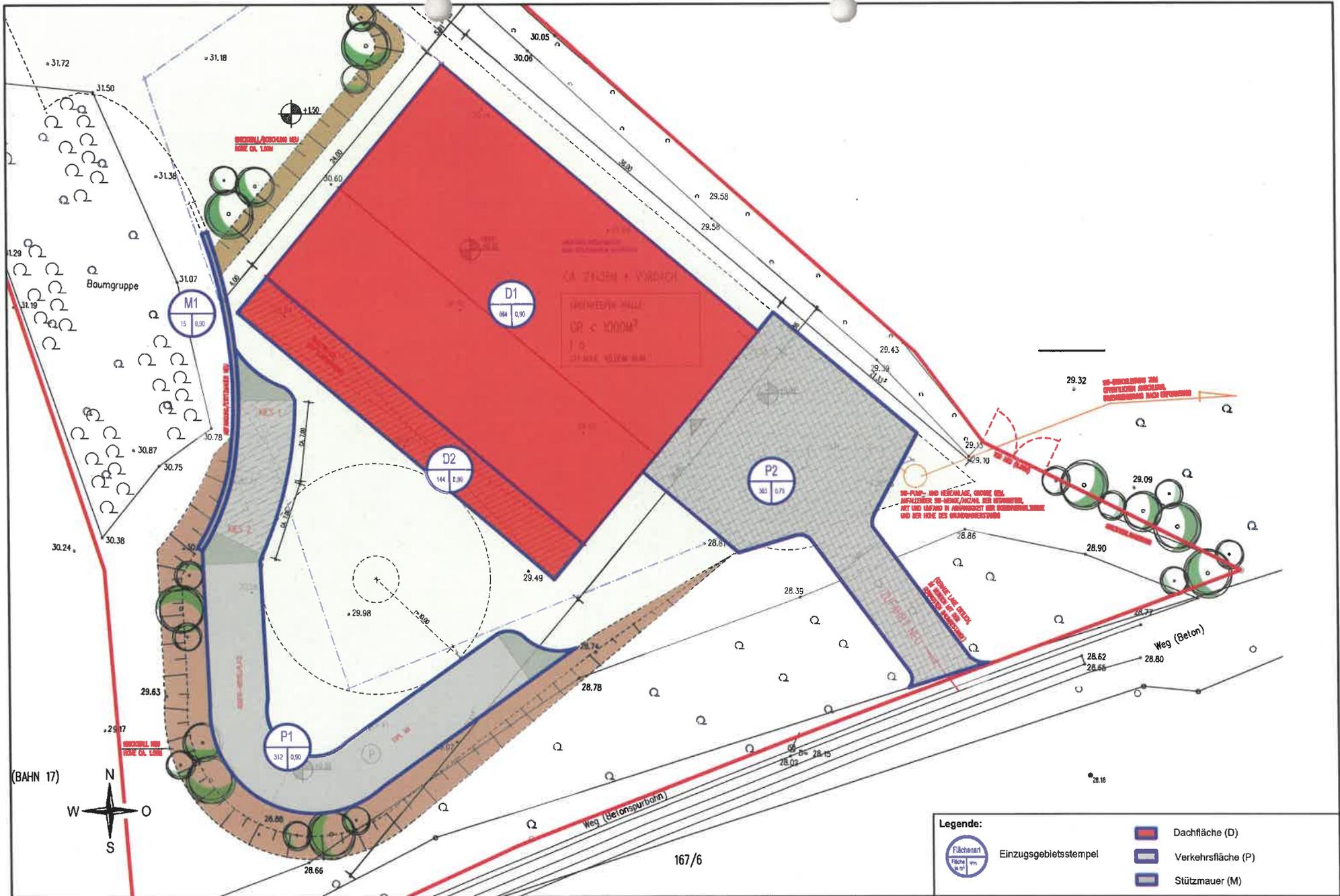
Projekt-Nr.:	F 32922/1	gezeichnet:	13.12.2021	Brucks
Anlage:	1	bearbeitet:	23.02.2022	Brucks
Blatt:	1	geprüft:	07.03.2022	Stoll

Planverfasser:



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf
 An der Dänischburg 10
 23669 Lübeck
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29
 www.geo-technik.com

Hanskampring 21
 22885 Barsbüttel
 Fon: 0 40 / 66 97 74 31
 Fax: 0 40 / 66 97 74 58
 info@geo-technik.com



Projekt:
 Neubau einer Greenkeeper-Halle,
 Överdiek, 23669 Timmendorfer Strand

Darstellung:
 Lageplan mit Einzugsflächen

Maßstab: 1 : 300

Projekt-Nr.:	F 32922/1	gezeichnet:	13.12.2021	Brucks
Anlage:	1	bearbeitet:	31.03.2022	Brucks
Blatt:	2	geprüft:	31.03.2022	Stoll

Legende:

- Dachfläche (D)
- Verkehrsfläche (P)
- Stützmauer (M)

Planverfasser:

 **Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf**
 An der Dänischburg 10
 23569 Lüneburg
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29
 www.geo-technik.com

Hänskamping 21
 22885 Barsbüttel
 Fon: 0 40 / 66 97 74 31
 Fax: 0 40 / 66 97 74 58
 info@geo-technik.com



Legende:
 Regenwasserleitungen

Projekt:
 Neubau einer Greenkeeper-Halle,
 Überdiek, 23669 Timmendorfer Strand

Darstellung:
 Lageplan mit Entwässerung
Maßstab: 1 : 500

Projekt-Nr.:	F 32922/1	gezeichnet:	19.01.2022	Brucks
Anlage:	1	bearbeitet:	07.03.2022	Brucks
Blatt:	3	geprüft:	08.03.2022	Stoll

Planverfasser:



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf
 An der Dänischburg 10
 23569 Lübeck
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29
 www.geo-technik.com

Hanskampring 21
 22885 Barsbüttel
 Fon: 0 40 / 66 97 74 31
 Fax: 0 40 / 66 97 74 58
 info@geo-technik.com



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf
 An der Dänischburg 10
 23569 Lübeck
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29
 www.geo-technik.com

Hanskampring 21
 22885 Barsbüttel
 Fon: 0 40 / 66 97 74 31
 Fax: 0 40 / 66 97 74 58
 info@geo-technik.com

Wasserhaushaltsbilanz gemäß A-RW 1

Neubau Greenkeeperhalle am Golfplatz, Oeverdiek, 23669 Timmendorfer Strand

Bericht:	F 32922/1
Anlage:	2
Blatt:	1

Betrachtung der Veränderungen der Wasserhaushaltskomponenten im Vergleich zwischen potentiell naturnahem Referenzzustand und dem bebauten B-Plan-Gebiet

Variante 1

potentiell naturnaher Referenzzustand

$$A_E = A_{E,a} + A_{E,g} + A_{E,v} = a_1 \cdot A_E + g_1 \cdot A_E + v_1 \cdot A_E$$

bebauter Fläche des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b} = A_{E,b,a} + A_{E,b,g} + A_{E,b,v} = a_2 \cdot A_{E,b} + g_2 \cdot A_{E,b} + v_2 \cdot A_{E,b}$$

$$A_{E,\#} = A_E - A_{E,b}$$

Berücksichtigung der Bewirtschaftung des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b,a} = A_{E,b,a^*} + A_{E,b,g^*} + A_{E,b,v^*} = a_3 \cdot A_{E,b,a} + g_3 \cdot A_{E,b,a} + v_3 \cdot A_{E,b,a}$$

- A_E Fläche des Planungsgebietes [ha]
- $A_{E,a}$ abflusswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,g}$ versickerungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,v}$ verdunstungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- a_1 abflusswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- g_1 versickerungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- v_1 verdunstungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- $A_{E,\#}$ verbleibende unbebaute nat. Teilfläche des Gebietes A_E [ha]
- $A_{E,b}$ befestigte Fläche des B-Plan Gebietes [ha]
- $A_{E,b,a}$ abflusswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,g}$ versickerungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,v}$ verdunstungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- a_2 abflusswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- g_2 versickerungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- v_2 verdunstungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- A_{E,b,a^*} abflusswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- A_{E,b,g^*} versickerungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- A_{E,b,v^*} verdunstungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- a_3 abflusswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- g_3 versickerungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- v_3 verdunstungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]

Schritt 1: potentiell naturnaher Referenzzustand

Ort:	H-2	Ostholstein	A_E	0,595 ha
a_1	0,042		A_{Ea}	0,025 ha
g_1	0,258		A_{Eg}	0,154 ha
v_1	0,700		A_{Ev}	0,417 ha

Schritt 2: Aufteilung des Planungszustands in nat. unbebaute und befestigte Teilfläche

natürlich unbebaute Teilfläche

	$A_{E,\#}$	0,43 ha
a_1 0,042	$A_{Ea\#}$	0,018 ha
g_1 0,258	$A_{Eg\#}$	0,110 ha
v_1 0,700	$A_{Ev\#}$	0,298 ha

Ermittlung der Anteile der befestigten Flächen an Versickerung, Abfluss und Verdunstung

Art der Fläche	Größe	a_2	A_{Eba}	g_2	A_{Ebg}	v_2	A_{Ebv}
Steildach	0,086	0,850	0,073	0,000	0,000	0,150	0,013
Flachdach	0,014	0,750	0,011	0,000	0,000	0,250	0,004
Pflaster mit dichten Fugen	0,036	0,700	0,025	0,000	0,000	0,300	0,011
Asphalt, Beton	0,033	0,750	0,025	0,000	0,000	0,250	0,008

$$A_{E,\#} = 0,17 \quad \sum A_{Eba} = 0,13 \quad \sum A_{Ebg} = 0,00 \quad \sum A_{Ebv} = 0,04$$

Schritt 3: Regenwasserbewirtschaftung:

Ableitung (Kanalisation)

Abfluss	a_3 1,000	A_{Eba^*} 0,134	$A_{E,a\#} + A_{E,b,a^*} =$ 0,152
Versickerung	g_3 0,000	A_{Ebg^*} 0,000	$A_{E,g\#} + A_{E,b,g^*} + A_{E,b,g^*} =$ 0,110
Verdunstung	v_3 0,000	A_{Ebv^*} 0,000	$A_{E,v\#} + A_{E,b,v^*} + A_{E,b,v^*} =$ 0,333

Schritt 4: Vergleich des potentiell naturnahen Referenzraumes mit dem bebauten B-Plan-Gebiet

Abfluss	0,025	0,152	21,3%	Fall 3 - extreme Schädigung
Versickerung	0,154	0,110	-7,4%	Fall 2 - deutliche Schädigung
Verdunstung	0,417	0,333	-14,0%	Fall 2 - deutliche Schädigung



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf
 An der Dänischburg 10
 23569 Lohbeck
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29
 www.geo-technik.com

Hanekampung 21
 22685 Barendütel
 Fon: 0 40 / 86 97 74 31
 Fax: 0 40 / 86 97 74 58
 info@geo-technik.com

Wasserhaushaltsbilanz gemäß A-RW 1

Neubau Greenkeeper-Halle am Golfplatz, Oeverdiek, 23669 Timmendorfer Strand

Bericht:	F 32922/1
Anlage:	2
Blatt:	2

Betrachtung der Veränderungen der Wasserhaushaltskomponenten im Vergleich zwischen potentiell naturnahem Referenzzustand und dem bebauten B-Plan-Gebiet

Variante 2

potentiell naturnaher Referenzzustand

$$A_E = A_{E,a} + A_{E,g} + A_{E,v} = a_1 \cdot A_E + g_1 \cdot A_E + v_1 \cdot A_E$$

bebaute Fläche des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b} = A_{E,b,a} + A_{E,b,g} + A_{E,b,v} = a_2 \cdot A_{E,b} + g_2 \cdot A_{E,b} + v_2 \cdot A_{E,b}$$

$$A_{E,\#} = A_E - A_{E,b}$$

Berücksichtigung der Bewirtschaftung des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b,a} = A_{E,b,a*} + A_{E,b,g*} + A_{E,b,v*} = a_3 \cdot A_{E,b,a} + g_3 \cdot A_{E,b,a} + v_3 \cdot A_{E,b,a}$$

- A_E Fläche des Planungsgebietes [ha]
- $A_{E,a}$ abflusswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,g}$ versickerungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,v}$ verdunstungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- a_1 abflusswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- g_1 versickerungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- v_1 verdunstungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- $A_{E,\#}$ verbleibende unbebaute nat. Teilfläche des Gebietes A_E [ha]
- $A_{E,b}$ befestigte Fläche des B-Plan Gebietes [ha]
- $A_{E,b,a}$ abflusswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,g}$ versickerungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,v}$ verdunstungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- a_2 abflusswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- g_2 versickerungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- v_2 verdunstungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- $A_{E,b,a*}$ abflusswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- $A_{E,b,g*}$ versickerungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- $A_{E,b,v*}$ verdunstungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- a_3 abflusswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- g_3 versickerungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- v_3 verdunstungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]

Schritt 1: potentiell naturnaher Referenzzustand

Ort: H-2	Ostholstein	A_E	0,595 ha
a_1	0,042	A_{Ea}	0,025 ha
g_1	0,258	A_{Eg}	0,154 ha
v_1	0,700	A_{Ev}	0,417 ha

Schritt 2: Aufteilung des Planungszustands in nat. unbebaute und befestigte Teilfläche

natürlich unbebaute Teilfläche

	$A_{E,\#}$		0,43 ha
a_1	0,042	$A_{Ea\#}$	0,018 ha
g_1	0,258	$A_{Eg\#}$	0,110 ha
v_1	0,700	$A_{Ev\#}$	0,298 ha

Ermittlung der Anteile der befestigten Flächen an Versickerung, Abfluss und Verdunstung

Art der Fläche	Größe	a_2	A_{Eba}	g_2	A_{Ebg}	v_2	A_{Ebv}		
Steildach	0,086	0,850	0,073	0,000	0,000	0,150	0,013		
Flachdach	0,014	0,750	0,011	0,000	0,000	0,250	0,004		
Pflaster mit dichten Fugen	0,036	0,700	0,025	0,000	0,000	0,300	0,011		
Asphalt, Beton	0,033	0,750	0,025	0,000	0,000	0,250	0,008		
		A_{Eb}	0,17	$\sum A_{Eba}$	0,13	$\sum A_{Ebg}$	0,00	$\sum A_{Ebv}$	0,04

Schritt 3: Regenwasserbewirtschaftung:

offene Ableitung

Abfluss	a_3	0,700	A_{Eba*}	0,094	$A_{E,\#} + A_{E,b,a*} =$	0,112
Versickerung	g_3	0,100	A_{Ebg*}	0,013	$A_{E,g\#} + A_{E,b,g} + A_{E,b,g*} =$	0,123
Verdunstung	v_3	0,200	A_{Ebv*}	0,027	$A_{E,v\#} + A_{E,b,v} + A_{E,b,v*} =$	0,360

Schritt 4: Vergleich des potentiell naturnahen Referenzraumes mit dem bebauten B-Plan-Gebiet

Abfluss	0,025	0,112	14,6%	Fall 2 - deutliche Schädigung
Versickerung	0,154	0,123	-5,1%	Fall 2 - deutliche Schädigung
Verdunstung	0,417	0,360	-9,5%	Fall 2 - deutliche Schädigung



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf
 An der Däneschburg 10
 23669 Lübeck
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29
 www.geo-technik.com

Hanskampring 21
 22685 Barsbüttel
 Fon: 0 40 / 66 97 74 31
 Fax: 0 40 / 66 97 74 68
 info@geo-technik.com

Wasserhaushaltsbilanz gemäß A-RW 1

Neubau Greenkeeper-Halle am Golfplatz, Oeverdiek, 23669 Timmendorfer Strand

Bericht:	F 32922/1
Anlage:	2
Blatt:	3

Betrachtung der Veränderungen der Wasserhaushaltskomponenten im Vergleich zwischen potentiell naturnahem Referenzzustand und dem bebauten B-Plan-Gebiet

Variante 3.1

potentiell naturnaher Referenzzustand

$$A_E = A_{E,a} + A_{E,g} + A_{E,v} = a_1 \cdot A_E + g_1 \cdot A_E + v_1 \cdot A_E$$

bebaute Fläche des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b} = A_{E,b,a} + A_{E,b,g} + A_{E,b,v} = a_2 \cdot A_{E,b} + g_2 \cdot A_{E,b} + v_2 \cdot A_{E,b}$$

$$A_{E,\#} = A_E - A_{E,b}$$

Berücksichtigung der Bewirtschaftung des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b,a} = A_{E,b,a^*} + A_{E,b,g^*} + A_{E,b,v^*} = a_3 \cdot A_{E,b,a} + g_3 \cdot A_{E,b,a} + v_3 \cdot A_{E,b,a}$$

- A_E Fläche des Planungsgebietes [ha]
- $A_{E,a}$ abflusswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,g}$ versickerungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,v}$ verdunstungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- a_1 abflusswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- g_1 versickerungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- v_1 verdunstungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- $A_{E,\#}$ verbleibende unbebaute nat. Teilfläche des Gebietes A_E [ha]
- $A_{E,b}$ befestigte Fläche des B-Plan Gebietes [ha]
- $A_{E,b,a}$ abflusswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,g}$ versickerungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,v}$ verdunstungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- a_2 abflusswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- g_2 versickerungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- v_2 verdunstungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- A_{E,b,a^*} abflusswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- A_{E,b,g^*} versickerungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- A_{E,b,v^*} verdunstungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- a_3 abflusswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- g_3 versickerungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- v_3 verdunstungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]

Schritt 1: potentiell naturnaher Referenzzustand

Ort:	H-2	Ostholstein	A_E	0,595 ha
a_1	0,042		A_{Ea}	0,025 ha
g_1	0,258		A_{Eg}	0,154 ha
v_1	0,700		A_{Ev}	0,417 ha

Schritt 2: Aufteilung des Planungszustands in nat. unbebaute und befestigte Teilfläche

natürlich unbebaute Teilfläche

		$A_{E,\#}$	0,43 ha
a_1	0,042	$A_{Ea\#}$	0,018 ha
g_1	0,258	$A_{Eg\#}$	0,110 ha
v_1	0,700	$A_{Ev\#}$	0,298 ha

Ermittlung der Anteile der befestigten Flächen an Versickerung, Abfluss und Verdunstung

Art der Fläche	Größe	a_2	A_{Eba}	g_2	A_{Ebg}	v_2	A_{Ebv}
Steildach	0,086	0,850	0,073	0,000	0,000	0,150	0,013
Flachdach	0,014	0,750	0,011	0,000	0,000	0,250	0,004
Pflaster mit dichten Fugen	0,036	0,700	0,025	0,000	0,000	0,300	0,011
Asphalt, Beton	0,033	0,750	0,025	0,000	0,000	0,250	0,008

$$A_{E\#} = 0,17 \quad \sum A_{Eba} = 0,13 \quad \sum A_{Ebg} = 0,00 \quad \sum A_{Ebv} = 0,04$$

Schritt 3: Regenwasserbewirtschaftung: Regenwassernutzung für Bewässerung

Abfluss	a_3	0,500	A_{Eba^*}	0,047	$A_{E,a\#} + A_{E,b,a^*} =$	0,065
Versickerung	g_3	0,250	A_{Ebg^*}	0,037	$A_{E,g\#} + A_{E,b,g^*} + A_{E,b,g^*} =$	0,147
Verdunstung	v_3	0,250	A_{Ebv^*}	0,050	$A_{E,v\#} + A_{E,b,v^*} + A_{E,b,v^*} =$	0,384

Schritt 4: Vergleich des potentiell naturnahen Referenzraumes mit dem bebauten B-Plan-Gebiet

Abfluss	0,025	0,065	6,7%	Fall 2 - deutliche Schädigung
Versickerung	0,154	0,147	-1,2%	Fall 1 - weitgehend natürlich
Verdunstung	0,417	0,384	-5,5%	Fall 2 - deutliche Schädigung



Ingenieurbüro Dr. Lehners + Wittorf
 An der Dänischburg 10
 23569 Lübeck
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29
 www.geo-technik.com

Hanekampung 21
 22885 Barabüchel
 Fon: 0 40 / 66 97 74 31
 Fax: 0 40 / 66 97 74 58
 info@geo-technik.com

Wasserhaushaltsbilanz gemäß A-RW 1

Neubau Greenkeeper-Halle am Golfplatz, Oeverdiek, 23669 Timmendorfer Strand

Bericht:	F 32922/1
Anlage:	4
Blatt:	4

Betrachtung der Veränderungen der Wasserhaushaltskomponenten im Vergleich zwischen potentiell naturnahem Referenzzustand und dem bebauten B-Plan-Gebiet

Variante 3.2

potentiell naturnaher Referenzzustand

$$A_E = A_{E,\alpha} + A_{E,g} + A_{E,v} = a_1 \cdot A_E + g_1 \cdot A_E + v_1 \cdot A_E$$

bebaute Fläche des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b} = A_{E,b,\alpha} + A_{E,b,g} + A_{E,b,v} = a_2 \cdot A_{E,b} + g_2 \cdot A_{E,b} + v_2 \cdot A_{E,b}$$

$$A_{E,\#} = A_E - A_{E,b}$$

Berücksichtigung der Bewirtschaftung des B-Plan-Gebietes im Planungszustand

$$A_{E,b,\alpha} = A_{E,b,\alpha^*} + A_{E,b,g^*} + A_{E,b,v^*} = a_3 \cdot A_{E,b,\alpha} + g_3 \cdot A_{E,b,\alpha} + v_3 \cdot A_{E,b,\alpha}$$

- A_E Fläche des Planungsgebietes [ha]
- $A_{E,\alpha}$ abflusswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,g}$ versickerungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- $A_{E,v}$ verdunstungswirksame Fläche des pot. nat. Zustands [ha]
- a_1 abflusswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- g_1 versickerungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- v_1 verdunstungswirksamer Anteil natürlicher Zustand [-]
- $A_{E,\#}$ verbleibende unbebaute nat. Teilfläche des Gebietes A_E [ha]
- $A_{E,b}$ befestigte Fläche des B-Plan Gebietes [ha]
- $A_{E,b,\alpha}$ abflusswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,g}$ versickerungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- $A_{E,b,v}$ verdunstungswirksame Fläche der befestigten Fläche $A_{E,b}$ [ha]
- a_2 abflusswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- g_2 versickerungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- v_2 verdunstungswirksamer Anteil befestigte urbane Teilflächen [-]
- A_{E,b,α^*} abflusswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- A_{E,b,g^*} versickerungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- A_{E,b,v^*} verdunstungswirksamer Anteil der befestigten Fläche nach Bewirtschaftung [ha]
- a_3 abflusswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- g_3 versickerungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]
- v_3 verdunstungswirksamer Anteil der Bewirtschaftungsmaßnahmen [-]

Schritt 1: potentiell naturnaher Referenzzustand

Ort: H-2	Ostholstein	A_E	0,595 ha
a_1	0,042	$A_{E,\alpha}$	0,025 ha
g_1	0,258	$A_{E,g}$	0,154 ha
v_1	0,700	$A_{E,v}$	0,417 ha

Schritt 2: Aufteilung des Planungszustands in nat. unbebaute und befestigte Teilfläche

natürlich unbebaute Teilfläche

	$A_{E,\#}$	0,43 ha	
a_1	0,042	$A_{E,\alpha\#}$	0,018 ha
g_1	0,258	$A_{E,g\#}$	0,110 ha
v_1	0,700	$A_{E,v\#}$	0,298 ha

Ermittlung der Anteile der befestigten Flächen an Versickerung, Abfluss und Verdunstung

Art der Fläche	Größe	a_2	A_{Eba}	g_2	A_{Ebg}	v_2	A_{Ebv}		
Steildach	0,086	0,850	0,073	0,000	0,000	0,150	0,013		
Flachdach	0,014	0,750	0,011	0,000	0,000	0,250	0,004		
Pflaster mit dichten Fugen	0,036	0,700	0,025	0,000	0,000	0,300	0,011		
Asphalt, Beton	0,033	0,750	0,025	0,000	0,000	0,250	0,008		
		A_{Eb}	0,17	ΣA_{Eba}	0,13	ΣA_{Ebg}	0,00	ΣA_{Ebv}	0,04

Schritt 3: Regenwasserbewirtschaftung:

Regenwassernutzung für Bewässerung

Abfluss	a_3	0,500	A_{Eba^*}	0,077		$A_{E,\alpha\#} + A_{E,b,\alpha^*} =$	0,095
Versickerung	g_3	0,250	A_{Ebg^*}	0,026		$A_{E,g\#} + A_{E,b,g^*} + A_{E,b,g^*} =$	0,136
Verdunstung	v_3	0,250	A_{Ebv^*}	0,031		$A_{E,v\#} + A_{E,b,v^*} + A_{E,b,v^*} =$	0,365

Schritt 4: Vergleich des potentiell naturnahen Referenzraumes mit dem bebauten B-Plan-Gebiet

Abfluss	0,025	0,095	11,7%	Fall 2 - deutliche Schädigung
Versickerung	0,154	0,136	-3,0%	Fall 1 - weitgehend natürlich
Verdunstung	0,417	0,365	-8,8%	Fall 2 - deutliche Schädigung



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf
 An der Dänischburg 10 Hanskampring 21
 23669 Lübeck 22885 Barsbüttel
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00 Fon: 0 40 / 68 97 74 31
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29 Fax: 0 40 / 68 97 74 58
 www.geo-technik.com info@geo-technik.com

**Neubau einer Greenkeeper-Halle am Golfplatz,
 Oeverdieck, 23669 Timmendorfer Strand**

Bericht:	F32922/1
Anlage:	3
Blatt:	1

**Bemessung von Rückhalteräumen bei Einleitungsbeschränkungen
 gemäß DIN 1986-100:2016-12**

Berechnungsformel gemäß DIN 1986-100_2016-12 :

$$V_{RRR} = A_U \cdot r_{D,T} \cdot D \cdot f_Z \cdot 0,06 - D \cdot f_Z \cdot Q_{Dr} \cdot 0,06$$

Dabei ist:

- V_{RRR} : Volumen des Regenrückhalteraaumes RRR [m³]
- A_U : abflusswirksame Fläche des Grundstückes [m²]
- $r_{(D,T)}$: Regenspende der Regendauer D und der Jährlichkeit T [l/(s·ha)]
- D: Regendauer [min]
- f_Z : Zuschlagsfaktor für das mittlere Risikomaß für Grundstücksentwässerungsanlagen bei Anwendung des "einfachen Verfahrens" gemäß DWA-A 117
- Q_{Dr} : Drosselabfluss [l/s]

$A_{E,k}$ 0,2 ha
 q_{Dr} 1,0 l/(s·ha)
 Q_{Dr} 0,2 l/s

A_U 0,1 ha
 f_Z 1,2

*Kostra-DWD 2010
 23669 Timmendorfer Strand
 Rasterfeld
 Spalte: 41, Zeile: 16
 Jährlichkeit
 10-jährlich

angeschlossene Flächen:

Nr	Bereich	Gesamtfläche	Ψ	A_U
1	Gebäudefläche	1.008	0,9	907
2	VF gepflastert/ undurchlässig	312	0,9	281
3	VF gepflastert/ teildurchlässig	363	0,75	272
4	Stützmauer	15	0,9	14
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Summe		1.698	A_U :	1.474

D [min]	$r(D,10)^*$ [l/(s·ha)]	V_{RRR} [m ³]
5	306,7	16,2
10	218,3	23,0
15	174,4	27,6
20	147,5	31,1
30	113,9	35,9
45	86,3	40,7
60	70,3	44,0
90	52,4	48,9
120	42,6	52,8
180	31,8	58,5
240	25,8	62,8
360	19,3	69,3
480	14,4	67,5
720	11,7	80,6
1080	8,7	86,5
1440	7,1	90,9
2880	4,4	99,3
4320	3,3	98,5
		99,3



Ingenieurbüro Dr. Lehnert + Wittorf
 An der Dänischburg 10 Hanskampung 21
 23569 Lübeck 22885 Barsbüttel
 Fon: 04 51 / 5 92 98 00 Fon: 0 40 / 66 97 74 31
 Fax: 04 51 / 5 92 98 29 Fax: 0 40 / 66 97 74 58
 www.geo-technik.com info@geo-technik.com

**Neubau einer Greenkeeper-Halle am Golfplatz,
 Oeverdieck, 23669 Timmendorfer Strand**

Bericht:	F32922/1
Anlage:	3
Blatt:	2

**Bemessung von Rückhalteräumen bei Einleitungsbeschränkungen
 gemäß DIN 1986-100:2016-12**

Berechnungsformel gemäß DIN 1986-100_2016-12 :

$$V_{RRR} = A_u \cdot r_{D,T} \cdot D \cdot f_z \cdot 0,06 - D \cdot f_z \cdot Q_{Dr} \cdot 0,06$$

Dabei ist:

- V_{RRR} : Volumen des Regenrückhalteraaumes RRR [m³]
- A_U : abflusswirksame Fläche des Grundstückes [m²]
- $r_{(D,T)}$: Regenspende der Regendauer D und der Jährlichkeit T [l/(s·ha)]
- D: Regendauer [min]
- f_z : Zuschlagsfaktor für das mittlere Risikomaß für Grundstücksentwässerungsanlagen bei Anwendung des "einfachen Verfahrens" gemäß DWA-A 117
- Q_{Dr} : Drosselabfluss [l/s]

$A_{E,k}$ 0,2 ha
 q_{Dr} 1,0 l/(s·ha)
 Q_{Dr} 0,2 l/s

A_U 0,2 ha
 f_z 1,2

*Kostr-DWD 2010

23669 Timmendorfer Strand
 Rasterfeld
 Spalte: 41, Zeile: 16
 Jährlichkeit
 30-jährlich

angeschlossene Flächen:

Nr	Bereich	Gesamtfläche	Ψ	A_U
1	Gebäudefläche	1.008	1,0	1.008
2	VF gepflastert/ undurchlässig	312	1,0	312
3	VF gepflastert/ teildurchlässig	363	1,0	363
4	Stützmauer	15	1,0	15
5				0
6				0
7				0
8				0
9				0
10				0
Summe		1.698	A_U :	1.698

D [min]	$r(D,30)^*$ [l/(s·ha)]	V_{RRR} [m³]
5	383,3	23,4
10	266,7	32,5
15	213,3	38,9
20	179,2	43,6
30	138,3	50,4
45	105,2	57,3
60	85,8	62,2
90	64,3	69,6
120	52,4	75,4
180	39,2	84,1
240	31,9	90,7
360	23,8	100,3
480	17,8	98,6
720	14,5	118,8
1080	10,9	130,7
1440	8,9	139,1
2880	5,5	158,4
4320	4,1	163,7
		163,7