

Antrag auf Planfeststellung der Mineralstoffdeponie Profen-Nord

**Dimensionierungsnachweis für
das Oberflächenentwässerungs-
system der Mineralstoffdeponie
Profen-Nord**

Inhalt	Seite
1 OBERFLÄCHENENTWÄSSERUNGSSYSTEM DEPONIEBEREICH	4
1.1 Ermittlung des Oberflächenabflusses.....	4
1.2 Bemessung der Regenrückhaltebecken	8
1.3 Auslegung von Pumpenkapazität und Ableitung zum Brauchwasserbecken.....	9
2 DIMENSIONIERUNG DES BRAUCHWASSERBECKENS.....	14
2.1 Ermittlung der Oberflächenabflüsse aus dem Eingangsbereich	14
2.2 Ermittlung des Speichervolumens des Brauchwasserbeckens	15
2.3 Festlegung des Speichervolumens des Brauchwasserbeckens	16
3 DIMENSIONIERUNG DER GRÄBEN.....	16
3.1 Abflüsse zu den Gräben	16
3.2 Dimensionierungsnachweis der Gräben	18
4 VERDUNSTUNGSBERECHNUNG	20
4.1 Ermittlung des Oberflächenabflusses aus dem Jahresniederschlag	20
4.2 Ermittlung des Oberflächenabflusses bei Bemessungsregen	22
4.3 Verdunstung - Brauchwasserbecken	23
4.4 Verdunstung – RRB Nord	24
4.5 Verdunstung – RRB Nordost	26
4.6 Verdunstung – RRB Südost.....	27
4.7 Verdunstung – RRB Süd.....	29
5 DIMENSIONIERUNG DES SICKERWASSERFASSUNGSSYSTEMS	31
5.1 Sickerwassermengen	31
5.1.1 Sickerwasser aus Durchsickerung des Deponiekörpers.....	31
5.1.2 Kontaminierte Oberflächenabflüsse	31
5.2 Bemessung des Sickerwasserbeckens.....	32
5.2.1 Erforderliches Volumen gemäß ATV – A 117.....	32
5.2.2 Bemessung des Sickerwasserbeckens.....	33
5.2.3 Auslegung der Pumpe und Rohrleitung	34

Anhänge

Anhang 1	Lageplan Einzugsgebiete der Regenrückhaltebecken
Anhang 2	Auszug aus KOSTRA-Atlas Deutscher Wetterdienst, Rasterfeld 53/53
Anhang 3	Wasserlaufschema
Anhang 4	Längsschnitt Nordgraben zum Sammelbecken für Oberflächenwasser
Anhang 5	Längsschnitt Nordgraben zum RRB Nord
Anhang 6	Längsschnitt Südgraben zum RRB Nordost
Anhang 7	Längsschnitt Südgraben zum RRB Südost
Anhang 8	Längsschnitt Südgraben zum RRB Süd
Anhang 9	Leitungsschema am RRB Südost
Anhang 10	Leitungsschema am RRB Süd
Anhang 11	Lageplan Sickerwasserfassungssystem

Tabellen

Tabelle 1-1:	Oberflächenabflussermittlung Mineralstoffdeponie Profen-Nord	5
Tabelle 1-2:	erforderliche Speichervolumen der Regenrückhaltebecken	7
Tabelle 1-3:	Leitungslängen und geodätische Höhenunterschiede.....	10
Tabelle 2-1:	Oberflächenabflussermittlung Eingangsbereich.....	14
Tabelle 3-1:	Oberflächenabflüsse zu den Gräben	17
Tabelle 3-2:	Grabendimensionierung gemäß ATV A118 nach dem Fließzeitverfahren.....	19
Tabelle 4-1:	Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R Brauchwasserbecken	20
Tabelle 4-2:	Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Nord	21
Tabelle 4-3:	Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Nordost	21
Tabelle 4-4:	Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Südost.....	21
Tabelle 4-5:	Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Süd.....	22
Tabelle 4-6:	Numerische Simulation für das Brauchwasserbecken	23
Tabelle 4-7:	Numerische Simulation für das RRB Nord	25
Tabelle 4-8:	Numerische Simulation für das RRB Nordost	26
Tabelle 4-9:	Numerische Simulation für das RRB Südost.....	28
Tabelle 4-10:	Numerische Simulation für das RRB Süd	29
Tabelle 5-1:	Abflussspende der offenen Einbau- und Bauflächen	32
Tabelle 5-2:	Berechnung der kontaminierten Abflüsse	33

1 Oberflächenentwässerungssystem Deponiebereich

1.1 Ermittlung des Oberflächenabflusses

– Niederschlagsspende

- Grundlage: KOSTRA - Atlas für das Gebiet Profen (Spalte 53, Zeile 53) (**Anhang 2**)
- Niederschlag zur Bemessung der Gräben: 215,3 l/(s × ha)
- Niederschlag zur Bemessung der Regenrückhaltebecken: 215,3 l/(s × ha)
- Dauer gemäß ATV - A 117: 15 min
- Häufigkeit nach ATV - A 117: 0,1/a

– Oberflächenabfluss zu den Gräben

- Ermittlung nach Einzugsflächen in der zeitlichen Abfolge der Fertigstellung der Deponieflächen gemäß ATV - A 117 (**Anhang 1**)

– Oberflächenabfluss zu den Gräben im Deponiebereich

- Minimierung der offenen Einbauflächen durch kurzfristig hergestellte Wasserhaltungsschicht mit Vegetation
- Messungen in der Betriebsstätte „Grube Siegfried“ belegen, dass bei flach geneigten Oberflächen (Neigung ca. 1 : 17) ab dem 3. Jahr nach Herstellung der Wasserhaltungsschicht inklusive Vegetation keine Oberflächenabflüsse mehr auftreten
- Festlegung der Oberflächenneigung nach ATV A117 in Verbindung mit bodenkundlicher Kartieranleitung

– Oberflächenabflussberechnung

siehe Tabelle 1-1

Tabelle 1-1: Oberflächenabflussermittlung Mineralstoffdeponie Profen-Nord

Fläche	Flächen- typ nach ATV-A 117	Befestigung	Nei- gung	Abfluss- bei-wert nach ATV- A 117	Größe	Oberflä- chenab- fluss
					m ²	m ³
1. - 6. Jahr						
Böschungs- flächen	Kulturland	stark geneigtes Gelände	1:3	0,1	26.021	50
Stationäre Zufahrten	Straße	lockerer Kiesbe- lag (Bauschutt)	1:15	0,3	8.550	50
Summe 1. - 6. Jahr						100
7. - 12. Jahr						
Böschungs- flächen	Kulturland	stark geneigtes Gelände	1:3	0,1	53.140	103
Stationäre Zufahrten	Straße	lockerer Kiesbe- lag (Bauschutt)	1:15	0,3	20.758	121
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	flach geneigtes Gelände	1:20	0,05	41.150	40
Summe 7. - 12. Jahr						264
13. - 18. Jahr						
Böschungs- flächen	Kulturland	stark geneigtes Gelände	1:3	0,1	82.476	160
Stationäre Zufahrten	Straße	lockerer Kiesbe- lag (Bauschutt)	1:15	0,3	24.332	141
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	flach geneigtes Gelände	1:20	0,05	47.783	46
Summe 13. - 18. Jahr						348
19. - 24. Jahr						
Böschungs- flächen	Kulturland	stark geneigtes Gelände	1:3	0,1	102.342	198
Stationäre Zufahrten	Straße	lockerer Kiesbe- lag (Bauschutt)	1:15	0,3	28.012	163
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	flach geneigtes Gelände	1:20	0,05	60.787	59
Summe 19. - 24. Jahr						420
25. - 30. Jahr						
Böschungs- flächen	Kulturland	stark geneigtes Gelände	1:3	0,1	158.977	308
Stationäre Zufahrten	Straße	lockerer Kiesbe- lag (Bauschutt)	1:15	0,3	54.163	315
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	flach geneigtes Gelände	1:20	0,05	101.425	98
Summe 25. - 30. Jahr						721

– **Geplantes Betriebsregime**

- Sammlung der Oberflächenabflüsse
- Abpumpen des Beckeninhaltes innerhalb von 24 h als Minimalanforderung
- Abpumpen innerhalb der Betriebszeit von 16 h
- kein permanenter Wassereinstau
- Wasserlaufschema siehe **Anhang 3**
- Ableitung der Sickerwässer im geschlossenen System über den Flächenfilter zum jeweiligen Sickerwasserpumpschacht und Abpumpen über separate Druckleitungen zum Brauchwasserbecken (**Anhang 9, Anhang 10, Anhang 11**)

– **Ermittlung der erforderlichen Speichervolumen gemäß ATV – A 117**

- Vorgaben:
 - Regenspende gemäß KOSTRA – Atlas: 215,3 l/(s x ha)
 - Drosselabflussspende: 0 l/(s x ha)
 - Dauerstufe: 15 min
 - Zuschlagsfaktor f_z : 1,15 (Risikomaß mittel)
 - Abminderungsfaktor f_A : 1,00
 - Umrechnungsfaktor von l in m³ und s in min: 0,06

- Berechnung spezifisches Speichervolumen

$$V_{su} = 215,3 \text{ l/(s x ha)} \times 15 \text{ min} \times 1,15 \times 1,0 \times 0,06$$
$$= \underline{\underline{222,84 \text{ m}^3/\text{ha}}}$$

- Berechnung der Speichervolumen der Regenrückhaltebecken:

$$V = V_{su} \times A_u$$

A_u : Summe der abflusswirksamen Oberfläche in m²

Tabelle 1-2: erforderliche Speichervolumen der Regenrückhaltebecken

Fläche	Neigung	Abflussbeiwert nach ATV-A 117	Größe	abflußwirksame Oberfläche A_u	erforderliches Speichervolumen nach ATV-A117
			m ²	m ²	m ³
anteilig aus dem Deponiebereich Brauchwasserbecken					
obere Teilböschung	1:3	0,1	19.772	1.977	
untere Teilböschung	1:3	0,1	23.061	2.306	
Stationäre Zufahrten und Bermen	1:15	0,3	15.655	4.697	
Plateaubereich 2. DS	1:20	0,05	38.798	1.940	
Summe				10.920	243
RRB Nord					
obere Teilböschung	1:3	0,1	9.479	948	
untere Teilböschung	1:3	0,1	10.873	1.087	
Stationäre Zufahrten und Bermen	1:15	0,3	8.182	2.455	
Plateaubereich 2. DS	1:20	0,05	10.972	549	
Summe				5.038	112
RRB Nordost					
obere Teilböschung	1:3	0,1	17.229	1.723	
untere Teilböschung	1:3	0,1	16.189	1.619	
Stationäre Zufahrten und Bermen	1:15	0,3	11.486	3.446	
Plateaubereich 2. DS	1:20	0,05	23.651	1.183	
Summe				7.970	178
RRB Südost					
obere Teilböschung	1:3	0,1	9.001	900	
untere Teilböschung	1:3	0,1	12.603	1.260	
Stationäre Zufahrten und Bermen	1:15	0,3	6.002	1.801	
Plateaubereich 2. DS	1:20	0,05	5.731	287	
Summe				4.248	95
RRB Süd					
obere Teilböschung	1:3	0,1	19.258	1.926	
untere Teilböschung	1:3	0,1	21.512	2.151	
Stationäre Zufahrten und Bermen	1:15	0,3	12.838	3.851	
Plateaubereich 2. DS	1:20	0,05	22.273	1.114	
Summe				9.042	201

1.2 Bemessung der Regenrückhaltebecken

– Erforderliches Speichervolumen gemäß ATV-A 117

- Brauchwasserbecken, anteilig Deponiebereich: ca. 243 m³
- Regenrückhaltebecken „Nord“: ca. 112 m³
- Regenrückhaltebecken „Nordost“: ca. 178 m³
- Regenrückhaltebecken „Südost“: ca. 95 m³
- Regenrückhaltebecken „Süd“: ca. 201 m³

– Ausführung der Becken

- gedichtete Becken
- Bestückung mit Pumpen zum Brauchwasserbecken
- Beckentiefe: ca. 1,50 m
- nutzbare Wasserlamelle: ca. 1,0 m
- Einlauftiefe des Anschlussgrabens: ca. 0,5 m

– Regenrückhaltebecken „Nord“

- gewähltes Sohlmaß: 18 m x 5 m
- gewählte Böschungsneigung: 1:1,5
- resultierendes Stapelvolumen: ca. 127 m³
- resultierendes Aushubvolumen: ca. 221 m³

– Regenrückhaltebecken „Nordost“

- gewähltes Sohlmaß: 18 m x 8 m
- gewählte Böschungsneigung: 1:1,5
- resultierendes Stapelvolumen: ca. 186 m³
- resultierendes Aushubvolumen: ca. 313 m³

– Regenrückhaltebecken „Südost“

- gewähltes Sohlmaß: 10 m x 8 m
- gewählte Böschungsneigung: 1:1,5
- resultierendes Stapelvolumen: ca. 110 m³
- resultierendes Aushubvolumen: ca. 191 m³

– **Regenrückhaltebecken „Süd“**

- gewähltes Sohlmaß: 16 m x 11 m
- gewählte Böschungsneigung: 1:1,5
- resultierendes Stapelvolumen: ca. 220 m³
- resultierendes Aushubvolumen: ca. 365 m³

Die Längsschnitte der Gräben zu den einzelnen Regenrückhaltebecken sind im **Anhang 4** bis **Anhang 8** dargestellt.

1.3 Auslegung von Pumpenkapazität und Ableitung zum Brauchwasserbecken

– **Grundlage: Zuflüsse bei Bemessungsregen gemäß Tabelle 1-2**

– **Pumpenauslegung: Abpumpen der gefassten Wässer innerhalb von 24 Stunden**

Regenrückhaltebecken „Nord“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 112 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität : ca. 4,6 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken : DN 50

Regenrückhaltebecken „Nordost“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 178 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität: ca. 7,4 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken: DN 50

Regenrückhaltebecken „Südost“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 95 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität: ca. 4,0 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken: DN 50

Regenrückhaltebecken „Süd“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 201 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität : ca. 8,4 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken : DN 50

– **Pumpenauslegung: Abpumpen der gefassten Wässer innerhalb von 16 Stunden**

Regenrückhaltebecken „Nord“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 112 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität : ca. 7,0 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken : DN 50

Regenrückhaltebecken „Nordost“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 178 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität: ca. 11,1 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken: DN 50

Regenrückhaltebecken „Südost“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 95 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität: ca. 5,9 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken: DN 50

Regenrückhaltebecken „Süd“

- Zuflussmenge bei Starkniederschlag: ca. 201 m³
- Bedarf an Pumpenkapazität : ca. 12,6 m³/h
- Gewählter Durchmesser der Druckleitung zum Brauchwasserbecken : DN 50

Für die Auswahl der Pumpen sind darüber hinaus die Längen der Ableitung sowie die zu überwindenden Höhenunterschiede maßgeblich:

Tabelle 1-3: Leitungslängen und geodätische Höhenunterschiede

Pumpe	Ablauf	Leitungslänge	Höhenunterschied
		m	m
RRB Nord	Brauchwasserbecken	787	2,0
RRB Nordost	Brauchwasserbecken	1.268	6,5
RRB Süd	Brauchwasserbecken	960	11,9
RRB Südost	RRB Süd	1.384	11,2

Auf den Nachweis der Druckrohrleitung kann verzichtet werden, weil die geplanten Volumenströme von Pumpen bewältigt werden können, die bereits herstellerseitig mit einem Druckstutzen DN 50 versehen sind. Diese Anforderungen können sowohl von druckgestuften Tauchmotorpumpen wie auch von Kreiselpumpen auf Ponton erfüllt werden.

– **Nachweis der Drosselabflussspende**

- $q_{dr, r, u} = (Q_{dr} - Q_{drV} - Q_{l24}) / A_u$ in (l/s x ha)
 Q_{dr} Drosselabfluss des RRB in l/s
 Q_{l24} Trockenwetterabfluss des direkten Einflussgebietes in l/s
 $Q_{dr, v}$ Summe der Drosselabflüsse aller oberhalb liegenden Vorentlastungen in l/s
 A_u undurchlässige Fläche gemäß Ziffer 1.1
- Q_{dr} entfällt (keine Trockenwetterabflüsse)
- Q_{l24} entfällt (keine oberhalb liegenden Vorentlastungen)

– **Ermittlung der Drosselabflussspende für Beckenentleerung innerhalb von 24 h**

- RRB „Nord“
> $Q_{dr} = 4,6 \text{ m}^3/\text{h}$ für Beckenentleerung innerhalb von 24 h
= 1,28 l/s
> $q_{dr, r, u} = 1,28 \text{ l/s} / 0,5038 \text{ ha}$
= 2,54 l/(s x ha)
> $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/(s x ha)}$
→ **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**
- RRB „Nordost“
> $Q_{dr} = 7,4 \text{ m}^3/\text{h}$ für Beckenentleerung innerhalb von 24 h
= 2,06 l/s
> $q_{dr, r, u} = 2,06 \text{ l/s} / 0,7970 \text{ ha}$
= 2,58 l/(s x ha)
> $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/(s x ha)}$
→ **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**
- RRB „Südost“
> $Q_{dr} = 4,0 \text{ m}^3/\text{h}$ für Beckenentleerung innerhalb von 24 h
= 1,11 l/s
> $q_{dr, r, u} = 1,11 \text{ l/s} / 0,4248 \text{ ha}$
= 2,61 l/(s x ha)
> $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/(s x ha)}$
→ **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**

- RRB „Süd“
 - > $Q_{dr} = 8,4 \text{ m}^3/\text{h}$ bei Beckenleerung innerhalb von 24 h
 - $= 2,33 \text{ l/s}$
 - > $q_{dr, r, u} = 2,33 \text{ l/s} / 0,9042 \text{ ha}$
 - $= \underline{2,58 \text{ l/s} \times \text{ha}}$
 - > $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/s} \times \text{ha}$
 - **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**

– **Ermittlung der Drosselabflussspende für Beckenentleerung innerhalb von 16 h**

- RRB „Nord“
 - > $Q_{dr} = 7,0 \text{ m}^3/\text{h}$ für Beckenentleerung innerhalb von 16 h
 - $= 1,94 \text{ l/s}$
 - > $q_{dr, r, u} = 1,94 \text{ l/s} / 0,5038 \text{ ha}$
 - $= \underline{3,86 \text{ l/(s} \times \text{ha)}}$
 - > $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$
 - **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**
- RRB „Nordost“
 - > $Q_{dr} = 11,1 \text{ m}^3/\text{h}$ für Beckenentleerung innerhalb von 16 h
 - $= 3,08 \text{ l/s}$
 - > $q_{dr, r, u} = 3,08 \text{ l/s} / 0,7970 \text{ ha}$
 - $= \underline{3,87 \text{ l/(s} \times \text{ha)}}$
 - > $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$
 - **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**
- RRB „Südost“
 - > $Q_{dr} = 5,9 \text{ m}^3/\text{h}$ für Beckenentleerung innerhalb von 16 h
 - $= 1,64 \text{ l/s}$
 - > $q_{dr, r, u} = 1,64 \text{ l/s} / 0,4248 \text{ ha}$
 - $= \underline{3,85 \text{ l/(s} \times \text{ha)}}$
 - > $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/(s} \times \text{ha)}$
 - **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**

- RRB „Süd“
 - > $Q_{dr} = 12,6 \text{ m}^3/\text{h}$ bei Beckenleerung innerhalb von 16 h
= 3,50 l/s
 - > $q_{dr, r, u} = 3,50 \text{ l/s} / 0,9042 \text{ ha}$
= 3,87 l/s x ha
 - > $q_{dr, r, u} \geq 2 \text{ l/s x ha}$
 - **Drosselabflussspende für RRB ist ausreichend**

Die Berechnungen zur notwendigen (Pumpbetrieb 24 h) und installierten Pumpenkapazität (Pumpbetrieb 16 h) belegen, dass die installierte Pumpenleistung in jedem Falle ausreichend ist. Bei der installierten Pumpenleistung steht eine ausreichende Kapazitätsreserve von ca. 35% zur Verfügung, die eine Zeitreserve von ca. 8 h absichert.

2 Dimensionierung des Brauchwasserbeckens

2.1 Ermittlung der Oberflächenabflüsse aus dem Eingangsbereich

- Grundlagen siehe Ziffer 1.1
- Oberflächenabflussberechnung siehe Tabelle 2-1

Tabelle 2-1: Oberflächenabflussermittlung Eingangsbereich

Flächentyp nach ATV-A 117	Befestigung	Neigung	Abfluss- beiwert nach ATV-A 117	Größe	abflusswirk- same Ober- fläche A_u	Ober- flächen- abfluss
				m ²	m ²	m ³
Eingangsbereich						
Pflasterflächen	Pflaster mit Fugen	0,5-2%	0,75	170	128	2
Dächer	Dachpappe	3-5 %	0,9	188	169	3
Parkplätze	Asphalt	0,5-2%	0,9	200	180	3
Straßen	Asphalt	0,5-2%	0,9	4.000	3.600	70
Befestigte Fläche Anlagen-technik	Asphalt	0,5-1%	0,9	3.440	3.096	60
Summe Oberflächenabflüsse Eingangsbereich					7.173	139

– Ermittlung des erforderlichen Speichervolumens gemäß ATV A117

- Vorgaben:
 - Regenspende gemäß KOSTRA – Atlas: 215,3 l/(s x ha)
 - Drosselabflussspende: 0 l/(s x ha)
 - Dauerstufe: 15 min
 - Zuschlagsfaktor f_z : 1,15 (Risikomaß mittel)
 - Abminderungsfaktor f_A : 1,00
 - Umrechnungsfaktor von l in m³ und s in min: 0,06
- Berechnung spezifisches Speichervolumen

$$V_{su} = 215,3 \text{ l/s} \times \text{ha} \times 15 \text{ min} \times 1,15 \times 1,0 \times 0,06$$

$$= \underline{\underline{222,84 \text{ m}^3/\text{ha}}}$$

- Berechnung des Speichervolumens des Brauchwasserbeckens $V = V_{SU} \times A_U$
 A_{UEIN} für Eingangsbereich gemäß Tabelle 2-1: 7.173 m² (0,7173 ha)
anteiliges Speichervolumen für Oberflächenabflüsse des Eingangsbereiches: 160 m³

2.2 Ermittlung des Speichervolumens des Brauchwasserbeckens

- Vorgaben
 - Regenspende gemäß KOSTRA – Atlas: 215,3 l/s x ha
 - Wasserbedarf der Behandlungsanlage: 1,48 l/s (entspricht 128 m³/d)
 - Dauerstufe: 15 min
 - Zuschlagsfaktor f_z : 1,15 (Risikomaß mittel)
 - Abminderungsfaktor f_A : 1,00
 - Speichervolumen RRB „Nord“: 112 m³
 - Speichervolumen RRB „Nordost“: 178 m³
 - Speichervolumen RRB „Südost“: 95 m³
 - Speichervolumen RRB „Süd“: 201 m³
 - Direktzuflüsse gemäß Tabelle 1-2: 243 m³
- Berechnung des spezifischen Speichervolumens (vgl. Ziffer 1.3)
 $V_{SU} = 222,84 \text{ m}^3/\text{ha}$
- abflusswirksame Oberflächen A_U :
 - A_{UN} abflusswirksame Oberfläche im Einzugsbereich RRB Nord
 - A_{US} abflusswirksame Oberfläche im Einzugsbereich RRB Süd
 - A_{UNE} abflusswirksame Oberfläche im Einzugsbereich RRB Nordost
 - A_{USE} abflusswirksame Oberfläche im Einzugsbereich RRB Südost
 - A_{UD} abflusswirksame Oberfläche für Direktzuflüsse zum Brauchwasserbecken
 - A_{UEIN} abflusswirksame Oberfläche im Eingangsbereich
- Berechnung des notwendigen Speichervolumens

$$\begin{aligned} V &= V_{SU} \times (A_{UN} + A_{US} + A_{UNE} + A_{USE} + A_{UD} + A_{UEIN}) \\ &= 222,84 \times (0,5038 + 0,9042 + 0,7970 + 0,4248 + 1,0920 + 0,7173) \\ &= \underline{\underline{990 \text{ m}^3}} \end{aligned}$$

2.3 Festlegung des Speichervolumens des Brauchwasserbeckens

- Kapazitätsanforderung aus Oberflächenabflüssen: 990 m³
- Tagesbedarf der Abfallbehandlungsanlage (Mindestfüllung): 128 m³
- Löschwasserreserve: 400 m³
- resultierendes Speichervolumen des Brauchwasserbeckens: 1.518 m³

3 Dimensionierung der Gräben

3.1 Abflüsse zu den Gräben

- Grundlage ATV A 117 und A 118
- Flächennachweise gemäß Anlage II/13.5; II/13.8 und II/13.9
- Niederschlagsspende gemäß KOSTRA-Atlas: 215,3 l/(s x ha)
- Niederschlagsdauer: 15 min
- Häufigkeit n: 0,1
- Geländecharakteristik:
 - Böschungen: Kulturland, Neigung 1 : 3
 - Stationäre Zufahrten: Bauschuttbefestigung, Neigung 1 : 15
 - Plateaubereiche: Kulturland, Neigung 1 : 20
- Oberflächenabflussberechnung zu den Gräben, siehe Tabelle 3-1

Tabelle 3-1: Oberflächenabflüsse zu den Gräben

Fläche	Flächentyp	Neigung	Abflussbeiwert nach ATV-A 117	Größe	Oberflächenabfluss
				m ²	m ³
Nordgraben Westteil zum Brauchwasserbecken					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	19.772	38
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	23.061	45
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbefestigte Fahrbahn	1:15	0,3	15.655	91
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	38.798	38
Summe Abflüsse zum Brauchwasserbecken					212
Nordgraben Ostteil zum RRB Nord					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	9.479	18
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	10.873	21
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbefestigte Fahrbahn	1:15	0,3	8.182	48
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	10.972	11
Summe Abflüsse zum RRB Nord					98
Südgraben Ostteil zum RRB Nordost					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	17.229	33
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	16.189	31
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbefestigte Fahrbahn	1:15	0,3	11.486	67
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	23.651	23
Summe Abflüsse zum RRB Nordost					154
Südgraben Ostteil zum RRB Südost					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	9.001	17
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	12.603	24
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbefestigte Fahrbahn	1:15	0,3	6.002	35
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	5.731	6
Summe Abflüsse zum RRB Südost					82
Südgraben Westteil zum RRB Süd					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	19.258	37
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	21.512	42
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbefestigte Fahrbahn	1:15	0,3	12.838	75
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	22.273	22
Summe Abflüsse zum RRB Süd					175
Summe Abflüsse zu den RRB					721

3.2 Dimensionierungsnachweis der Gräben

- Regelprofil der Gräben:
 - Tiefe: ca. 0,5 m
 - Sohlbreite: ca. 0,5 m
 - Seitenböschungsneigung: 1 : 1,5
 - Sohlneigung: 1 : 50 bis 1 : 360 in Anpassung an das geplante Oberflächenrelief
- Grabendichtung:
 - KDB-Dichtung (ca. 2,5 mm)
 - resultierende Rauigkeit (k-Wert): 0,1
- Größe der grabenbezogenen Einzugsgebiete:
 - Nordgraben - Westteil: ca. 9,73 ha
 - Nordgraben - Ostteil: ca. 3,95 ha
 - Südgraben – Ostteil (NE): ca. 6,86 ha
 - Südgraben – Ostteil (SE) ca. 3,33 ha
 - Südgraben - Westteil: ca. 7,59 ha
 - Summe Einzugsgebiet: ca. 31,46 ha

⇒ Anwendung des Fließzeitverfahrens (Fläche kleiner 200 ha)
- Vorgaben für Fließzeiten und Ableitungsvermögen
 - Ermittlung der gefällebezogenen Fließgeschwindigkeiten gemäß „Tabellen zur hydraulischen Bemessung von Kanälen und Leitungen aus Beton und Stahlbetonrohren“
BDB-Schriftenreihe für k-Wert: 0,1
 - Analogieschluss zu Rohrleitung DN 500 (Sohlbreite des Grabens: 0,5 m)

- Dimensionierungsnachweis

Tabelle 3-2: Grabendimensionierung gemäß ATV A118 nach dem Fließzeitverfahren

Graben	Sohl- gefälle	Fließge- schwindigkeit	Graben- länge	Fließzeit	Ableitungs- vermögen	Oberfläch- enabfluss
	1:	m/s	m	min	m³/15 min	m³/15 min
Nordgraben Westteil (Brauchwasserbecken)						
Westböschung	125	2,30	420	3,04	1294	53
Nordböschung	100	2,58	390	2,52	1451	159
Nordgraben Ostteil (RRB Nord)						
Ostböschung-Nord	150	2,09	375	2,99	1176	98
Südgraben Ostteil (RRB Nordost)						
Ostböschung-Nord	325	1,41	286	3,38	793	34
Nordböschung	360	1,34	215	2,67	754	120
Südgraben Ostteil (RRB Südost)						
Ostböschung-Süd	360	1,34	330	4,10	754	33
Südböschung	225	1,69	135	1,33	951	49
Südgraben Westteil (RRB Süd)						
Westböschung-Süd	130	3,69	472	2,13	2076	48
Südböschung	350	1,36	270	3,31	765	127

- Auslastung des Ableitungsvermögens
 - Nordgraben - Westteil: ca. 10,9 %
 - Nordgraben - Ostteil: ca. 8,3 %
 - Südgraben - Ostteil (RRB Nordost): ca. 15,9 %
 - Südgraben - Ostteil (RRB Südost): ca. 5,1 %
 - Südgraben - Westteil: ca. 16,6 %
- Fazit

Gräben sind gemäß ATV A118 ausreichend bemessen.

4 Verdunstungsberechnung

4.1 Ermittlung des Oberflächenabflusses aus dem Jahresniederschlag

Berechnungsgrößen für die Ermittlung des Oberflächenabflusses der Regenrückhaltebecken und des Brauchwasserbeckens

Berechnungsgröße		Bemerkung
Fläche des Einzugsgebietes A_E	314.565 m ²	Summe der Einzelflächen $A_{E,i}$
Flächentyp	Kulturland, schotterbefestigte Fahrbahn	
resultierender Abflussbeiwert ψ_i	0,05...0,30	
Niederschlagshöhe h_N	558 mm/a	Langjährige Mittelwerte 1981 – 2010 des DWD, Station Hohenmölsen

Grundlagen

- Minimierung der offenen Einbauflächen durch kurzfristig hergestellte Rekultivierungsschicht mit Vegetation
- Festlegung der Oberflächenneigung nach ATV-A117 in Verbindung mit bodenkundlicher Kartieranleitung

Berechnung Oberflächenabfluss Q_R mit Messwert h_N :

$$Q_R = h_N \times \psi_i \times A_{E,i} \quad \text{in m}^3/\text{a}$$

Tabelle 4-1: Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R Brauchwasserbecken

Fläche	Flächentyp	Neigung	Abflussbeiwert ψ_i [/]	Einzugsgebiet $A_{E,i}$ [m ²]	Oberflächenabfluss (aus h_N) Q_R [m ³ /a]
Nordgraben Westteil zum Brauchwasserbecken					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	19.772	1.103
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	23.061	1.287
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbefestigte Fahrbahn	1:15	0,3	15.655	2.621
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	38.798	1.082
Summe				97.286	6.093

Tabelle 4-2: Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Nord

Fläche	Flächentyp	Neigung	Abfluss- beiwert ψ_i [l]	Einzugs- gebiet $A_{E,i}$ [m^2]	Oberflächenabfluss (aus h_N) Q_R [m^3/a]
Nordgraben Ostteil zum RRB Nord					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	9.479	529
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	10.873	607
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbe- festigte Fahrbahn	1:15	0,3	8.182	1.370
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	10.972	306
Summe				39.506	2.811

Tabelle 4-3: Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Nordost

Fläche	Flächentyp	Neigung	Abfluss- beiwert ψ_i [l]	Einzugs- gebiet $A_{E,i}$ [m^2]	Oberflächenabfluss (aus h_N) Q_R [m^3/a]
Südgraben Ostteil zum RRB Nordost					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	17.229	961
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	16.189	903
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbe- festigte Fahrbahn	1:15	0,3	11.486	1.923
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	23.651	660
Summe				68.555	4.447

Tabelle 4-4: Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Südost

Fläche	Flächentyp	Neigung	Abfluss- beiwert ψ_i [l]	Einzugs- gebiet $A_{E,i}$ [m^2]	Oberflächenabfluss (aus h_N) Q_R [m^3/a]
Südgraben Ostteil zum RRB Südost					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	9.001	502
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	12.603	703
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbe- festigte Fahrbahn	1:15	0,3	6.002	1.005
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	5.731	160
Summe				33.337	2.370

Tabelle 4-5: Jährlicher Oberflächenabfluss Q_R RRB Süd

Fläche	Flächentyp	Neigung	Abfluss- beiwert ψ_i [/]	Einzugs- gebiet $A_{E,i}$ [m ²]	Oberflächenabfluss (aus h_N) Q_R [m ³ /a]
Südgraben Westteil zum RRB Süd					
obere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	19.258	1.075
untere Teilböschung	Kulturland	1:3	0,1	21.512	1.200
Stationäre Zufahrten und Bermen	schotterbe- festigte Fahrbahn	1:15	0,3	12.838	2.149
Plateaubereich 2. DS	Kulturland	1:20	0,05	22.273	621
Summe				75.881	5.045

4.2 Ermittlung des Oberflächenabflusses bei Bemessungsregen

Berechnungsgrößen für die Ermittlung des Oberflächenabflusses bei Bemessungsregen

Berechnungsgröße		Bemerkung
Regendauer D	15 min	
Regenhäufigkeit n	0,1/a	
Wiederkehrzeit T	10 a	
Bemessungsregen $r_{15; 0,1}$	215,3 l/(s x ha)	gemäß KOSTRA Atlas für das Gebiet Profen (Raster-Koordinaten: Spalte 53, Zeile 53)
Fläche des Einzugsgebietes A_E	314.565 m ²	Summe der Einzelflächen $A_{E,i}$
Flächentyp	Kulturland, schotterbefestigte Fahrbahn	
resultierender Abflussbeiwert ψ_i	0,05...0,30	

Grundlagen

Geplantes Betriebsregime:

- Sammlung der Oberflächenabflüsse des Jahresniederschlages sowie des einfachen Bemessungsregens
- Verdunstung der gesammelten Wässer
- kein permanenter Wassereinstau

Berechnung Oberflächenabfluss bei Bemessungsregen Q_{BR} : siehe Tabelle 3-1

$$Q_{BR} = A_{E,i} \times \psi_i \times r_{15; 0,1} \quad \text{in m}^3$$

4.3 Verdunstung - Brauchwasserbecken

Verdunstung

Verdunstung über offener Wasserfläche Mitteldeutschland V: 770 mm/a

Ermittlung der erforderlichen Verdunstungsfläche A_V :

$$A_V = Q / V \quad \text{in m}^2$$

mit $Q = Q_R + Q_{BR} = 6.093 \text{ m}^3 + 212 \text{ m}^3 = 6.305 \text{ m}^3$

$$A_V = \frac{6.305 \text{ m}^3}{0,770 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}} = \underline{\underline{8.188 \text{ m}^2}}$$

Aufteilung der Verdunstungsfläche:

- Verdunstungsfläche Gräben: 405 m²
- Mindestfläche Verdunstungsbecken: 7.783 m²

Verdunstungssimulation über 3 Jahre:

Tabelle 4-6: Numerische Simulation für das Brauchwasserbecken

Monat	Anteil Jahresniederschlag [%]	monatlicher Oberflächenabfluss Q_{Monat} [m ³]	Verdunstungsrate V_{Monat} [m ³ /m ²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenoberfläche [m ³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m ³]	Beckenfüllung kum. [m ³]	Einstauhöhe kum. [m]
Jan	5,56%	350	0	0,00	350	350	0,043
Feb	5,73%	362	0	0,00	362	712	0,087
Mrz	7,17%	452	0,096	788,10	-336	376	0,046
Apr	7,17%	452	0,096	788,10	-336	40	0,005
Mai	9,68%	610	0,096	788,10	-178	0	0,000
Jun	9,68%	610	0,096	788,10	-178	0	0,000
Jul	13,44%	847	0,096	788,10	59	59	0,007
Aug	10,93%	689	0,096	788,10	-99	0	0,000
Sep	8,78%	554	0,096	788,10	-234	0	0,000
Okt	5,91%	373	0,096	788,10	-415	0	0,000
Nov	8,42%	531	0	0,00	531	531	0,065
Dez	7,53%	475	0	0,00	475	1.006	0,123
Jan	5,56%	350	0	0,00	350	1.356	0,166
Feb	5,73%	362	0	0,00	362	1.717	0,210
Mrz	7,17%	452	0,096	788,10	-336	1.381	0,169
Apr	7,17%	452	0,096	788,10	-336	1.045	0,128
Mai	9,68%	610	0,096	788,10	-178	867	0,106
Jun	9,68%	610	0,096	788,10	-178	689	0,084
Jul	13,44%	847	0,096	788,10	59	749	0,091
Aug	10,93%	689	0,096	788,10	-99	650	0,079
Sep	8,78%	554	0,096	788,10	-234	415	0,051

Monat	Anteil Jahres- nieder- schlag [%]	monatlicher Oberflä- chenab- fluss Q_{Monat} [m³]	Verduns- tungsrate V_{Monat} [m³/m²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenober- fläche [m³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m³]	Becken- füllung kum. [m³]	Einstau- höhe kum. [m]
Okt	5,91%	373	0,096	788,10	-415	0	0,000
Nov	8,42%	531	0	0,00	531	531	0,065
Dez	7,53%	475	0	0,00	475	1.006	0,123
Jan	5,56%	350	0	0,00	350	1.356	0,166
Feb	5,73%	362	0	0,00	362	1.718	0,210
Mrz	7,17%	452	0,096	788,10	-336	1.382	0,169
Apr	7,17%	452	0,096	788,10	-336	1.045	0,128
Mai	9,68%	610	0,096	788,10	-178	868	0,106
Jun	9,68%	610	0,096	788,10	-178	690	0,084
Jul	13,44%	847	0,096	788,10	59	749	0,091
Aug	10,93%	689	0,096	788,10	-99	650	0,079
Sep	8,78%	554	0,096	788,10	-234	416	0,051
Okt	5,91%	373	0,096	788,10	-415	0	0,000
Nov	8,42%	531	0	0,00	531	532	0,065
Dez	7,53%	475	0	0,00	475	1.006	0,123

Die numerische Simulation nach LARCHER bestätigt die Verdunstungskapazität der Mindestfläche. Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse wird die Verdunstungsfläche im Eingangsbereich in einer Größenordnung von 7.784 m² geplant.

4.4 Verdunstung – RRB Nord

Verdunstung

Verdunstung über offener Wasserfläche Mitteldeutschland V: 770 mm/a

Ermittlung der erforderlichen Verdunstungsfläche A_V :

$$A_V = Q / V \quad \text{in m}^2$$

mit $Q = Q_R + Q_{BR} = 2.811 \text{ m}^3 + 98 \text{ m}^3 = 2.909 \text{ m}^3$

$$A_V = \frac{2.909 \text{ m}^3}{0,770 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}} = 3.778 \text{ m}^2$$

Aufteilung der Verdunstungsfläche:

- Verdunstungsfläche Gräben: 190 m²
- Mindestfläche Verdunstungsbecken: 3.588 m²

Verdunstungssimulation über 3 Jahre:

Tabelle 4-7: Numerische Simulation für das RRB Nord

Monat	Anteil Jahresniederschlag [%]	monatlicher Oberflächenabfluss Q_{Monat} [m³]	Verdunstungsrate V_{Monat} [m³/m²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenoberfläche [m³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m³]	Beckenfüllung kum. [m³]	Einstauhöhe kum. [m]
Jan	5,56%	162	0	0,00	162	162	0,043
Feb	5,73%	167	0	0,00	167	328	0,087
Mrz	7,17%	209	0,096	363,63	-155	173	0,046
Apr	7,17%	209	0,096	363,63	-155	18	0,005
Mai	9,68%	282	0,096	363,63	-82	0	0,000
Jun	9,68%	282	0,096	363,63	-82	0	0,000
Jul	13,44%	391	0,096	363,63	27	27	0,007
Aug	10,93%	318	0,096	363,63	-46	0	0,000
Sep	8,78%	255	0,096	363,63	-108	0	0,000
Okt	5,91%	172	0,096	363,63	-192	0	0,000
Nov	8,42%	245	0	0,00	245	245	0,065
Dez	7,53%	219	0	0,00	219	464	0,123
Jan	5,56%	162	0	0,00	162	626	0,166
Feb	5,73%	167	0	0,00	167	792	0,210
Mrz	7,17%	209	0,096	363,63	-155	637	0,169
Apr	7,17%	209	0,096	363,63	-155	482	0,128
Mai	9,68%	282	0,096	363,63	-82	400	0,106
Jun	9,68%	282	0,096	363,63	-82	318	0,084
Jul	13,44%	391	0,096	363,63	27	345	0,091
Aug	10,93%	318	0,096	363,63	-46	300	0,079
Sep	8,78%	255	0,096	363,63	-108	192	0,051
Okt	5,91%	172	0,096	363,63	-192	0	0,000
Nov	8,42%	245	0	0,00	245	245	0,065
Dez	7,53%	219	0	0,00	219	464	0,123
Jan	5,56%	162	0	0,00	162	626	0,166
Feb	5,73%	167	0	0,00	167	792	0,210
Mrz	7,17%	209	0,096	363,63	-155	637	0,169
Apr	7,17%	209	0,096	363,63	-155	482	0,128
Mai	9,68%	282	0,096	363,63	-82	400	0,106
Jun	9,68%	282	0,096	363,63	-82	318	0,084
Jul	13,44%	391	0,096	363,63	27	345	0,091
Aug	10,93%	318	0,096	363,63	-46	300	0,079
Sep	8,78%	255	0,096	363,63	-108	192	0,051
Okt	5,91%	172	0,096	363,63	-192	0	0,000
Nov	8,42%	245	0	0,00	245	245	0,065
Dez	7,53%	219	0	0,00	219	464	0,123

Die numerische Simulation nach LARCHER bestätigt die Verdunstungskapazität der Mindestfläche. Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse wird die Verdunstungsfläche am RRB Nord in einer Größenordnung von 4.232 m² geplant. Die Kapazitätsreserve beträgt ca. 15 %.

4.5 Verdunstung – RRB Nordost

Verdunstung

Verdunstung über offener Wasserfläche Mitteldeutschland V: 770 mm/a

Ermittlung der erforderlichen Verdunstungsfläche A_V :

$$A_V = Q / V \quad \text{in m}^2$$

$$\text{mit } Q = Q_R + Q_{BR} = 4.447 \text{ m}^3 + 154 \text{ m}^3 = 4.601 \text{ m}^3$$

$$A_V = \frac{4.602 \text{ m}^3}{0,770 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}} = \underline{\underline{5.976 \text{ m}^2}}$$

Aufteilung der Verdunstungsfläche:

- Verdunstungsfläche Gräben: 262 m²
- Mindestfläche Verdunstungsbecken: 5.714 m²

Verdunstungssimulation über 3 Jahre:

Tabelle 4-8: Numerische Simulation für das RRB Nordost

Monat	Anteil Jahresniederschlag [%]	monatlicher Oberflächenabfluss Q_{Monat} [m ³]	Verdunstungsrate V_{Monat} [m ³ /m ²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenoberfläche [m ³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m ³]	Beckenfüllung kum. [m ³]	Einstauhöhe kum. [m]
Jan	5,56%	256	0	0,00	256	256	0,043
Feb	5,73%	264	0	0,00	264	519	0,087
Mrz	7,17%	330	0,096	575,19	-245	274	0,046
Apr	7,17%	330	0,096	575,19	-245	29	0,005
Mai	9,68%	445	0,096	575,19	-130	0	0,000
Jun	9,68%	445	0,096	575,19	-130	0	0,000
Jul	13,44%	618	0,096	575,19	43	43	0,007
Aug	10,93%	503	0,096	575,19	-72	0	0,000
Sep	8,78%	404	0,096	575,19	-171	0	0,000
Okt	5,91%	272	0,096	575,19	-303	0	0,000
Nov	8,42%	388	0	0,00	388	388	0,065
Dez	7,53%	346	0	0,00	346	734	0,123
Jan	5,56%	256	0	0,00	256	989	0,166
Feb	5,73%	264	0	0,00	264	1.253	0,210
Mrz	7,17%	330	0,096	575,19	-245	1.008	0,169
Apr	7,17%	330	0,096	575,19	-245	763	0,128
Mai	9,68%	445	0,096	575,19	-130	633	0,106
Jun	9,68%	445	0,096	575,19	-130	503	0,084
Jul	13,44%	618	0,096	575,19	43	546	0,091
Aug	10,93%	503	0,096	575,19	-72	474	0,079
Sep	8,78%	404	0,096	575,19	-171	303	0,051

Monat	Anteil Jahresniederschlag [%]	monatlicher Oberflächenabfluss Q_{Monat} [m³]	Verdunstungsrate V_{Monat} [m³/m²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenoberfläche [m³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m³]	Beckenfüllung kum. [m³]	Einstauhöhe kum. [m]
Okt	5,91%	272	0,096	575,19	-303	0	0,000
Nov	8,42%	388	0	0,00	388	388	0,065
Dez	7,53%	346	0	0,00	346	734	0,123
Jan	5,56%	256	0	0,00	256	989	0,166
Feb	5,73%	264	0	0,00	264	1.253	0,210
Mrz	7,17%	330	0,096	575,19	-245	1.008	0,169
Apr	7,17%	330	0,096	575,19	-245	763	0,128
Mai	9,68%	445	0,096	575,19	-130	633	0,106
Jun	9,68%	445	0,096	575,19	-130	503	0,084
Jul	13,44%	618	0,096	575,19	43	546	0,091
Aug	10,93%	503	0,096	575,19	-72	474	0,079
Sep	8,78%	404	0,096	575,19	-171	303	0,051
Okt	5,91%	272	0,096	575,19	-303	0	0,000
Nov	8,42%	388	0	0,00	388	388	0,065
Dez	7,53%	346	0	0,00	346	734	0,123

Die numerische Simulation nach LARCHER bestätigt die Verdunstungskapazität der Mindestfläche. Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse wird die Verdunstungsfläche am RRB Nordost in einer Größenordnung von 6.243 m² geplant. Die Kapazitätsreserve beträgt ca. 8 %.

4.6 Verdunstung – RRB Südost

Verdunstung

Verdunstung über offener Wasserfläche Mitteldeutschland V: 770 mm/a

Ermittlung der erforderlichen Verdunstungsfläche A_v :

$$A_v = Q / V \quad \text{in m}^2$$

mit $Q = Q_R + Q_{BR} = 2.370 \text{ m}^3 + 82 \text{ m}^3 = 2.452 \text{ m}^3$

$$A_v = \frac{2.452 \text{ m}^3}{0,770 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}} = \underline{\underline{3.185 \text{ m}^2}}$$

Aufteilung der Verdunstungsfläche:

- Verdunstungsfläche Gräben: 172 m²
- Mindestfläche Verdunstungsbecken: 3.013 m²

Verdunstungssimulation über 3 Jahre:

Tabelle 4-9: Numerische Simulation für das RRB Südost

Monat	Anteil Jahresniederschlag [%]	monatlicher Oberflächenabfluss Q_{Monat} [m³]	Verdunstungsrate V_{Monat} [m³/m²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenoberfläche [m³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m³]	Beckenfüllung kum. [m³]	Einstauhöhe kum. [m]
Jan	5,56%	136	0	0,00	136	136	0,043
Feb	5,73%	141	0	0,00	141	277	0,087
Mrz	7,17%	176	0,096	306,56	-131	146	0,046
Apr	7,17%	176	0,096	306,56	-131	15	0,005
Mai	9,68%	237	0,096	306,56	-69	0	0,000
Jun	9,68%	237	0,096	306,56	-69	0	0,000
Jul	13,44%	330	0,096	306,56	23	23	0,007
Aug	10,93%	268	0,096	306,56	-39	0	0,000
Sep	8,78%	215	0,096	306,56	-91	0	0,000
Okt	5,91%	145	0,096	306,56	-162	0	0,000
Nov	8,42%	207	0	0,00	207	207	0,065
Dez	7,53%	185	0	0,00	185	391	0,123
Jan	5,56%	136	0	0,00	136	527	0,166
Feb	5,73%	141	0	0,00	141	668	0,210
Mrz	7,17%	176	0,096	306,56	-131	537	0,169
Apr	7,17%	176	0,096	306,56	-131	406	0,128
Mai	9,68%	237	0,096	306,56	-69	337	0,106
Jun	9,68%	237	0,096	306,56	-69	268	0,084
Jul	13,44%	330	0,096	306,56	23	291	0,091
Aug	10,93%	268	0,096	306,56	-39	252	0,079
Sep	8,78%	215	0,096	306,56	-91	161	0,051
Okt	5,91%	145	0,096	306,56	-162	0	0,000
Nov	8,42%	207	0	0,00	207	207	0,065
Dez	7,53%	185	0	0,00	185	391	0,123
Jan	5,56%	136	0	0,00	136	527	0,166
Feb	5,73%	141	0	0,00	141	668	0,210
Mrz	7,17%	176	0,096	306,56	-131	537	0,169
Apr	7,17%	176	0,096	306,56	-131	406	0,128
Mai	9,68%	237	0,096	306,56	-69	337	0,106
Jun	9,68%	237	0,096	306,56	-69	268	0,084
Jul	13,44%	330	0,096	306,56	23	291	0,091
Aug	10,93%	268	0,096	306,56	-39	252	0,079
Sep	8,78%	215	0,096	306,56	-91	161	0,051
Okt	5,91%	145	0,096	306,56	-162	0	0,000
Nov	8,42%	207	0	0,00	207	207	0,065
Dez	7,53%	185	0	0,00	185	391	0,123

Die numerische Simulation nach LARCHER bestätigt die Verdunstungskapazität der Mindestfläche. Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse wird die Verdunstungsfläche am RRB Südost in einer Größenordnung von 3.397 m² geplant. Die Kapazitätsreserve beträgt ca. 11 %.

4.7 Verdunstung – RRB Süd

Verdunstung

Verdunstung über offener Wasserfläche Mitteldeutschland V: 770 mm/a

Ermittlung der erforderlichen Verdunstungsfläche A_V :

$$A_V = Q / V \quad \text{in m}^2$$

mit $Q = Q_R + Q_{BR} = 5.045 \text{ m}^3 + 175 \text{ m}^3 = 5.220 \text{ m}^3$

$$A_V = \frac{5.220 \text{ m}^3}{0,770 \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2}} = \underline{\underline{6.780 \text{ m}^2}}$$

Aufteilung der Verdunstungsfläche:

- Verdunstungsfläche Gräben: 435 m²
- Mindestfläche Verdunstungsbecken: 6.345 m²

Verdunstungssimulation über 3 Jahre:

Tabelle 4-10: Numerische Simulation für das RRB Süd

Monat	Anteil Jahresniederschlag [%]	monatlicher Oberflächenabfluss Q_{Monat} [m ³]	Verdunstungsrate V_{Monat} [m ³ /m ²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenoberfläche [m ³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m ³]	Beckenfüllung kum. [m ³]	Einstauhöhe kum. [m]
Jan	5,56%	290	0	0,00	290	290	0,043
Feb	5,73%	299	0	0,00	299	589	0,087
Mrz	7,17%	374	0,096	652,58	-278	311	0,046
Apr	7,17%	374	0,096	652,58	-278	33	0,005
Mai	9,68%	505	0,096	652,58	-147	0	0,000
Jun	9,68%	505	0,096	652,58	-147	0	0,000
Jul	13,44%	702	0,096	652,58	49	49	0,007
Aug	10,93%	571	0,096	652,58	-82	0	0,000
Sep	8,78%	458	0,096	652,58	-194	0	0,000
Okt	5,91%	309	0,096	652,58	-344	0	0,000
Nov	8,42%	440	0	0,00	440	440	0,065
Dez	7,53%	393	0	0,00	393	833	0,123
Jan	5,56%	290	0	0,00	290	1.123	0,166
Feb	5,73%	299	0	0,00	299	1.422	0,210
Mrz	7,17%	374	0,096	652,58	-278	1.144	0,169
Apr	7,17%	374	0,096	652,58	-278	865	0,128
Mai	9,68%	505	0,096	652,58	-147	718	0,106
Jun	9,68%	505	0,096	652,58	-147	570	0,084
Jul	13,44%	702	0,096	652,58	49	619	0,091
Aug	10,93%	571	0,096	652,58	-82	537	0,079
Sep	8,78%	458	0,096	652,58	-194	343	0,051

Monat	Anteil Jahresniederschlag [%]	monatlicher Oberflächenabfluss Q_{Monat} [m³]	Verdunstungsrate V_{Monat} [m³/m²]	Verdunstung V_{Monat} über Beckenoberfläche [m³]	Differenz $Q_{\text{Monat}} - V_{\text{Monat}}$ [m³]	Beckenfüllung kum. [m³]	Einstauhöhe kum. [m]
Okt	5,91%	309	0,096	652,58	-344	0	0,000
Nov	8,42%	440	0	0,00	440	440	0,065
Dez	7,53%	393	0	0,00	393	833	0,123
Jan	5,56%	290	0	0,00	290	1.123	0,166
Feb	5,73%	299	0	0,00	299	1.422	0,210
Mrz	7,17%	374	0,096	652,58	-278	1.144	0,169
Apr	7,17%	374	0,096	652,58	-278	865	0,128
Mai	9,68%	505	0,096	652,58	-147	718	0,106
Jun	9,68%	505	0,096	652,58	-147	570	0,084
Jul	13,44%	702	0,096	652,58	49	619	0,091
Aug	10,93%	571	0,096	652,58	-82	537	0,079
Sep	8,78%	458	0,096	652,58	-194	343	0,051
Okt	5,91%	309	0,096	652,58	-344	0	0,000
Nov	8,42%	440	0	0,00	440	440	0,065
Dez	7,53%	393	0	0,00	393	833	0,123

Die numerische Simulation nach LARCHER bestätigt die Verdunstungskapazität der Mindestfläche. Unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse wird die Verdunstungsfläche am RRB Süd in einer Größenordnung von 6.729 m² geplant. Die Kapazitätsreserve beträgt ca. 5,7 %.

5 Dimensionierung des Sickerwasserfassungssystems

5.1 Sickerwassermengen

5.1.1 Sickerwasser aus Durchsickerung des Deponiekörpers

- Einbau von Abfällen mit hohem Adsorptionsvermögen
- Herstellung der Schutzschicht aus behandelten Aschen und Gießereialsanden direkt über der Drainageschicht
- Aufbau des Deponiekörpers in 2 Deponiescheiben mit jeweils 10 m Mächtigkeit
- Ergebnisse aus dem Betrieb des Versuchsfeldes am Standort Profen-Nord belegen, dass nahezu kein Sickerwasser entsteht (vgl. Anlage I/6.8.2) → Sickerwasser aus der Durchsickerung des Deponiekörpers ist somit nicht relevant für die Dimensionierung des Sickerwasserfassungssystems

5.1.2 Kontaminierte Oberflächenabflüsse

- Abflussfläche ist die nicht abgedeckte, offene Böschung der 1. Deponiescheibe sowie die offenen Bauflächen der Tondichtung
- Abflüsse gelangen über die Drainageschicht am Deponierand in das Sickerwasserfassungssystem
- Maßgebend ist der Bemessungsregen nach ATV – A 117

- Berechnung der Abflussspende:

Tabelle 5-1: Abflussspende der offenen Einbau- und Bauflächen

Fläche	Flächentyp nach ATV-A 117	Neigung	Abflussbeiwert nach ATV-A 117	Größe	Oberflächenabfluss	Bemerkung
				m ²	m ³	
Aktive Böschungen						
untere Teilböschung	lehmgiger Sand	1:3	0,4	17.748	138	Anfangsstellung
untere Teilböschung	lehmgiger Sand	1:3	0,4	9.600	74	1.- 6. Jahr
untere Teilböschung	lehmgiger Sand	1:3	0,4	7.140	55	7.- 12. Jahr
untere Teilböschung	lehmgiger Sand	1:3	0,4	6.240	48	13.-18. Jahr
untere Teilböschung	lehmgiger Sand	1:3	0,4	5.880	46	19.- 24. Jahr
untere Teilböschung	lehmgiger Sand	1:3	0,4	5.880	46	25.- 30. Jahr
Baubereiche						
Tondichtung	gedichtete Fläche	1:50	1,0	1.000	19	Tondichtung
Tondichtung	gedichtete Fläche	1:50	1,0	2.000	39	Tondichtung

- Max. Abflussmenge $V_{\text{kont. max}} = 138 \text{ m}^3 + 39 \text{ m}^3 = \underline{177 \text{ m}^3}$

5.2 Bemessung des Sickerwasserbeckens

5.2.1 Erforderliches Volumen gemäß ATV – A 117

- Maximale offene Fläche für Sickerwasserneubildung gemäß Tabelle 5-1: 17.748 m²
- Spezifisches Speichervolumen gemäß Kapitel 1.1: $V_{\text{su}} = 222,84 \text{ m}^3/\text{ha}$
- Berechnung des Speichervolumens des Sickerwasserbeckens:

$$V = V_{\text{su}} \times A_{\text{U}}$$

A_{U} Summe der abflusswirksamen Oberflächen

Berechnung der kontaminierten Abflüsse zum Sickerwasserbecken:

Tabelle 5-2: Berechnung der kontaminierten Abflüsse

Fläche	Flächentyp nach ATV-A 117	Neigung	Abflussbei- wert nach ATV-A 117	Größe	Abfluss- wirksame Fläche	Erforderliches Speicher- volumen nach ATV-A 117
				m ²	m ²	m ³
untere Teil- böschung	lehmgiger Sand	1:3	0,4	17.748	7.099	158
Tondichtung	gedichtete Fläche	1:50	1,0	2.000	2.000	45
Summe					9.099	203

5.2.2 Bemessung des Sickerwasserbeckens

- Maximaler Zufluss durch Starkniederschlag: 177 m³
- Erforderlicher Speicherraum nach ATV – A 117: 203 m³
- Ausführung des Beckens:
 - Gedichtetes Becken
 - Bestückung mit Pumpe zur Leerung
 - Überlauf zum Brauchwasserbecken
 - Beckentiefe: ca. 1,80 m
 - Nutzbare Wasserlamelle: ca. 1,0 m
 - Einlauftiefe der Anschlussleitung: ca. 0,8 m
 - Gewähltes Sohlmaß: 21 m x 10 m
 - Gewählte Böschungsneigung: 1 : 1,5
 - Resultierendes Stapelvolumen: ca. 259 m³
 - Resultierende Kapazitätsreserve: ca. 21%

5.2.3 Auslegung der Pumpe und Rohrleitung

- Bedarf der Abfallbehandlungsanlage: 32.000 m³/a
- Zeitraum: 250 d/a
- Max. Wasserbedarf pro Tag: ca. 128 m³/d
- Leerungszeit des Beckens bei vollständiger Füllung: 2 d
- Resultierende Pumpzeit bei Anlagenbetrieb: 29 h
- Pumpenkapazität

$$P = V / t$$

$$P = 203 \text{ m}^3 / 29 \text{ h} = 7,0 \text{ m}^3/\text{h}$$

- Ermittlung der Drosselabflussspende

$$\begin{aligned} > Q_{\text{dr}} &= 7,0 \text{ m}^3/\text{h} \text{ für Beckenentleerung innerhalb von 32 h} \\ &= 1,94 \text{ l/s} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} > q_{\text{dr, r, u}} &= 1,94 \text{ l/s} / 0,9099 \text{ ha} \\ &= \underline{2,15 \text{ l/(s x ha)}} \end{aligned}$$

$$> q_{\text{dr, r, u}} \geq 2 \text{ l/(s x ha)}$$

→ **Drosselabflussspende für Sickerwasserbecken ist ausreichend**

→ **Ableitung DN 50**