

Wasserhaushaltsbilanz und Überprüfung Versickerungsmulde

Veranlassung und Zielstellung

Im Zuge der geplanten Änderung des Bebauungsplans „Am Sachsenring“ wurde Stoll Bauplanung von der Grünland GmbH (Flurstückseigentümer) mit der Überprüfung der Wasserhaushaltsbilanz gemäß DWA-M 102-4 beauftragt. In den Bebauungsplan soll zudem eine bereits bestehende Versickerungsmulde als festes Element der Entwässerung mit aufgenommen werden. Dazu erfolgt hier der Nachweis der ausreichenden Bemessung sowie die Dokumentation des Sickertestes zur Überprüfung der Versickerungseignung.

Datengrundlage

Als Grundlage diente der Vorentwurf „GE Sachsenring“ vom 24.06.2024, zur Verfügung gestellt von Sachsen Consult GmbH.

Die Maße der Versickerungsmulde sowie Angaben zu den Zisternen und der Entwässerung im Allgemeinen wurden von Herrn Reinhold, Geschäftsführer der Grünland GmbH, zur Verfügung gestellt.

Wasserhaushaltsbilanzierung

Die Wasserhaushaltsbilanzierung wurde entsprechend der DWA-M 102-4 (2022) durchgeführt und ist in Anlage 1 dargestellt.

Als Grundlage diente die Bilanzierung im unbebauten Zustand anhand des Hydrologischen Atlases Deutschlands (HAD), dessen Daten im Geoportal der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) frei verfügbar sind.

Im unbebauten Zustand erfolgt eine Aufteilung des zur Verfügung stehenden Niederschlags auf die Wasserhaushaltskomponenten wie folgt:

- Ca. 34 % Direktabfluss
- Ca. 6 % Grundwasserneubildung
- Ca. 60% Verdunstung

Für den bebauten Zustand erfolgte die Ermittlung der Aufteilungswerte mittels Unterteilung in Flächenkategorien gemäß den Tabellen der DWA-M 102-4.

Die Flächen unterteilen sich in

- Grünflächen
- Versickerungsmulde
- Straßenflächen

Für das Mischgebiet mit der GRZ 0,4 muss berücksichtigt werden:

- 60 % unversiegelt -> Grünflächen
- Versiegelte Flächen (40 %) setzen sich aus Dachflächen und sonstigen versiegelten Flächen zusammen.
- Das Regenwasser der bestehenden Hallendächer wird gesammelt und zur Bewässerung genutzt (60 m³ Speichervolumen).
- Topographisch bedingt entwässern ca. 1045 m² der Flächen in das Versickerungsbecken.

Die größte Problematik für die Wasserhaushaltsbilanz ist im Allgemeinen die Versiegelung und der damit einhergehende vergrößerte Direktabfluss. Um hier also vom schlechtesten Fall (stark erhöhter Direktabfluss infolge der Versiegelung gemäß GRZ) auszugehen und so eine solide Aussage zur Veränderung der Wasserhaushaltsbilanz zu treffen, wird für die versiegelten Flächen eine Vollversiegelung mit Asphalt/Beton angenommen.

Unter den Gegebenheiten ergibt sich eine Wasserhaushaltsbilanz, welche im Toleranzbereich um den des unbebauten Zustandes liegt. Abbildung 1 fasst das Ergebnis im hydrologischen Dreieck zusammen, Tabelle 1 zeigt die Aufteilungswerte.

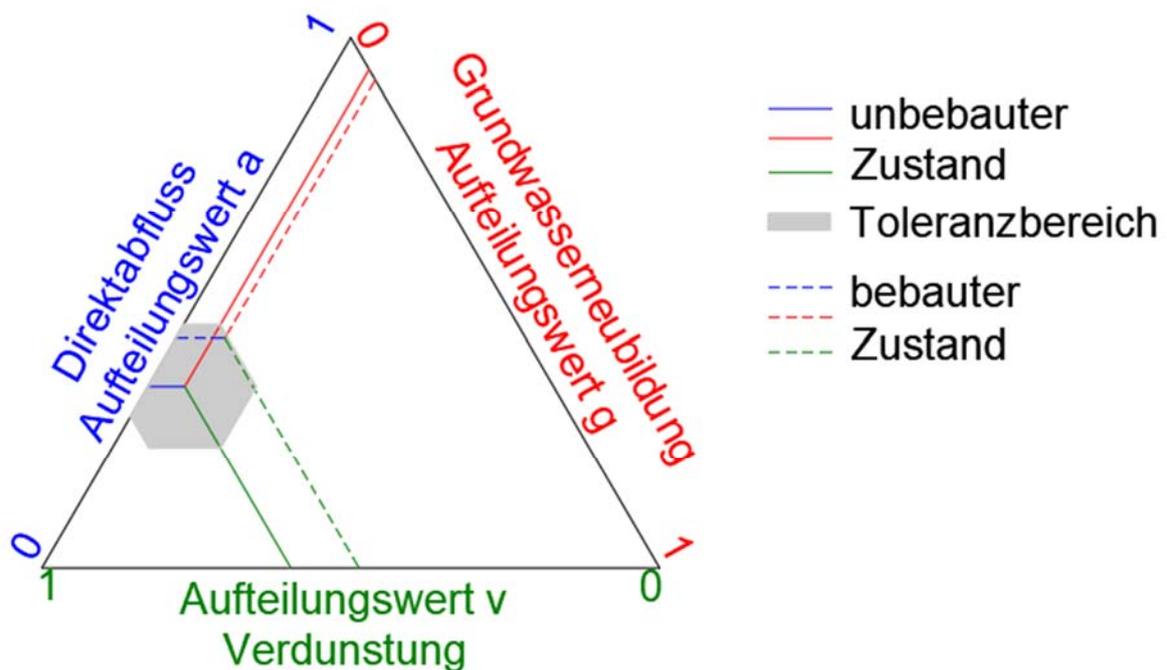


Abbildung 1: Wasserhaushaltsbilanzierung im hydrologischen Dreieck

Tabelle 1: Aufteilungswerte der Wasserhaushaltsbilanz im unbebauten und bebauten Zustand

Ausgangswert:
 $P_{\text{korr}} = 770 \text{ mm/a}$

Parameter	Aufteilungswert unbebaut	Aufteilungswert bebaut	Wert unbebaut [mm/a]	Wert bebaut [mm/a]
R_D	0.3435	0.4340	264	334
GWN	0.0597	0.0795	46	61
ET_a	0.5968	0.4865	460	375

Bei zukünftigen Änderungen auf den Flächen sollte auf einen Ausgleich zwischen Abfluss und Verdunstung geachtet werden. Daher sollte in den Bebauungsplan die Begrünung von Dachflächen (z.B. von Nebengebäuden) aufgenommen werden. Ungebundene Befestigungen sowie die freie Entwässerung von Plätzen/Wegen sind zu bevorzugen

Wirksamkeit Versickerungsmulde

Die bestehende Mulde wurde bereits vor ein paar Jahren angelegt und hat bereits mehrfach ihre technische Wirkung gezeigt. Nichtsdestotrotz wird sie im Rahmender geplanten B-Plan-Änderung auf ihre ausreichende theoretische Wirksamkeit überprüft.

Versickerungsfähigkeit: Sickertest

Zur Überprüfung der Sickerfähigkeit der Mulde wurde ein Sickertest durchgeführt. In Absprache mit Frau Gumpert, Landratsamt Zwickau, wurde dieser nicht im Schurf sondern auf der Sohle des Bestandsbeckens mit Hilfe eines dichten Kastens durchgeführt. Die Dokumentation dieses Tests findet sich in Anlage 3.

Es wurde ein k_f -Wert von $1,28 * 10^{(-5)}$ m/s ermittelt – der Boden eignet sich also nach DWA-A 138 für eine Versickerung.

Bemessung der Versickerungsmulde

Zur Überprüfung der ausreichenden Größe des vorliegenden Beckens wurde die Bemessung gemäß DWA-A 138 (2005) durchgeführt und findet sich in Anlage 2.

Für die Versickerungsmulde ergeben sich im Istzustand folgende Kennwerte:

Angeschlossene befestigte Fläche	A_U	627 m ²
Mittlere Versickerungsfläche	$A_{S, \text{mittel}}$	59 m ²
Versickerungsvermögen	Q_S	$7,51 * 10^{(-5)}$ m ³ /s
Bemessungsregen T = 5a - Dauerstufe	D	2880 min
Bemessungsregen T = 5a – Regenspende in Abhängigkeit der Dauerstufe	rN,D	3,9 l/(s*ha)
Zufließendes Volumen	Q_{Zu}	0,00024 m ³ /s
Resultierendes notwendiges Volumen	V	32,21 m ³

Mit dem vorliegenden Volumen des Beckens von 178 m³ ist dieses ausreichend bemessen.

Unter der Annahme, dass die angeschlossene Fläche entsprechend dem B-Plan-Entwurf (GRZ 0,4) vollversiegelt wird, ändert sich die angeschlossene Fläche A_U auf 941 m² und das notwendige Volumen auf 56m³. Auch unter diesem Szenario wäre das Becken ausreichend bemessen.

Qualitative Bewertung der Mulde

Die angeschlossenen Flächen können der Kategorie 5, den „Hofflächen und PKW-Parkplätze ohne häufigen Fahrzeugwechsel sowie wenig befahrene Verkehrsflächen (bis DTV 300 Kfz) in Wohn- und vergleichbaren Gewerbegebieten“ der Tabelle 1, DWA-A 138 (2005), zugeordnet werden.

Die angeschlossene Fläche A_U wurde mit 627 m^2 ermittelt, die mittlere Sickerfläche A_S des Beckens zu 59 m^2 .

Damit liegt ein Verhältnis von $A_U : A_S$ von 11 vor. Die Versickerung des Niederschlagswassers von diesen Flächen ist daher im Ist-Zustand als tolerierbar einzustufen und benötigt keine weitere Behandlung.

Für den Fall, dass die Flächen komplett versiegelt werden (gemäß Bebauungsplan wäre eine weitere Versiegelung entsprechend GRZ 0,4 möglich), ergibt sich A_U (als Fläche $1045 \text{ m}^2 \cdot \text{Abflussbeiwert } 0,9$) zu 945 m^2 . Das Verhältnis wäre dann $A_U : A_S = 16$. Dann wäre gemäß DWA-A 138 (2005) eine Regenwasserbehandlungsanlage für die neu versiegelte Fläche vorzusehen. (Dasselbe gilt, wenn ein Nutzungswechsel stattfinden sollte.)

Fazit

Die Flächenaufteilung des B-Plan-Entwurfs und das Mischgebiet mit der GRZ 0,4 ermöglichen zusammen mit der vorliegenden Nutzung zu Bewässerung und der Versickerungsmulde einen ausgeglichenen Wasserhaushalt, der im Toleranzbereich um den potentiell natürlichen (unbebauten) Zustand liegt. Bei der zukünftigen Bebauung sollte darauf geachtet werden, dass ein Ausgleich zwischen Abfluss und Verdunstung stattfindet. Daher sollte der Bebauungsplan u. a. die Begrünung von Dachflächen von Nebengebäuden vorsehen.

Bezüglich des Versickerungsbeckens lässt sich die Aussage treffen, dass unter den gegebenen Bedingungen eine Versickerung zulässig ist und das Becken ausreichende Maße aufweist.

Sollten in Zukunft weitere Flächen an das Becken angeschlossen werden oder die Fläche, welche in dieses entwässert, weiter versiegelt werden, so wird für diese Fläche eine Regenwasserbehandlung notwendig.

Anlagen

- 1 Wasserhaushaltsbilanzierung
- 2 Nachweis Versickerungsmulde
- 3 Dokumentation Sickertest

I_unbebaut

I Wasserbilanz für den unbebauten Zustand

Ermittlung mit dem hydrologischen Atlas Deutschland

$$P_{\text{korr}} = R_D + \text{GWN} + ET_a$$

mit

Parameter	Einheit	Beschreibung	Karte HAD	Wert nach HAD*
P_{korr}	mm/a	mittlere korrigierte jährliche	Teil 2 / 2.5	770
R_D	mm/a	mittlere jährliche Direktabflusshöhe	Teil 3 / 3.5	281-283
GWN	mm/a	mittlere jährliche	Teil 5 / 5.5	48-50
ET_a	mm/a	mittlere jährliche aktuelle	Teil 2 / 2.13	490-491

*Hydrologischer Atlas Deutschlands (HAD) © BfG Geoportal 2024 (abgerufen am 12.07.2024)

<https://geoportal.bafg.de/mapapps/resources/apps/HAD/index.html?lang=de&vm=2D>

Bilanzfehler aufgrund der Rasterisierung im HAD

$$R_D + \text{GWN} + ET_a = 821 > P_{\text{korr}}$$

Korrektur über Aufteilungswerte gemäß DWA M 102-4 (2022):

$$a = R_D / P_{\text{korr}} \quad 0.3662 \quad \mathbf{a \text{ korrigiert} \quad 0.3435}$$

$$g = \text{GWN} / P_{\text{korr}} \quad 0.0636 \quad \mathbf{g \text{ korrigiert} \quad 0.0597}$$

$$v = ET_a / P_{\text{korr}} \quad 0.6364 \quad \mathbf{v \text{ korrigiert} \quad 0.5968}$$

$$\text{Korrekturfaktor} = 1 / (a + g + v) \quad 0.9379$$

Parameter	Korrigierter Wert	Einheit
R_D	264	mm/a
GWN	46	mm/a
ET_a	460	mm/a
P_{korr}	770	mm/a

II_bebaut_1_Flächentypen

II Wasserbilanz für den bebauten Zustand

II.1 Flächentypisierung

Anhand Vorentwurf B-Plan (zur Verfügung gestellt durch Sachsen Consult Zwickau am 12.07.2024)

Nr	Teilfläche	Fläche [m ²]
1	private Grünfläche	4,091.14
2	Grünfläche mit Baumbestand	819.69
3	Straßenverkehrsfläche	1,156.37
4	Regenrückhaltebecken (Versickerungsbecken)	187.64
5	Mischgebiet MI § 6 BauNVO, Versiegelungsgrad 0,4	16,155.99
5a	daher Annahme 60% Garten/Grünfläche	9,693.59
5b	bestehende Dachflächen	1,661.48
5c	40% versiegelt (darunter Flächen 5b) - Rest VOLLversiegelt (Asphalt/Beton)	4,800.92
Gesamtfläche		22,410.83

Da im B-Plan nur bedingt konkretere Flächentypisierungen angegeben werden können, wird von einem Szenario (worst case) ausgegangen, in dem im Mischgebiet die bestehenden Dachflächen übernommen werden und der Rest der mit GRZ 0.4 angegebenen Fläche vollversiegelt wird.

Topographisch bedingt sind an das Versickerungsbecken 1045 m² angeschlossen. Dies entspricht ca. 6% der Fläche des Mischgebietes.

Das Problem für den Wasserhaushalt von Gewerbegebieten besteht vor allem in der Versiegelung und der damit einhergehenden Erhöhung des Direktabflusses.

Unter Annahme des worst case wird hier daher von dem Szenario ausgegangen, dass die 40% gemäß GRZ 0.4 Vollversiegelt sind. In diesen 40% sind auch die Dachflächen enthalten. Hier wird davon ausgegangen, dass auch die an das Versickerungsbecken angeschlossenen Flächen vollversiegelt ist (Asphalt, Beton). Für diese 6% des Mischgebietes muss die Kombination von Fläche und Anlage berücksichtigt werden. Die Fläche des Versickerungsbeckens wird daher nicht gesondert betrachtet, sondern nur in der Kombination mit einbezogen.

Zusätzlich muss beachtet werden, dass die Hallendächer zunächst in Zisternen entwässern, welche zur Bewässerung genutzt werden.

Gemäß Gespräch vom 12.07.2024 liegen Zisternen mit insgesamt 60 m³ vor.

Die Hallenflächen umfassen 1366 m², dies entspricht etwa 8% der Fläche des Mischgebietes. Auch für diese Flächen muss die Kombination von Fläche und Anlage berücksichtigt werden.

Hier wird davon ausgegangen, dass die verbleibenden 26% der vollversiegelten Fläche in die Kanalisation entwässern.

II_bebaut_1_Flächentypen

Daraus ergeben sich gemäß DWA-M 102-4 (2022) folgende Flächenkategorien bzw. Kombinationen:

Flächentyp/Spezifikation nach DWA-M 102-4 (2022) bzw. Kombination mit Versickerungsbecken	Berechnungsgrundlage nach DWA-M 102-4 (2022) Abschnitt /Tabelle	einbezogene Flächen Nr.	Fläche [m ²]
Grünflächen/Gartenflächen	Übernahme un bebauter Zustand	1, 2, 5a	14,604.42
Versickerungsbecken	B.3	4	187.64
Dachflächen - Entwässerung in Kanalisation	A.2	5b (Dachflächen im Nördlichen Teil)	295.07
Dachflächen - Regenwassernutzung zur Bewässerung	A.2	5b (Halle 1 und Halle 2)	1,366.41
Verkehrsfläche/Asphalt - Entwässerung in Kanalisation	A.3	3 + 5c abzüglich 1045 m ² entwässernd ins Versickerungsbecken	4,912.29
Verkehrsfläche/Asphalt - Entwässerung in Versickerungsbecken	A.3	1045 m ² von 5c	1,045.00
			22,410.83

II_bebaut_2_Versickerungsmulde

II.2 Aufteilungswerte des Versickerungsbeckens

Das Versickerungsbecken wird als Anlage zur Bewirtschaftung nach Anhang B des DWA-M 102-4 (2022) behandelt.

Bei dem Versickerungsbecken handelt es sich um eine Versickerungsmulde (Abschnitt B.3).

Komponente		Berechnung	Wert	Wert korrigiert**
Direktabfluss	a _A	$1-g_{A-VA}$	-0.0032	0
Grundwasserneubildung	g _A	$0,8608+0,02385*\ln P-0,00005331*ET_P-0,002827*f_{S,M}-0,000002493*k_f+0,0009514*\ln(k_f/f_{S,M})$	0.9342	0.9312
Verdunstung	v _A	$0,000008562*ET_P+2,611/(-64,35+P)*f_{S,M}^0,9425-0,000001211*k_f$	0.0690	0.0688
<i>Kontrollsumme</i>				1.0000

mit k_f 14 mm/h Durchlässigkeitsbeiwert (Minimalwert)***
 $f_{S,M}$ $42,323*k_f^{(-0,314)}$ % Anteil der Fläche einer Versickerungsmulde bezogen auf die angeschlossene befestigte Fläche
 ET_P 569 mm/a* mittlere jährliche potentielle Evapotranspiration

In diesen empirischen Gleichungen ist der unkorrigierte mittlere jährliche Niederschlagswert zu verwenden.

P 700 mm/a*

*nach HAD (Teil 2 / Karte 2.2 bzw. Karte 2.12) © BfG Geoportal 2024 (abgerufen am 12.07.2024)

** Korrektur gemäß DWA-M 102-4 (2022), B.1: Der negative Wert wird auf Null gesetzt, die beiden anderen Werte werden anteilsproportional erhöht.

***Bemerkung: im Sickertest wurde ein k_f -Wert von $1.2*10^{(-5)}$ m/s ermittelt. Dies entspricht 46.08 mm/h und liegt damit über dem in der DWA-M 102-4 angegebenen Minimalwert. Da sich im Laufe der Zeit die Versickerungsleistung verringern kann, und hier von einem worst case Szenario ausgegangen wird, wird hier im Rahmen der Wasserhaushaltsbilanz der Minimalwert aus der Literatur verwendet.

II_bebaut_3_RWnutzung

II.3 Aufteilungswerte für die Regenwassernutzung zur Bewässerung

Die Regenwassernutzung zur Bewässerung wird als Anlage zur Bewirtschaftung nach Anhang B des DWA-M 102-4 (2022) behandelt.

Bei der Niederschlagswassernutzung handelt es sich um eine Nutzung zur Bewässerung (Abschnitt B.7, Abschnitt 1).

Das zur Bewässerung verwendete Wasser wird der Verdunstung zugerechnet.

Komponente		Berechnung	Wert
Direktabfluss	a _A	1-v _A	0.6222
Grundwasserneubildung	g _A	0	0.0000
Verdunstung	v _A	$-0.0001927 \cdot P + 0.0001831 \cdot ET_P + 0.0006083 \cdot h_{BW} - 0.0000003127 \cdot h_{BW}^2 - 0.3092 \cdot e^{(3.269/h_{Sp})} + [(1.424/2.782 + h_{Br})] + 0.0001885 \cdot h_{Nu}$	0.3778

mit ET_P 569 mm/a* mittlere jährliche potentielle Evapotranspiration

*nach HAD (Teil 2 / Karte 2.12) © BfG Geoportal 2024 (abgerufen am 12.07.2024)

h_{BW} = f_{BW} * q_{BW} mm/a Spezifisches Bewässerungsvolumen bezogen auf 300 die angeschlossene, abflusswirksame Fläche

f_{BW} 5 Anteil der Bewässerungsfläche bezogen auf die angeschlossene abflusswirksame Fläche, Maximalwert (Grünlandfläche/Hallenflächen > Maximalwert)

q_{BW} 60 l/(m²*a) Spezifischer Bewässerungsbedarf pro Jahr bezogen auf die bewässerte Fläche, Standardwert

h_{Sp} 200 mm Spezifisches Speichervolumen bezogen auf die angeschlossene, abflusswirksame Fläche, Maximalwert

h_{Br} 0 mm/d Spezifisches Brauchwasservolumen, hier =0

h_{Nu} = min(P;365 * h_{Br} + h_{BW}) mm/a Spezifisches nutzbares Niederschlagswasservolumen bezogen auf die angeschlossene, abflusswirksame Fläche
 min = h_{BW}
 300

In diesen empirischen Gleichungen ist der unkorrigierte mittlere jährliche Niederschlagswert P 700 mm/a*

*nach HAD (Teil 2 / Karte 2.2 bzw. Karte 2.12) © BfG Geoportal 2024 (abgerufen am 12.07.2024)

II_bebaut_4_Dachflächen

II.4 Aufteilungswerte für die Dachflächen

Gebäude	Fläche [m²]	Kategorie nach DWA-M 102-4 (2022) A.2
Wohnhaus	220.85	Steildach
Nebengebäude 1	24.99	Steildach
Nebengebäude 2	49.23	Steildach
Halle 1	542.87	Flachdach (glatt)
Halle 2	823.54	Flachdach (glatt)
gesamt	1661.48	

Aufteilungswerte gemäß DWA-M 102-4 (2022), Tabelle A.1 sowie A.2

Komponente		Berechnung	Wert
Direktabfluss Steildach	a _F	$0,9115+0,00007063 \cdot P-0,000007498 \cdot ET_P-0,2063 \cdot \ln(Sp+1)$ <i>[getrennt nach Steildach und Flachdach - s. unten]</i>	0.9025
Direktabfluss Flachdach			0.8597
Grundwasserneubildung	g _F	0	0
Verdunstung Steildach	v _F	1-a _F	0.0975
Verdunstung Flachdach			0.1403

mit ET_P 569 mm/a*
 Sp (Steildach) 0.3 mm (Standardwert)
 Sp (Flachdach, glatt) 0.6 mm (Standardwert)

In diesen empirischen Gleichungen ist der unkorrigierte mittlere jährliche Niederschlagswert zu verwenden.

P 700 mm/a*

*nach HAD (Teil 2 / Karte 2.2 bzw. Karte 2.12) © BfG Geoportal 2024 (abgerufen am 12.07.2024)

II_bebaut_5_AsphaltBeton

II.5 Aufteilungswerte für die Straßenflächen - Asphalt/Beton

Aufteilungswerte gemäß DWA-M 102-4 (2022), Tabelle A.1 sowie A.3

Komponente		Berechnung	Wert
Direktabfluss	a_F	$0,8658+0,0001659*P-0,00009945*ET_P-0,1542*\ln(Sp+1)$	0.7559
GWN	g_F	0	0
Verdunstung	v_F	$1-a_F$	0.2441

mit ET_P 569 mm/a*
 Sp 2 mm (Standardwert)

In diesen empirischen Gleichungen ist der unkorrigierte mittlere jährliche Niederschlagswert zu verwenden.

P 700 mm/a*

*nach HAD (Teil 2 / Karte 2.2 bzw. Karte 2.12) © BfG Geoportal 2024 (abgerufen am 12.07.2024)

II_bebaut_5_Gesamtbilanz

II.5 Gesamtbilanz

Flächen					Bewirtschaftungsanlagen					Summen				
Flächentyp	Fläche [m ²]	Aufteilungswerte			Anlagentyp	Fläche Anlage [m ²]	Aufteilungswerte			Flächen [m ²]	Aufteilungswerte			
		a _F	g _F	v _F			a _A	g _A	v _A		a	g	v	a+g+v
Grünflächen/ Gartenflächen	14,604	0.3435	0.0597	0.5968		-				14604	0.3435	0.0597	0.5968	1.0000
Dachflächen - Entwässerung in Kanalisation	295	0.9025	0.0000	0.0975	Ableitung	0	1.0000	0.0000	0.0000	295	0.9025	0.0000	0.0975	1.0000
Verkehrsfläche/Asphalt - Entwässerung in Kanalisation	4,912	0.7559	0.0000	0.2441	Ableitung	0	1.0000	0.0000	0.0000	4912	0.7559	0.0000	0.2441	1.0000
Dachflächen - Entwässerung in Versickerungsbecken	1,366	0.8597	0.0000	0.1403	Zisternen zur Bewässerung	0	0.6222	0.0000	0.3778	1366	0.5349	0.0000	0.4651	1.0000
Verkehrsfläche/Asphalt - Entwässerung in Versickerungsbecken	1,045	0.7559	0.0000	0.2441	Versickerungs- becken	188	0.0000	0.9312	0.06882	1233	0.0000	0.7385	0.2615	1.0000
Bilanzgebiet										22411	0.4340	0.0795	0.4865	1.0000

Parameter	Wert	Einheit
R _D	334	mm/a
GWN	61	mm/a
ET _a	375	mm/a

Ausgangswert: P_{korr} = 770 mm/a

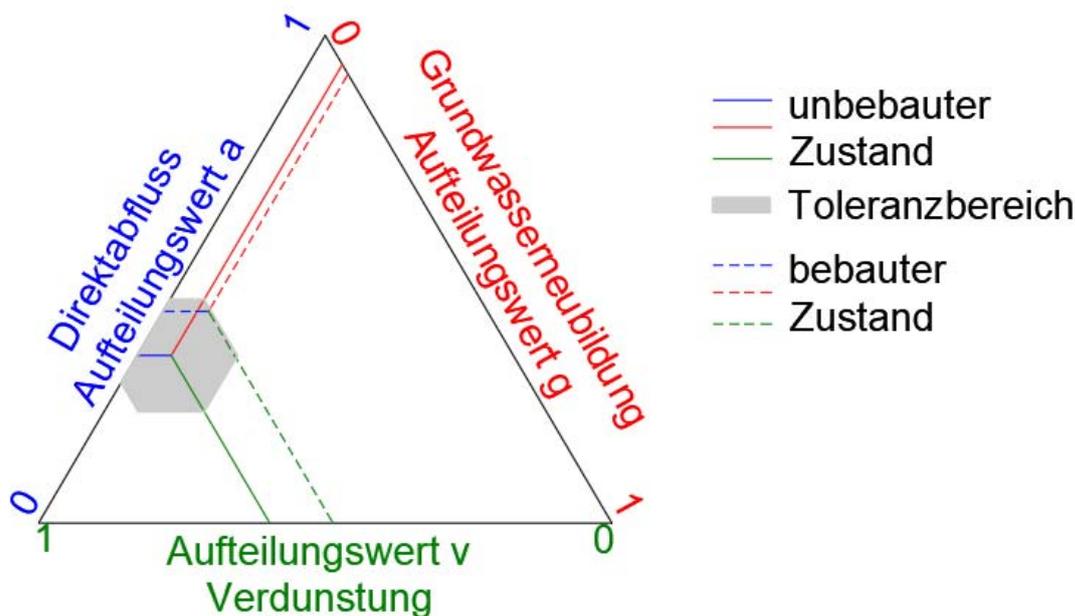
III_Vergleich u_Fazit

III Vergleich Wasserhaushaltsbilanz unbebauter Zustand und bebauter Zustand und Fazit

Ausgangswert: P_{korr} : 770 mm/a

Parameter	Aufteilungswert unbebaut	Aufteilungswert bebaut - worst case	Wert unbebaut [mm/a]	Wert bebaut - worst case [mm/a]
R_b	0.3435	0.4340	264	334
GWN	0.0597	0.0795	46	61
ET_a	0.5968	0.4865	460	375

Toleranzbereiche gemäß DWA-M 102-4 (2022): 5-10 Prozentpunkte vom unbebauten Zustand.



Die Darstellung im hydrologische Dreieck zeigt, dass die Aufteilungswerte im Toleranzbereich um die natürliche Wasserhaushaltsbilanz liegen.

Der Anteil der Grundwasserneubildung liegt sehr nah an den potentiell natürlichen Verhältnissen. Der Direktabfluss ist höher und die Verdunstung geringer als im potentiell natürlichen Verhältnis.

III_Vergleich u_Fazit

Berücksichtigt man, dass hier mit dem schlimmsten Szenario - einer Vollversiegelung der versiegelten Flächen - gerechnet wurde, ist ein Versiegelungsgrad von 0,4 zulässig.

Jedoch muss bei der zukünftigen Gestaltung der Bebauung auf eine Erhöhung der Verdunstung und eine Verringerung des Direktabflusses geachtet werden. Eine geeignete Maßnahme hierzu ist gemäß DWA-M 102-4 (2022), Tabelle 3, die Begrünung von Dachflächen.

Der B-Plan sollte daher zumindest für Nebengebäude eine Dachbegrünung vorsehen. Weiterhin sind die freie Entwässerung von Wegen/Plätzen zu bevorzugen. Bei Versiegelungen sollten, sofern möglich, ungebundene Befestigungen bevorzugt werden.

Bemessung

Bemessung der Versickerungsmulde

Die Bemessung erfolgt entsprechend DWA-A 138 (2005).
 Aufgrund der Größe des Einzugsgebietes ist das vereinfachte Verfahren anwendbar.

Zielgröße: notwendiges Speichervolumen

$$V = (Q_{zu} - Q_s) \cdot D \cdot 60 \cdot f_z \cdot f_A$$

- mit V erforderliches Speichervolumen in m³
- D Regendauer in min
- Q_{zu} (konstanter) Zufluss während der Regendauer D in m³/s
- Q_s (konstante) Versickerungsrate während der Regendauer D in m³/s
- f_z Zuschlagsfaktor nach DWA-A 117 (2013), Anhang A - hier: 1,1
- f_A Abminderungsfaktor nach DWA-A 117, hier ca. 1 - entfällt also

Zufluss zur Versickerungsanlage:

$$Q_{zu} = 10^{(-7)} \cdot r_{D(n)} \cdot A_u$$

Q_{zu} Zufluss zur Versickerungsanlage in m³/s
 r_{D(n)} Regenspende der Dauer D und Häufigkeit n in l/(s*ha)
 n = 0,2 /a (gemäß DWA-A 138 (2005), Tabelle 3)

Ermittlung der Regendauer: schrittweise Ermittlung,
 welche größtes Speichervolumen erzeugt.

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

A_u angeschlossene undurchlässige Fläche in m²
 A_{E,i} Teilflächen in m²
 ψ_{m,i} mittlerer Abflussbeiwert

Anhand DGM1 (Geodatenserver Sachsen) wurde bestimmt, welche Flächen in das Becken entwässern: 1045 m²

Teilfläche	DWA-A 138 (2005), Tabelle 2		Fläche [m ²]
	Flächentyp/ Befestigung (Istzustand)	Abfluss- beiwert ψ	
Mischgebiet MI § 6 BauNVO, Teilgebiet, das topographisch in Becken entwässert	fester Kiesbelag	0.6	1,045

A_u = 627 m²

Annahme: Fläche wird weiter versiegelt	Asphalt, Beton	0.9	1,045
---	----------------	-----	-------

A_{u, Asphalt, Beton} = 940.5 m²

Versickerungsrate Q_s = k_f/2 * A_s A_s Versickerungsfläche
 k_f Durchlässigkeitsbeiwert

Bemessung

Im Betrieb der Mulde/des Beckens kann es zu einer Kolmation bzw. Selbstabdichtung kommen. Um dies zu berücksichtigen, wird die Durchlässigkeit auf 1/5 reduziert.

$$Q_s = (1/5 \cdot k_f) / 2 \cdot A_s$$

$$A_{s,mittel} = (A_{s,min} + A_{s,max}) / 2 = \quad \underline{\underline{58.67 \text{ m}^2}}$$

Maße des vorliegenden Beckens:
gemäß Angaben von Herrn Reinhold (E-Mail vom 24.06.2024)

rechtwinkliges Dreieck

kurze Kanten Beckensohle:	10.5 m
kurze Kanten Oberkante Becken:	16 m
Höhe Becken:	2 m
maximaler Einstau:	1.8 m

$$\text{Grundfläche } A_{s,min} = 55.13 \text{ m}^2$$

Vollstau: bei 2 m Böschung Kante 16 m lang

$$\begin{aligned} dh = 2 \text{ m} \quad dL = 16 - 10,5 = 5.5 \text{ m} \\ dh/dL = 0.3636 \end{aligned}$$

max. Einstau:

$$\begin{aligned} dL_{maxEinstau} = dh/dL \cdot dh_{maxEinstau} \quad 0.655 \\ \text{Länge Kante} = 11.15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Fläche } A_{s,max} = 62.21 \text{ m}^2$$

Volumen Vollstau:	178 m³
Volumen max. Einstau	106 m³

k_f aus Sickertest 1.28E-05 m/s

$$\underline{\underline{Q_s = 7.51E-05 \text{ m}^3/\text{s}}}$$

Bemessung

KOSTRA-DWD-2020 (4.1)		Berechnungs- ergebnis (A U Istzustand)		Berechnungsergebnis (A U Beton, Asphalt)	
Rasterfeld	Spalte: 181, Zeile: 144				
Dauerstufe D [min]	Regenspende rN [l/(s*ha)]	Q _{zu} [m³/s]	V [m³]	Q _{zu} [m³/s]	V [m³]
	T = 5 a				
5	403.3	0.025	8.32	0.038	12.49
10	266.7	0.017	10.99	0.025	16.51
15	204.4	0.013	12.61	0.019	18.96
20	167.5	0.011	13.76	0.016	20.70
30	125.6	0.008	15.44	0.012	23.24
45	93.3	0.006	17.15	0.009	25.84
60	75.3	0.005	18.4	0.007	27.75
90	55.4	0.003	20.19	0.005	30.50
120	44.6	0.003	21.55	0.004	32.63
180	32.7	0.002	23.47	0.003	35.64
240	26.3	0.002	24.93	0.002	37.99
360	19.2	0.001	26.82	0.002	41.12
540	14.1	0.001	28.83	0.001	44.59
720	11.3	0.001	30.1	0.001	46.93
1080	8.2	0.001	31.3	0.001	49.62
1440	6.6	0.000	32.19	0.001	51.86
2880	3.9	0.000	32.21	0.000	55.45
4320	2.8	0.000	28.64	0.000	53.67
5760	2.3	0.000	26.27	0.000	53.69
7200	1.9	0.000	20.93	0.000	49.23
8640	1.6	0.000	14.38	0.000	42.99
10080	1.5	0.000	12.61	0.000	43.89

Istzustand:

Das erforderliches Volumen des Versickerungsbeckens beträgt also 32 m³.

Falls eine weitere Befestigung der Fläche erfolgt: 55 m³.

Das Volumen des bestehenden Beckens beträgt bei Vollstau 106 m³.
 bzw. beim maximalen Einstau von 1,8 m 178 m³.

**Das bestehende Becken ist also im Istzustand ausreichend groß.
 Auch bei einer weiteren Verdichtung der Fläche ist das Becken noch ausreichend.
 Allerdings sind hier qualitative Änderungen des versickernden Wassers zu beachten.**

Sollten weitere Flächen angeschlossen werden, so ist das Becken ggf. neu zu dimensionieren.

Formblatt für Sickertest

Landkreis/Gemeinde/Gemarkung:
LK Zwickau / Gemeinde Bernsdorf / Hermsdorf

Flurst.-Nr./Eigentümer:
150/84 Grünland GmbH / Thomas Reinhold

Lage der Schürfgrube im Grundstück:*
Südwestliche Ecke ; 5 Lagern anbei

Schurfabmessung (Länge, Breite, Tiefe u. GOK):* wie mit Frau Gumpert vom Landratsamt besprochen
2,10 m x 2,10 m kein Schurf, sondern m.H. Kiste

Wurde Grundwasser/Hangsickerwasser/Schichtwasser ** erschlossen? Ja/nein **

In welcher Tiefe?

Schichtansprache/Profilbeschreibung gemäß EN ISO 14688 (alt: DIN 4022) (Petrographie/Lithologie, Genese, Farbe, Trennflächengefüge, Einfallen, Gefügemerkmale):

Teufe (m u. GOK)	Mächtigkeit (m)	Ansprache

Dokumentation des Sickertestes:

Versuch Nr.	V _{ges} in m ³ /l**	W _{Anf} in m ü. Sohle/ u. GOK**	W _{End} in m ü. Sohle/ u. GOK**	Absenkung in cm nach				V _{zu} ja/nein	S _{mittel}	t _s in min/cm
				15 min	30 min	45 min	60 min			
1	2,315	0,525	0,473	1,5	1,5	1,2	1,0	n	1,3	0,09
2	2,284	0,518	0,475	1,3	0,9	1,1	1,0	n	1,1	0,07
3	2,315	0,525	0,482	1,3	1,2	1,0	0,8	n	1,1	0,07

- * - ggfs. Handskizzen auf Rückseite
- ** - Zutreffendes unterstreichen
- V_{ges} - Eingefüllte Wassermenge in m^3 oder l
- W_{Anf} - Wasserstand bei Versuchsbeginn in m ü. Sohle oder unter GOK
- W_{End} - Wasserstand bei Versuchsende in m ü. Sohle oder unter GOK
- S_{mittel} - durchschnittliche Absenkung je 15 Minuten
- t_s - spezifische Absenkzeit in min/cm
- V_{zu} - Wasser nachgefüllt ja/nein

Durchlässigkeitsbeiwertermittlung:

Berechnungsgrundlage: $Q = k_f A i = v/t = \frac{L \cdot B \cdot S_{mittel}}{900 s}$

i zweckm. $1 \frac{m}{m}$ $A = A_G$ (A_G entspricht im vorliegenden Aufbau)

$k_f = Q / (A \cdot i)$

k_f -Wert: $1,28 \cdot 10^{-5}$ m/s

Wertung des Ergebnisses: Der k_f -Wert liegt im notwendigen Bereich

Für Versicherung geeignet

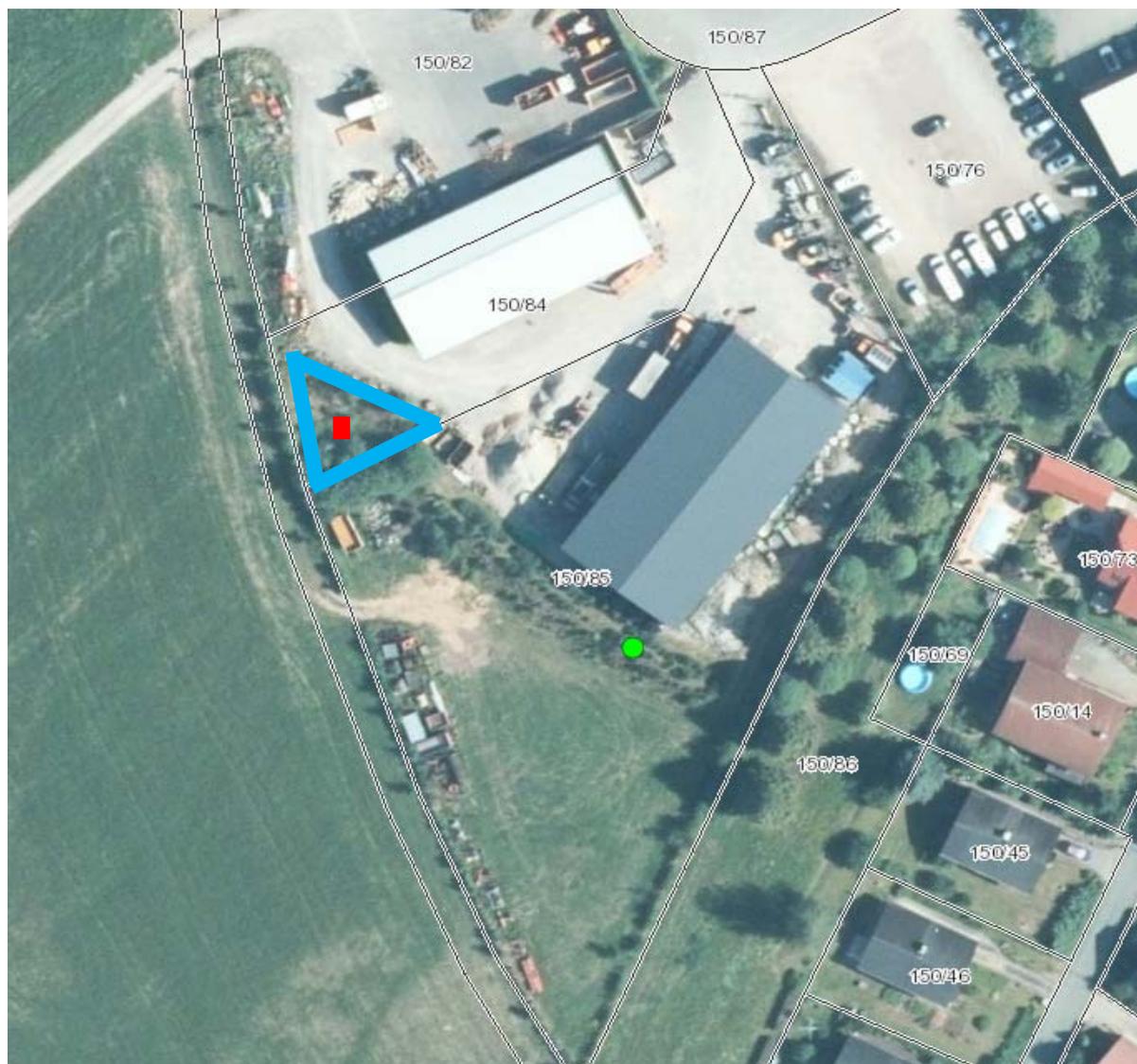
Name des Beobachters (Druckschrift): Monique Bergner

Dienststelle des Beobachters: Stoll Bauplanung GmbH & Co KG

Datum: 22.08.2024

Unterschrift: 

Lage



Quelle: iDA 22.08.2024

<https://www.umwelt.sachsen.de/umwelt/infosysteme/ida/pages/map/default>

Dargestellt: DOP, Aktualität 2021 ©Geoportal Sachsen

Flurstücke mit Nummer

Vorhandener Bohraufschluss (grüner Punkt) P....6....1991 aus
GeODin (Bohrprofil anbei)

ergänzt um: blau: Lage Versickerungsbecken

nicht georeferenziert!

rot: Lage Sickertest

nicht georeferenziert!



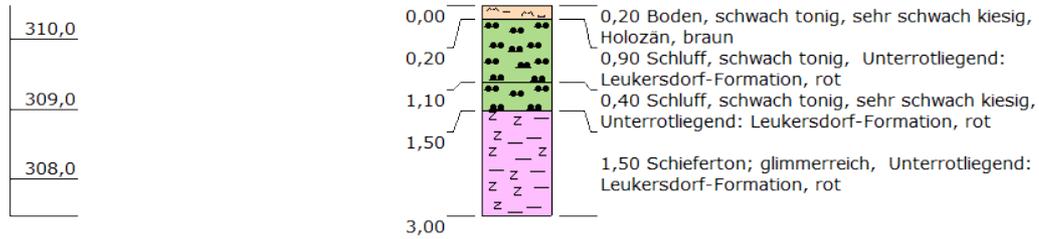
Bohrprofil

Topograph. Karte 1:25000: 5242: Stollberg(Erzgeb.)
 Aufschlussbezeichnung: P....6....1991
 Ansatzhöhe: 310,48 m NN (Normal Null)

Endteufe: 3,00 m
 RW / HW (UTM): 336605,89
 5628530,19

P....6....1991

NN (Normal Null)



Höhenmaßstab : 1:100

Blatt 1 von 1

[Erste Seite \(1\)](#) < [Vorhergehende Seite](#) [Nächste Seite](#) > [Letzte Seite \(1\)](#)

Projekt : Gewerbefläche B180

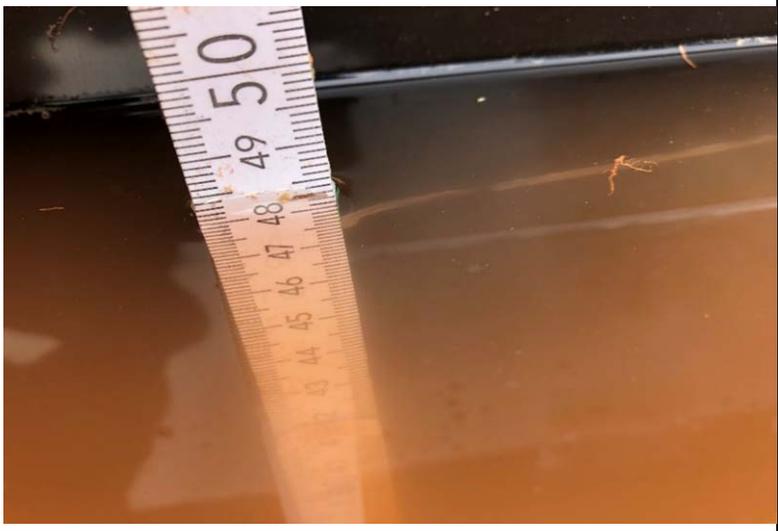
Fotodokumentation

Bild-Nr.	Datum/ Uhrzeit	Beschreibung	Bild
1	22.08.2024	Versuchsaufbau im Bestandsbecken: Kasten auf Sickerfläche, Abdichtung mit Lehmkeil	
2	22.08.2024 09:20	Zustand bei Vollfüllung	

Fotodokumentation

3	22.08.2024 09:20	Beginn Durchlauf 1: Wasserstand	
4	22.08.2024 09:35	Durchlauf 1, Ablesung 1 – Wasserstand	
5	22.08.2024 09:50	Durchlauf 1, Ablesung 2 – Wasserstand	

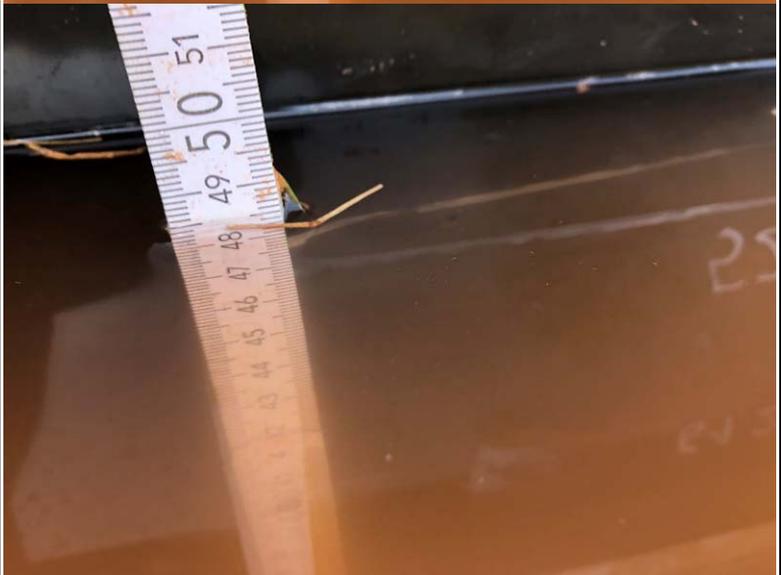
Fotodokumentation

6	22.08.2024 10:05	Durchlauf 1, Ableitung 3 – Wasserstand	
7	22.08.2024 10:20	Durchlauf 1, Ableitung 4 – Wasserstand	
8	22.08.2024 10:20	Durchlauf 1 Endzustand	

Fotodokumentation

9	22.08.2024 10:25	Zustand Beginn Durchlauf 2	
10	22.08.2024 10:25	Beginn Durchlauf 2: Wasserstand	
11	22.08.2024 10:40	Durchlauf 2, Ableseung 1 – Wasserstand	

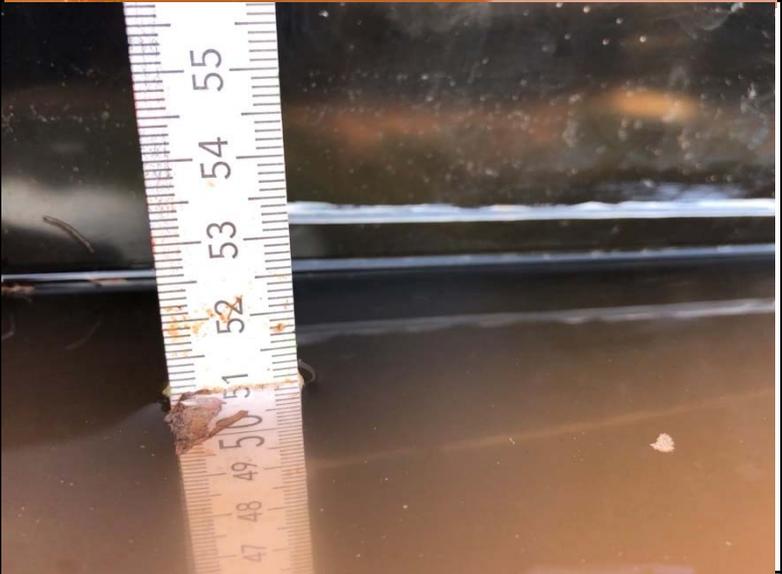
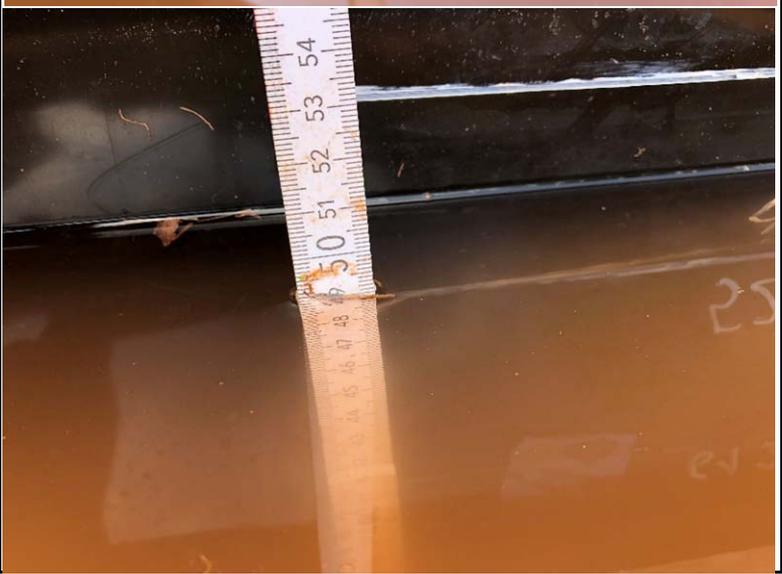
Fotodokumentation

12	22.08.2024 10:55	Durchlauf 2, Ableitung 2 – Wasserstand	
13	22.08.2024 11:10	Durchlauf 2, Ableitung 3 – Wasserstand	
14	22.08.2024 11:25	Durchlauf 2, Ableitung 4 – Wasserstand	

Fotodokumentation

15	22.08.2024 11:25	Durchlauf 2 Endzustand	
16	22.08.2024 11:30	Zustand <u>Beginn</u> <u>Durchlauf 3</u>	
17	22.08.2024 11:30	Beginn Durchlauf 3: Wasserstand	

Fotodokumentation

18	22.08.2024 11:45	Durchlauf 3, Ableitung 1 – Wasserstand	
19	22.08.2024 12:00	Durchlauf 3, Ableitung 2 – Wasserstand	
20	22.08.2024 12:15	Durchlauf 3, Ableitung 3 – Wasserstand	

Fotodokumentation

21	22.08.2024 12:30	Durchlauf 3, Ablesung 4 – Wasserstand	
22	22.08.2024 12:30	Durchlauf 3, Ablesung 4 – Endzustand	