

HPC AG
Am Stadtweg 8
06217 Merseburg
Telefon: +49(0)3461-341-0
Telefax: +49(0)3461-341-332

Projekt-Nr.

2154030

Ausfertigungs-Nr.

1 / 4

Datum

11. November 2015

Ehemalige Deponie Glückskoppel in Glücksburg

Konzept zum Umgang mit anfallendem Niederschlagswasser

Auftraggeber

Enerparc AG
Zirkusweg 2

20359 Hamburg

Bearbeiter: Dr. Annika Beckmann, Dipl.-Geol. Thomas Schwengfelder

Inhaltsverzeichnis

Text	Seite
1. Veranlassung	3
2. Erfassung der bestehenden Situation	3
2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und Erläuterung der derzeitigen Flächennutzung	3
2.2 Ermittlung der allgemeinen hydrogeologischen Rahmenbedingungen	4
2.2.1 Bewertung der örtlichen hydrogeologischen Situation	4
2.2.2 Recherche hydraulischer Daten zum Mühlenteich (Glücksburg)	4
3. Festlegung der zu berücksichtigenden befestigten Flächen im Untersuchungsgebiet	4
4. Bewertung des zu erwartenden Regenabflusses	5
4.1 Ermittlung der mittleren Abflussbeiwerte für den oberirdischen Abfluss	5
4.2 Ermittlung der im Untersuchungsgebiet anfallenden Regenwassermengen und Berechnung der Abflussspende der Fläche nach Arbeitsblatt DWA-A 118	6
5. Konzeptionelle Betrachtungen zur Entwässerungslösung	9
5.1 Vordimensionierung Entwässerungslösung	9
6. Ermittlung der hydraulischen und qualitativen Gewässerbelastung	12
6.1 Hydraulische Gewässerbelastung	12
6.1.1 Abgleich der Abflussspende der Flächen mit zulässiger Einleitmenge nach Merkblatt DWA-M 153	12
6.2 Qualitative Gewässerbelastung	13
6.2.1 Detaillierte Beschreibung des Entwässerungsgebietes und des Gewässers	13
6.2.1.1 Einstufung des Gewässers	13
6.2.1.2 Einflüsse aus der Luft	14
6.2.1.3 Verschmutzung der Oberflächen	14
6.2.2 Bewertung des Verschmutzungsgrades des abzuleitenden Niederschlagswassers nach Merkblatt DWA-M 153	15
7. Zusammenfassung	16

Anlagen

- 1 Lageplan mit Darstellung der Oberflächenentwässerungselemente (Maßstab 1:1000)
- 2 Detailplan mit Darstellung Entwässerungsgerinne (Maßstab 1:1000 / 1:100)

1. Veranlassung

Für eine geplante Photovoltaikanlage (PVA) in Glücksburg wird ein Konzept zum Umgang mit dem anfallenden Niederschlagswasser benötigt. Die Fläche, auf der die PVA errichtet werden soll, stellt einen ehemaligen, ungeordneten Deponiekörper ohne Abdeckung dar. Die Deponie ist seit 1980 außer Betrieb und lediglich mit einer dünnen Schicht Mutterboden überdeckt.

Seitens der Bodenschutz- / Wasserbehörde wird befürchtet, dass das Abtropfen von Niederschlagswasser über die Modultischkanten der PVA zur Ausbildung von Rinnen führt und es infolgedessen zu Erosionen kommen kann. Um dies zu verhindern, soll das anfallende Niederschlagswasser in eigens dafür in den Boden eingelegten Rinnen zusammengeführt und optimalerweise auf der südlich angrenzenden Fläche versickert oder in den nahe gelegenen Mühlenteich (Glücksburg) eingeleitet werden.

Ziel der Bearbeitung ist eine konzeptionelle Betrachtung zur zukünftigen Entwässerungslösung vorzunehmen und die Antragstellung zur Erteilung einer wasserrechtlichen Erlaubnis vorzubereiten.

2. Erfassung der bestehenden Situation

2.1 Beschreibung des Untersuchungsgebietes und Erläuterung der derzeitigen Flächennutzung

Die Fläche, auf der die PVA errichtet werden soll, befindet sich im Süden der Stadt Glücksburg, südlich der Bahnhofstraße und nördlich des Mühlenteichs (Gemarkung Glücksburg, Flur 5, Flurstück 146) (siehe Abbildung 1).



Abbildung 1: Lage des Untersuchungsgebietes (rot markierte Fläche)

Die Fläche stellt einen ehemaligen, ungeordneten Deponiekörper ohne Abdeckung dar. Die Deponie ist seit 1980 außer Betrieb und lediglich mit einer dünnen Schicht Mutterboden überdeckt. Die Fläche ist nicht bebaut und stellt

eine Brachfläche dar. Das gesamte Untersuchungsgebiet weist eine Fläche $A_{E,k}$ von ca. 24.223 m² bzw. 2,42 ha auf.

2.2 Ermittlung der allgemeinen hydrogeologischen Rahmenbedingungen

2.2.1 Bewertung der örtlichen hydrogeologischen Situation

Auf der Grundlage von Literatur werden die Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet wie folgt beschrieben:

Aus geologischer Sicht liegt die zu untersuchende Fläche innerhalb der nordschleswigschen Glaziallandschaft, deren Ablagerungen aus Sandern des Weichsel Stadiums bestehen. Sie liegen i.d.R. über Grundmoräne, die ebenfalls noch dem Weichselstadium angehört. In Niederungen finden sich geologisch sehr junge Sedimente (holozän), die im Untersuchungsgebiet aus Auelehmen und umgelagertem Material der angrenzenden Hügel bestehen. Torfbildungen können vorkommen. Das zusammenhängende Grundwasser ist auf die Flensburger Förde als Vorfluter ausgerichtet und liegt daher nur wenig über NN.

2.2.2 Recherche hydraulischer Daten zum Mühlenteich (Glücksburg)

Der Mühlenteich (Glücksburg) befindet sich im Kreis Schleswig-Flensburg in der Gemeinde Stadt Glücksburg (Ostsee). Er liegt im Gebiet der Flensburger Förde und gehört der Flussgebietseinheit der Schlei/Trave an. Laut des Landwirtschafts und Umweltportals des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume Schleswig-Holstein /1/ weist der See ein oberirdisches Einzugsgebiet von 26,48 km² auf.

Bezüglich der Morphometrie des Mühlenteichs sind im Landwirtschafts und Umweltportal /1/ folgende Daten angegeben:

Wasserfläche: 0,321 km² (32,1 ha)

Uferlänge: 6,09 km

Der Mühlenteich (Glücksburg) gehört nicht zu den Berichtspflichtigen Seen gem. EG-WRRL, so dass sehr wahrscheinlich keine kontinuierlichen Wasserspiegelmessungen und Wasseranalysen für diesen See existieren.

3. Festlegung der zu berücksichtigenden befestigten Flächen im Untersuchungsgebiet

Die Festlegung von bei der Vordimensionierung und ungefähren Trassierung eines neu zu errichtenden Entwässerungssystems zur Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers anzunehmenden befestigten Flächen für das Untersuchungsgebiet erfolgt anhand des aktuellen Planungsstandes der PVA (Stand 06.10.2015). Dabei wird von einer Errichtung von 6.048 Modulen in 64 Reihen ausgegangen. Um eine mögliche Erweiterung der PVA berück-

sichtigen zu können, wurde zusätzlich eine Erweiterung um 20 % der Module angenommen (7274 Module in 64 Reihen).

Beim Untersuchungsgebiet ist durch die Errichtung der Modultische nicht von einer tatsächlichen Versiegelung der Fläche auszugehen, da der Boden lediglich überdacht wird, aber der Untergrund weiterhin Niederschlagswasser aufnehmen kann. Um jedoch die von den Modulen abfließenden und abzuleitenden Wassermengen abzuschätzen, erfolgt eine Ermittlung der durch die Module überdachten Fläche. Bei der Berechnung wurde von einer Modulgröße von 2,09 m x 1,01 m und einem Aufstellwinkel von 20° ausgegangen.

Es ergibt sich für den aktuellen Planungsstand eine zu berücksichtigende Gesamtfläche von 11.992 m² (1,2 ha) und für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % eine Gesamtfläche von 14.423 m² (1,4 ha).

Für die maximale Längserstreckung der Modultische in einer Reihe ergibt sich eine Fläche von 278 m² (0,03 ha) für den aktuellen Planungsstand bzw. 329 m² (0,03 ha) für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %.

4. Bewertung des zu erwartenden Regenabflusses

4.1 Ermittlung der mittleren Abflussbeiwerte für den oberirdischen Abfluss

Als Grundlage für die Berechnung des Abflusses von befestigten Flächen dient laut des Merkblatts DWA-M 153 /2/ der mittlere Abflussbeiwert Ψ_m . Bei dem dimensionslosen mittleren Abflussbeiwert Ψ_m handelt es sich laut Definition des Merkblatts DWA-M 153 /2/ um einen *"Verhältniswert aus dem Abflussvolumen und dem Niederschlagsvolumen als Mittelwert über einen definierten Zeitraum"*.

Zur Ermittlung der mittleren Abflussbeiwerte existieren Tabellen nach DWA-M 153 /2/, denen je nach Flächentyp und Art der Befestigung des Geländes der empfohlene mittlere Abflussbeiwert entnommen werden kann. Generell nimmt mit steigender Rauheit des Belages der Abflussbeiwert ab und die Verdunstungsmenge zu. Bei Plätzen, Wegen, Gärten, Wiesen und Kulturland hat die spezifische Versickerungsleistung des anstehenden Untergrundes einen entscheidenden Einfluss auf den Abflussbeiwert.

Da in der DWA-M 153 /2/ keine expliziten mittleren Abflussbeiwerte für Solarmodule vorgegeben werden, wurde als Flächentyp und Art der Befestigung von einem Schrägdach aus Metall ausgegangen. Laut Tabellenwerk /2/ ergibt sich ein mittlerer Abflussbeiwert Ψ_m von 0,8 – 1,0. Für die weiteren Berechnungen wurde ein mittlerer Abflussbeiwert von 0,9 für sämtliche Modulflächen ausgewählt.

Mit Hilfe des mittleren Abflussbeiwertes kann für die ermittelte zu berücksichtigende Fläche die undurchlässige Fläche A_u für den Oberflächenwasserabfluss ermittelt werden. Diese stellt einen anwendungsbezogenen Rechenwert

zur Quantifizierung des Anteils einer Einzugsgebietsfläche dar, von welcher der Niederschlagsabfluss nach Abzug aller Verluste vollständig in ein Entwässerungssystem gelangt.

Der Rechenwert A_u ergibt sich aus der ermittelten Fläche $A_{E,i}$ multipliziert mit dem zugehörigen mittleren Abflussbeiwert $\Psi_{m,i}$:

$$A_u = \sum(A_{E,i} \cdot \Psi_{m,i})$$

Für das betrachtete Untersuchungsgebiet ergibt sich für den aktuellen Planungsstand eine undurchlässige Fläche A_u von 1,08 ha. Für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % ergibt sich eine undurchlässige Fläche A_u von 1,26 ha.

Für die maximale Längserstreckung der Modultische in einer Reihe ergibt sich eine undurchlässige Fläche A_u von 0,025 ha für den aktuellen Planungsstand bzw. 0,03 ha für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %.

4.2 Ermittlung der im Untersuchungsgebiet anfallenden Regenwassermengen und Berechnung der Abflussspende der Fläche nach Arbeitsblatt DWA-A 118

Zur hydraulischen Berechnung des Niederschlagsabflusses, welcher der Dimensionierung der Regenwasserkanalisation zugrunde liegt, wurde das folgende Regelwerk herangezogen:

- DWA-Arbeitsblatt DWA-A 118 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen /3/

Entwässerungssysteme sind so zu konzipieren und zu bemessen, dass sie Schäden vor Überflutung und Vernässung weitgehend verhindern. Aus wirtschaftlichen Gründen können sie nicht so ausgelegt werden, dass bei Regen ein absoluter Schutz vor Überflutung und Vernässung gewährleistet ist. Es ist daher die Häufigkeit des Versagens des Entwässerungssystems zu definieren. Diese Definition ist keine hydrologische Aufgabe, sondern wird vielmehr durch die gewünschte Sicherheit gegenüber Überflutung und Vernässung bestimmt.

Technisch wird das Versagen als Überstau bezeichnet, der gemäß DWA-A 118 /3/ folgendermaßen definiert ist: "*Belastungszustand der Kanalisation, bei dem der Wasserstand ein definiertes Bezugsniveau überschreitet*". Im Falle der geplanten Regenwasserableitung ist dieses Niveau die Geländeoberkante (Rand der Gerinne), d.h. bei einem Überstau kommt es zu einem Überlauf der Gerinne und es besteht die Möglichkeit einer Überflutung. Die zulässige Überstauhäufigkeit wird in DWA-A 118 /3/ empfohlen. Für die vorliegenden Randbedingungen:

- rechnerischer Nachweis bei Neuplanung bzw. Sanierung,

- Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete,

beträgt die zulässige Überstauhäufigkeit seltener als einmal in 5 Jahren (DWA-A 118 /3/, Seite 14, Tabelle 3).

Die Berechnung des Regenabflusses geht von der Erfahrung aus, dass starke Regenfälle nur kurze Zeit dauern, schwächere hingegen länger anhalten. Die Regenspende (in l/[s·ha]) nimmt bei gleicher statistischer Regenhäufigkeit n (in 1/a) mit zunehmender Regendauer ab. Einen Zusammenhang zwischen mittlerer Regenspende r , Regenhäufigkeit n und Regendauer D (in min) gibt die statistische Auswertung des Deutschen Wetterdienstes DWD im sog. KOSTRA-Atlas an. Die entsprechenden Daten wurden mit der Software "KOSTRA-DWD-2000" /4/ bestimmt. Dabei werden die Niederschlagshöhen und –spenden im Untersuchungsgebiet nach KOSTRA-DWD 2000 /4/ für die Wiederkehrzeit T von 0,5, 1, 2, 5, 10, 20 50 und 100 Jahren angegeben. Gemäß den obigen Ausführungen wurde ein Wiederkehrintervall des entsprechenden Starkregens von einmal in 5 Jahren ausgewählt. Die entsprechenden Daten sind aus Tabelle 1, Spalte 1 und 2 ersichtlich.

Die zur Dimensionierung der Regenwasserkanalisation verwendete Regenspende stellt demnach einen sogenannten "Blockregen" dar, d.h. es wird im Sinne der Vereinfachung davon ausgegangen, dass die Niederschlagsintensität innerhalb der zu betrachtenden Regendauer konstant ist. Schwankungen der Regenspende innerhalb der Dauer des Regenereignisses bleiben unberücksichtigt. Gemäß DWA-A 118 /3/ ist die Verwendung des Blockregens eine zulässige und die in der Praxis fast ausschließlich verwendete Methodik zur Ableitung der Regenspende.

Aus den Niederschlagsdaten kann nun das am Entwässerungssystem ankommende Regenwasservolumen $V_{D,n}$ der Dauerstufe D und der Häufigkeit n berechnet werden (in Anlehnung an DWA-A 138 /5/ ohne Berücksichtigung des Zuschlagfaktors und des Abminderungsfaktors nach DWA-A 117 /6/):

$$V_{D,n} = Q_{zu} \cdot D \cdot 0,06$$

$$= r_{D,n} \cdot A_u \cdot D \cdot 0,06$$

mit

Q_{zu} = $r_{D,n} \cdot A_u$, Zufluss zum Entwässerungssystem in [l/s]

$r_{D,n}$ Regenspende der Dauerstufe D und der Häufigkeit n [l/(s·ha)]

D Dauerstufe [min]

A_u undurchlässige Fläche [ha]
(siehe Kapitel 4.1)

0,06 Dimensionsfaktor zur Umrechnung von [l/s] in [m³/min]

Tabelle 1: Kenndaten des Bemessungsstarkregens ($n=5 \text{ a}^{-1}$) und Ableitung des erforderlichen Regenwasserabstroms

Dauerstufe D [min]	Zugehörige Regenspende $r_{D,n}$ [l/(s*ha)]	Regenmenge $V_{D,n}$ [m ³] aktuelle Planung	Regenmenge $V_{D,n}$ [m ³] Erweiterung um 20 %	erforderlicher Regenwasserabstrom $q_{D,n}$ [l/s] aktuelle Planung	erforderlicher Regenwasserabstrom $q_{D,n}$ [l/s] Erweiterung um 20 %
5	269,3	87,3	101,8	290,8	339,3
10	194,5	126,0	147,0	210,1	245,1
15	156,2	151,8	177,1	168,7	196,8
20	131,6	170,6	199,0	142,1	165,8
30	101,1	196,5	229,3	109,2	127,4
45	75,9	221,3	258,2	82,0	95,6
60	61,2	237,9	277,6	66,1	77,1
90	44,2	257,8	300,7	47,7	55,7
120	35,2	273,7	319,3	38,0	44,4
180	25,5	297,4	347,0	27,5	32,1
240	20,3	315,7	368,3	21,9	25,6
360	14,7	342,9	400,1	15,9	18,5
540	10,7	374,4	436,8	11,6	13,5
720	8,5	396,6	462,7	9,2	10,7

Die Berechnungsergebnisse sind aus Tabelle 1, Spalten 3 und 4 ersichtlich. Die Berechnung der Regenmenge in Tabelle 1 erfolgt anhand der undurchlässigen Fläche A_u des gesamten Untersuchungsgebietes und stellt den Anteil des Niederschlagsabflusses dar, der nach Abzug aller Verluste (z.B. durch Versickerung und Verdunstung) vollständig in das Entwässerungssystem gelangt.

Unter Berücksichtigung der Regendauer D ergeben sich aus den berechneten Regenmengen die in Spalten 5 und 6 dargestellten erforderlichen Regenwasserabstromraten $q_{D,n}$ in m³/min, die vom Entwässerungssystem abgeleitet werden müssen, um einen Überstau zu vermeiden.

Die maximale erforderliche Regenwasserabstromrate ergibt sich laut der durchgeführten Berechnungen für eine Regendauer D von 5 min. Bei längeren Niederschlagsereignissen nimmt die Regenspende und damit auch die abzuführende Wassermenge sukzessive ab.

Im Arbeitsblatt DWA-A 118 /3/ wird je nach örtlichen Gegebenheiten für die Bemessung von Kanalnetzen die kürzeste zu betrachtende Regendauer D angegeben. Für eine Geländeneigung < 1 % und einem Befestigungsgrad > 50 % ist eine Regendauer von 10 min als kürzeste zu betrachtende Regendauer zu verwenden (DWA-A 118 /3/, Seite 16, Tabelle 4).

Laut des Fachdienstes Wasserwirtschaft des Kreises Schleswig-Flensburg ist für die Berechnung der Einleitungswassermenge eine Regenspende von $0,015 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{m}^2)$ (entspricht $150 \text{ l}/(\text{s}\cdot\text{ha})$) zu berücksichtigen. Dies entspricht laut den Kostra-Daten einer Regendauer von 15 min. Für diese Regendauer ergibt sich für das Untersuchungsgebiet für den aktuellen Planungsstand eine anfallende Regenwassermenge von 152 m^3 und eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von $168,7 \text{ l/s}$. Für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % ergibt sich eine anfallende Regenwassermenge von 177 m^3 und eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von $196,8 \text{ l/s}$. Für die maximale Längserstreckung der Modultische in einer Reihe ergibt sich für den aktuellen Planungsstand eine anfallende Regenwassermenge von $3,5 \text{ m}^3$ und eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von $3,9 \text{ l/s}$. Für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % ergibt sich für die maximale Längserstreckung der Modultische in einer Reihe eine anfallende Regenwassermenge von $4,2 \text{ m}^3$ und eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von $4,7 \text{ l/s}$.

Für die weiteren Betrachtungen wird eine maßgebliche Regendauer von 15 Minuten verwendet.

5. Konzeptionelle Betrachtungen zur Entwässerungslösung

5.1 Vordimensionierung Entwässerungslösung

Im Rahmen der konzeptionellen Betrachtungen zur Entwässerungslösung erfolgt im Untersuchungsgebiet eine Vordimensionierung und ungefähre Trassierung eines neu zu errichtenden Gerinnes zur Ableitung des anfallenden Niederschlagswassers.

Um eine Erosion des Deponiekörpers durch das über die Modultischkanten der PVA abtropfende und abfließende Niederschlagswasser zu verhindern, soll das anfallende Niederschlagswasser aufgefangen und abgeleitet werden. Entlang der einzelnen Modultischkanten soll das Niederschlagswasser mit entlang der Tischkanten verlaufenden Rinnen aufgefangen werden. Diese Rinnen sollen das Niederschlagswasser zu einem Gerinne im zentralen Bereich der Fläche abführen (siehe Anlage 2). Das zentrale Gerinne folgt dem natürlichen Gefälle der Fläche und leitet das entlang der einzelnen Modultischreihen abgeleitete Wasser weiter zum südlichen Ende des Untersuchungsgebietes.

Wie unsere Untersuchungen ergeben haben, ist eine Versickerung des Niederschlagswassers auf der südlich angrenzenden Fläche nicht möglich. Der Untergrund ist in diesem Bereich sehr dicht und weist keine ausreichend wasserdurchlässigen Bodenschichtenauf. Daher ist er für eine Versickerung nicht geeignet. Dies zeigen ein durchgeführter Versickerungstest als auch die Tatsache, dass sich unmittelbar südlich des Untersuchungsgebiets ein Staunässebereich gebildet hat.

Daher wird eine Einleitung des gesammelten Niederschlagswassers in den nahe gelegenen Mühlenteich vorgeschlagen. Dabei soll das im Untersuchungsgebiet gesammelte Niederschlagswasser über einen ca. 100 m langen Graben in den Mühlenteich abgeleitet werden (siehe Anlage 1).

Bezüglich der Dimensionierung der verschiedenen Rinnen, Gerinne und Gräben kann diese mit Hilfe der empirischen Fließformel von Gauckler, Manning und Strickler (GMS) /7/ über die notwendige Abflussleistung, angenommene Parameter für die zu wählende Leitung und das mittlere Gefälle abgeschätzt werden:

$$Q = k_s \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \cdot F$$

Dabei sind:

- Q Abfluss [m³/s]
- k_s Rauigkeitsbeiwert des Gewässerbetts [m^{1/3}/s]
- R hydraulischer Radius [m], wobei R = F/U
- U wasserbenetzter Querschnittsumfang [m]
- I Sohlgefälle [-]
- F wasserdurchflossene Querschnittsfläche [m²].

Die Rauigkeitsbeiwerte für die einzelnen Leitungen wurden Tabellenwerken entnommen /7/. Hierfür wurde für die entlang der einzelnen Modultischkanten verlaufenden Rinnen sowie das zentrale Gerinne ein Rauigkeitsbeiwert von 85 m^{1/3}/s ("Kunststoffrohre") und für den Graben zum Mühlenteich ein Rauigkeitsbeiwert von 45 m^{1/3}/s ("Erdkanäle aus Feinkies", nicht verkrautet) angesetzt.

Das Gefälle wurde anhand der Höhenlinien des Geländes und den geplanten Längen der Leitungen abgeschätzt (siehe Anlage 1).

Bezüglich der notwendigen Abflussleistung wurden die in Kapitel 4.2 ermittelten Regenwasserabstromraten bei einer maßgeblichen Regendauer von 15 Minuten und einem Wiederkehrintervall des entsprechenden Starkregens von einmal in 5 Jahren verwendet. Dabei wurde sowohl der aktuelle Planungsstand als auch eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % berücksichtigt.

Bei den entlang der einzelnen Modultischkanten verlaufenden Rinnen wurde bei der Berechnung von der auf der Fläche der längsten Modultischreihe anfallenden Regenwassermenge und der resultierenden Regenwasserabstromrate ausgegangen. Um den Organisationsaufwand so gering wie möglich zu halten, wurde von einer einheitlichen Dimensionierung aller entlang der Modultischkanten verlaufenden Rinnen ausgegangen. Als Material der Rinnen

wurde von Kunststoff ausgegangen, und bezüglich der Form von einem Halbkreis. Das mittlere Gefälle wurde mit 0,03 abgeschätzt.

Wie oben erläutert ergibt sich für den aktuellen Planungsstand eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von 3,9 l/s bzw. 4,7 l/s für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %. Um diese Wassermengen abführen zu können, benötigt man eine halbkreisförmige Rinne mit einem Radius von ungefähr 5 cm sowohl für den aktuellen Planungsstand als auch für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %. Um ein Überlaufen sicher zu verhindern wird ein Durchmesser der Rinne von 11 bis 12 cm empfohlen.

Beim zentralen Gerinne wurde bei der Berechnung von der für das gesamte Untersuchungsgebiet ermittelten Regenwasserabstromrate ausgegangen. Um die Kosten zu reduzieren, wurde die zentrale Rinne in zwei Abschnitte geteilt. Der erste Teil verläuft vom Nordende des Untersuchungsgebietes bis ungefähr zur Reihe 20 der Modultischreihen. Ab da verläuft das Gerinne in südwestliche Richtung bis zum südlichen Rand des Untersuchungsgebietes (siehe Anlage 1). Die Dimensionierung der beiden Abschnitte erfolgt je nach Zustrom der Modultischreihen. Als Material des zentralen Gerinnes wurde von Kunststoff ausgegangen, und bezüglich der Form von einem Halbkreis. Das mittlere Gefälle wurde für den nördlichen Abschnitt mit 0,01 und für den südlichen Abschnitt mit 0,05 abgeschätzt.

Wie oben erläutert ergibt sich für den aktuellen Planungsstand eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von 168,7 l/s bzw. 196,8 l/s für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %. Im nördlichen Abschnitt des zentralen Gerinnes fallen ca. 20 % der abzuführenden Wassermenge an, im südlichen Abschnitt also 80 % der Wassermenge. Um diese Wassermengen abführen zu können, benötigt man im nördlichen Abschnitt des zentralen Gerinnes eine halbkreisförmige Rinne mit einem Radius von ungefähr 13 cm für den aktuellen Planungsstand und ca. 14 cm für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %. Um ein Überlaufen sicher zu verhindern wird ein Durchmesser der Rinne von ca. 30 cm empfohlen.

Im südlichen Abschnitt des zentralen Gerinnes benötigt man zur Ableitung der anfallenden Wassermengen eine halbkreisförmige Rinne mit einem Radius von ungefähr 21,5 cm für den aktuellen Planungsstand und ca. 22,5 cm für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %. Um ein Überlaufen sicher zu verhindern wird ein Durchmesser der Rinne von ca. 46 cm empfohlen.

Beim Graben zum Mühlenteich wurde bei der Berechnung von der für das gesamte Untersuchungsgebiet ermittelten Regenwasserabstromrate ausgegangen. Der Graben weist laut Konzept eine Länge von ca. 114 m auf. Es wird von einem trapezförmigen Erdkanal aus Feinkies ausgegangen. Die Böschungsneigung wurde mit einem Verhältnis von Breite zu Länge von 1:2 angesetzt. Das mittlere Gefälle wurde mit 0,04 abgeschätzt.

Wie in Kapitel 4.2 erläutert ergibt sich für den aktuellen Planungsstand eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von 168,7 l/s bzw. 196,8 l/s

für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 %. Um diese Wassermengen abführen zu können, benötigt man einen trapezförmigen Graben mit einer Sohlbreite von 24 cm und einer Tiefe von mindestens 24 cm für den aktuellen Planungsstand. Für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % benötigt man einen Graben mit einer Sohlbreite von 26 cm und einer Tiefe von mindestens 26 cm .

6. Ermittlung der hydraulischen und qualitativen Gewässerbelastung

6.1 Hydraulische Gewässerbelastung

Das geplante Entwässerungssystem soll in den Mühlenteich einmünden und das im Untersuchungsgebiet anfallende Niederschlagswasser in den See eingeleitet werden. Hierfür wird im Folgenden eine Bewertung der hydraulischen und qualitativen Gewässerbelastung durchgeführt. Dabei wird bezüglich der undurchlässigen Fläche A_u sowohl vom aktuellen Planungsstand ($A_u = 1,08$ ha) als auch von einer möglichen Erweiterung der PVA um 20 % ($A_u = 1,26$ ha) ausgegangen. Es wird vorausgesetzt, dass weder durch die geplante Nutzung der Fläche als PVA noch durch den ehemaligen Deponiekörper besondere stofflichen Belastungen (z.B. mit wassergefährdenden Stoffen) der Oberflächen im Untersuchungsgebiet vorliegen.

6.1.1 Abgleich der Abflussspende der Flächen mit zulässiger Einleitmenge nach Merkblatt DWA-M 153

Der rasche Regenwasserabfluss von befestigten, verdichteten oder gesättigten Oberflächen kann die Hochwasserspitzen in Oberflächengewässern vergrößern. Mit geeigneten Maßnahmen zum Zurückhalten, Speichern und gedrosselten Weiterleiten des Wassers soll ein Ausuferen des Gewässers verhindert werden.

Laut Merkblatt DWA-M 153 /2/ kann auf die Schaffung von Rückhalteräumen verzichtet werden, wenn mindestens eine der folgenden drei Bedingungen eingehalten ist (Bagatellgrenzen):

- A) Es wird in einen Teich oder einen See mit einer Oberfläche von mindestens 20 % der undurchlässigen Fläche eingeleitet,
- B) Die undurchlässigen Flächen betragen innerhalb eines Gewässerabschnittes von 1000 m Länge insgesamt nicht mehr als 0,5 ha
- C) Das erforderliche Gesamtspeichervolumen ist kleiner als 10 m^3 .

Da die Oberfläche des Mühlenteiches 32,1 ha beträgt (siehe Kapitel 2.2.2) und damit deutlich mehr als 20 % der für das Untersuchungsgebiet berechneten undurchlässigen Fläche A_u (1,08 bzw. 1,26 ha), ist eine der oben aufgeführten Bedingungen eingehalten und somit die direkte Einleitung der ermittelten Regenabflussspende in den Mühlenteich zulässig. **Auf die Schaf-**

fung von Rückhalteräumen kann bezüglich der hydraulischen Gewässerbelastung verzichtet werden.

6.2 Qualitative Gewässerbelastung

Die Beschaffenheit des Regenabflusses von befestigten Flächen ist je nach Staubbelastung aus der Luft, Flächennutzung und Niederschlagsdynamik sehr unterschiedlich. Im Merkblatt DWA-M 153 /2/ ist ein Bewertungsverfahren dargestellt, mit dessen Hilfe die Verschmutzung des zu erwartenden Regenabflusses und die qualitative Belastbarkeit des betroffenen Gewässers eingestuft und somit die Notwendigkeit und der Umfang einer sinnvollen Regenwasserbehandlung hergeleitet werden können. Bewertungskriterien sind dabei:

- Einstufung der Gewässer
- Einflüsse aus der Luft
- Verschmutzung der Oberflächen
- Wirkung einer Regenwasserbehandlung

Das Bewertungsverfahren ermöglicht eine pauschale Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten über die einfache Zuordnung von Bewertungspunkten. Grundgedanke des Verfahrens ist, dass die Emission aus Trenngebieten dem Schutzbedürfnis des oberirdischen Gewässers angepasst werden soll. Ist der Regenabfluss eines Siedlungsgebietes stärker belastet, als dem Schutzbedürfnis des aufnehmenden Gewässers angemessen ist, so muss er vor der Einleitung ausreichend gereinigt werden. Dabei wird bezüglich der undurchlässigen Fläche A_u lediglich von einer möglichen Erweiterung der PVA um 20 % ($A_u = 1,26$ ha, maximale Fläche) ausgegangen.

6.2.1 Detaillierte Beschreibung des Entwässerungsgebietes und des Gewässers

6.2.1.1 Einstufung des Gewässers

Gewässer werden je nachdem, ob sie klein oder groß sind, langsam oder schnell fließen, in unterschiedlichem Maße stofflich durch Regenwassereinleitungen aus Siedlungen belastet. Im Hinblick auf die qualitative Empfindlichkeit eines Gewässers ist es für das Bewertungsverfahren erforderlich, zumindest eine grobe Einstufung der verschiedenen Gewässertypen vorzunehmen. Diese erfolgt anhand der Tabellen 1a und 1b des Anhangs 1 nach DWA-M 153 /2/, denen nach allgemeinen Kriterien (z.B. Wasserspiegelbreite, Fließgeschwindigkeit oder besondere Schutzbedürfnisse) die entsprechenden Bewertungspunkte entnommen werden können. Nicht in den Tabellen aufgeführte Gewässertypen sind laut DWA-M 153 /2/ sinngemäß einzuordnen.

Der Mühlenteich wurde dem Gewässertyp „*stehende und gestaute Gewässer*“ zugeordnet. Da der Mühlenteich zwischen den in den Tabellenwerken angegebenen Typen „*großer See (über 1 km² Oberfläche)*“ mit 18 Bewertungspunkten und „*kleiner See, Weiher (unter 500 m² Oberfläche)*“ mit 10 Bewertungspunkten einzuordnen ist, wurde er zwischen beiden Gewässertypen eingeordnet und 14 Bewertungspunkte vergeben. Ein besonderes Schutzbedürfnis beispielsweise durch die unmittelbare Nähe von Erholungsgebieten liegt beim Mühlenteich nicht vor.

6.2.1.2 Einflüsse aus der Luft

Je nach örtlicher Situation ist der fallende Niederschlag mehr oder weniger stark verunreinigt. Die stoffliche Belastung kann in gelöster Form z.B. als „saurer Regen“, oder in partikulärer Form, z.B. als Ruß, enthalten sein. Die pauschale Bewertung der Einflüsse aus der Luft erfolgt anhand der Tabelle 2 des Anhanges 1 nach DWA-M 153 /2/.

Für das Untersuchungsgebiet wurde für die Bewertung der Einflüsse aus der Luft nach Tabelle 2 der Typ L2 „*Siedlungsbereiche mit mittlerem Verkehrsaufkommen (durchschnittlicher täglicher Verkehr 5000 - 15000 Kfz/24h)*“, d.h. eine mittlere Luftverschmutzung zugrunde gelegt. Laut Tabellenwerk ergeben sich je Teilfläche 2 Bewertungspunkte.

6.2.1.3 Verschmutzung der Oberflächen

Die Verschmutzung von Oberflächen wird je nach ihrer Nutzung oder bei Dachbedeckungen nach dem Werkstoff pauschal bewertet. Bei dem Bewertungsverfahren erfolgt eine grobe Einstufung der Belastung aus der jeweiligen Fläche anhand der Tabelle 3 des Anhanges 1 nach DWA-M 153 /2/, der in Abhängigkeit von der Herkunftsfläche die entsprechenden Bewertungspunkte entnommen werden können. Bei besonderen örtlichen Gegebenheiten wurden die vorgeschlagenen Punkte entsprechend modifiziert. Besondere stoffliche Belastungen (z.B. Bereiche, in denen mit wassergefährdenden Stoffen umgegangen wird), können durch das pauschale Bewertungsverfahren laut Merkblatt DWA-M 153 /2/ nicht erfasst werden.

Der im Merkblatt DWA-M 153 /2/ aufgeführte Sonderfall von unbeschichteten kupfer-, zink- und bleigedeckten Dachflächen tritt im Untersuchungsgebiet nicht auf.

Für das Untersuchungsgebiet wurden die folgenden Bewertungspunkte des Regenabflusses in Abhängigkeit des Verschmutzungsgrades vergeben:

Modultische: Geringe Flächenverschmutzung. Zuordnung zum Typ F2 „*Dachflächen und Terrassenflächen in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten*“. Laut Tabellenwerk 8 Bewertungspunkte.

6.2.2 Bewertung des Verschmutzungsgrades des abzuleitenden Niederschlagswassers nach Merkblatt DWA-M 153

Ziel der Bewertung des Verschmutzungsgrades des abzuleitenden Niederschlagswassers ist es, zu prüfen, ob die Einleitung des verunreinigten Regenwassers in den Mühlenteich zu einer Schädigung der Biozönose führen könnte, so dass eine vorherige Regenwasserbehandlung erforderlich ist. Eine vorherige Prüfung der Bagatellgrenzen zur qualitativen Gewässerbelastung nach Merkblatt DWA-M 153 /2/ ergab, dass zwei von drei Bedingungen nicht eingehalten werden. Die Bewertung erfolgt in Anlehnung an das Formblatt im Anhang 2 des Merkblattes DWA-M 153 /2/. Dabei wird für das betroffene Oberflächengewässer eine Gewässerpunktzahl G vergeben (siehe Kapitel 6.2.1.1) und für das Untersuchungsgebiet ein Emissionswert E bestimmt. Der Emissionswert E von abflusswirksamen Flächen ergibt sich aus der Verschmutzung des abfließenden Regenwassers (Abflussbelastung B) multipliziert mit einem Durchgangswert D einer möglichen Behandlungsmaßnahme:

Emissionswert E = Abflussbelastung B · Durchgangswert D

Da im Untersuchungsgebiet keine zentrale Regenwasserbehandlung vorgesehen ist, wird der Durchgangswert D = 1 gesetzt.

Tabelle 2: Ermittlung der qualitativen Gewässerbelastung und Vergleich mit der Einstufung des Gewässers nach Merkblatt DWA-M 153

Gewässer (Tabellen 1a und 1b)	Typ	Gewässerpunkte G
Mühlenteich, stehendes Gewässer	G9	G = 14

Flächenanteil	Luft L (Tabelle 2)		Flächen F (Tabelle 3)		Abflussbelastung B
	Typ	Punkte	Typ	Punkte	
A_u	Typ	Punkte	Typ	Punkte	$B = (L_i + F_i)$
1,26	L2	2	F2	8	10

Die Abflussbelastung B setzt sich aus Einflüssen aus der Luft L_i (siehe Kapitel 6.2.1.2) und der Verschmutzung der undurchlässigen Flächen F_i (siehe Kapitel 6.2.1.3) zusammen. Die so ermittelte Abflussbelastung B des Regenwassers wird mit den Gewässerpunkten verglichen. Ist B größer als G, so ist die Notwendigkeit einer Regenwasserbehandlung zu überprüfen.

$B > G$: in der Regel ist eine Behandlung erforderlich

$B \leq G$: keine Behandlung erforderlich.

In der Tabelle 2 sind die für das Untersuchungsgebiet ermittelte Abflussbelastung und die Einstufung des Mühlenteichs zusammengestellt.

Da die ermittelte Abflußbelastung B mit 10 deutlich unterhalb der Gewässerpunktzahl des Mühlenteiches liegt, werden die Anforderungen an eine Direktinleitung des Regenwassers erfüllt. **Eine Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.**

7. Zusammenfassung

In Vorbereitung auf die Errichtung einer Photovoltaikanlage (PVA) in Glücksburg erfolgte für das Untersuchungsgebiet eine Konzeption zum Umgang mit dem anfallenden Niederschlagswasser. Dabei erfolgte eine Abschätzung der im Gebiet anfallenden Regenwassermengen sowie eine Bewertung der hydraulischen und qualitativen Gewässerbelastung nach Merkblatt DWA-M 153 bei einer Einleitung des anfallenden Niederschlagswassers in den Mühlenteich.

Zunächst wurden die allgemeinen hydrologischen Rahmenbedingungen mit hydrogeologischer Situation im Untersuchungsgebiet und den hydraulischen Daten des Mühlenteiches recherchiert. Desweiteren erfolgte die Beschreibung der derzeitigen Flächennutzung im Untersuchungsgebiet.

Im Rahmen konzeptioneller Betrachtungen zur Entwässerungslösung erfolgte im Untersuchungsgebiet eine Vordimensionierung und Trassierung des neu zu errichtenden Entwässerungssystems bis zur Einleitungsstelle in den Mühlenteich.

Die Ermittlung der im Untersuchungsgebiet anfallenden Regenwassermengen und die Berechnung der Abflussspende der Fläche wurde auf Grundlage des Arbeitsblatts DWA-A 118 durchgeführt. Für eine zulässige Überstauhäufigkeit von einmal in 5 Jahren und die kürzeste zu betrachtende Regendauer von 15 min ergibt sich für das Untersuchungsgebiet für den aktuellen Planungsstand eine anfallende Regenwassermenge von 152 m³ und ein Zufluss zum Entwässerungssystem von 168,7 l/s. Für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % ergibt sich eine anfallende Regenwassermenge von 177 m³ und eine maximal erforderliche Regenwasserabstromrate von 196,8 l/s.

Für das betrachtete Untersuchungsgebiet ergibt sich für den aktuellen Planungsstand eine undurchlässige Fläche A_u von 1,08 ha. Für eine mögliche Erweiterung der PVA um 20 % ergibt sich eine undurchlässige Fläche A_u von 1,26 ha.

Bezüglich der hydraulischen Gewässerbelastung der von dieser Fläche abfließenden Niederschlagsmenge wurde bei einer Prüfung der Bagatellgrenzen laut Merkblatt DWA-M 153 festgestellt, dass auf die Schaffung von Rückhalteräumen verzichtet werden kann.

Bezüglich der qualitativen Gewässerbelastung durch die Einleitung von Niederschlagswasser in den Mühlenteich wurde laut Bewertungsverfah-

ren des Merkblatts DWA-M 153 eine Abflussbelastung B des Regenwassers von 10 Punkten festgestellt. Das bedeutet, dass das im Untersuchungsgebiet anfallende Niederschlagswasser in den Mühlenteich mit einer entsprechenden Gewässerpunktezahl von 14 eingeleitet werden darf. Die Anforderungen an eine Direkteinleitung des Niederschlagswassers in den Mühlenteich ist erfüllt. Eine zentrale Regenwasserbehandlung ist nicht erforderlich.

HPC AG

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'T. Schwengfelder'.

Thomas Schwengfelder
Projektleiter

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'i. A. Dr. A. Beckmann'.

Annika Beckmann
Projektbearbeiterin

Quellenverzeichnis

- /1/ Landwirtschafts und Umweltportal
Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
Schleswig-Holstein
<http://www.umweltdaten.landsh.de/nuis/wafis/seen/seenalle.php?alle=ja>
- /2/ Merkblatt DWA-M 153 – Handlungsempfehlungen zum Umgang mit Regenwasser
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Hennef, August 2007; korrigierte Fassung: August 2012
- /3/ Arbeitsblatt DWA-A 118 - Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Hennef, März 2006
- /4/ KOSTRA-DWD-2000 "Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 - 2000)"
ITWH GmbH
Hannover, 2009
- /5/ Arbeitsblatt DWA-A 138 – Planung, Bau und Betrieb von Anlagen zur Versickerung von Niederschlagswasser
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Hennef, April 2005
- /6/ Arbeitsblatt ATV-DVWK-A 117 – Bemessung von Regenrückhalteräumen.
Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V.
Hennef, März 2001
- /7/ Taschenbuch der Wasserwirtschaft.
K. Lecher, H.-P. Lühr, U.C.E. Zanke (Hrsg)
Parey Buchverlag Berlin, 2001