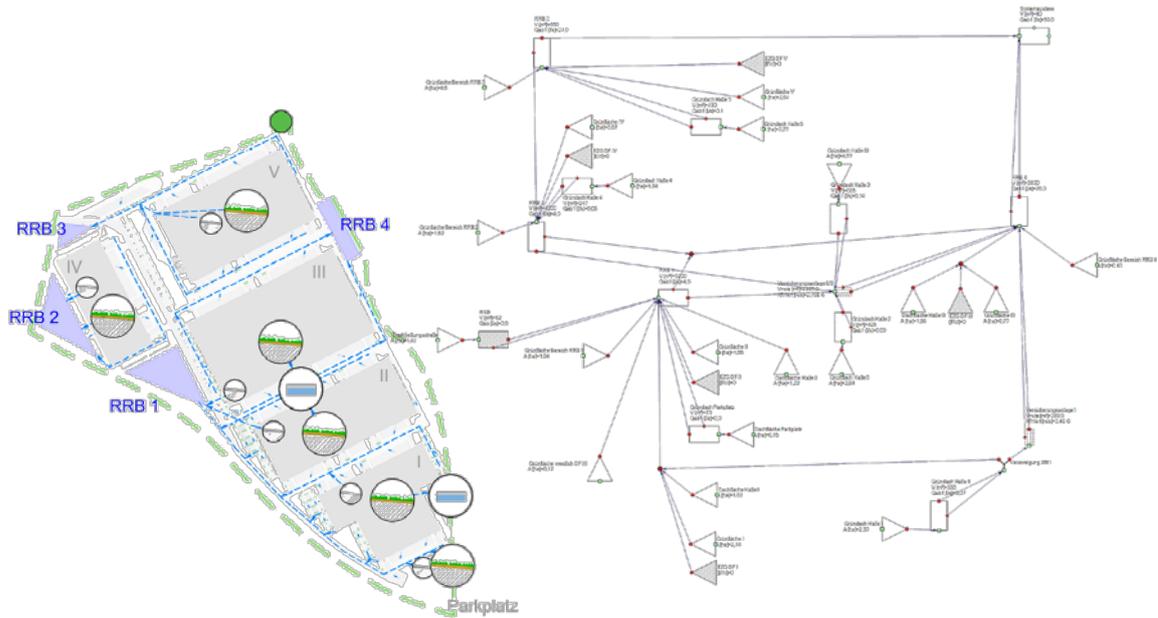


Variantenuntersuchung zum Regenwassermanagement Airportpark 2 - Schkopau

Erläuterungsbericht



Auftraggeber:

Leipzig, den



ICL Ingenieur Consult GmbH

Diezmannstraße 5
04207 Leipzig

Auftragnehmer:

Leipzig, den 10.09.2022



**IWS - Institut für Wasserbau und
Siedlungswasserwirtschaft GmbH**

Prof. Dr.-Ing. Hubertus Milke

Lausener Dorfplatz 7A
04207 Leipzig

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
Abkürzungsverzeichnis	7
Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen	7
Anlagenverzeichnis	8
Bearbeitungsgrundlagen	9
1 Veranlassung	10
2 Langzeitkontinuumssimulation (Lzks)	11
2.1 Verwendete Software	11
2.2 Grundlagen	11
2.2.1 Einzugsgebiete und Flächen	11
2.2.2 Teileinzugsgebiet Reide	13
2.2.3 Niederschlagsbelastung	14
2.2.4 Modelltechnische Umsetzung und Annahmen	14
2.2.5 Abflussparameter	15
3 Variantenbetrachtung	16
3.1 Variante 1 – Harddach, ohne Blaue-Grüne Infrastruktur	16
3.1.1 V1 - Ergebnis RRB	18
3.1.2 V1 - Ergebnis Rigolen	19
3.1.3 V1 - Ergebnis Wasserbilanz	19
3.2 Variante 2 – Gründach 70 %	21
3.2.1 V2 - Ergebnis RRB	24
3.2.2 V2 - Ergebnis Rigolen	25
3.2.3 V2 - Ergebnis Wasserbilanz	25
3.3 Variante 3 – Grünflächenkaskaden 50 %	27
3.3.1 V3 - Ergebnis RRB	29
3.3.2 V3 - Ergebnis Rigolen	30
3.3.3 V3 - Ergebnis Wasserbilanz	30
3.4 Variante 4 – Zisternen, als Ersatz für Gründächer	32
3.4.1 V4 - Ergebnis RRB	34
3.4.2 V4 - Ergebnis Zisternen	35

3.4.3	V4 - Ergebnis Rigolen	35
3.4.4	V4 - Ergebnis Wasserbilanz.....	36
3.5	Variante 5 – Blau-Grünes RW-Management.....	37
3.5.1	V5 - Ergebnis RRB.....	39
3.5.2	V5 - Ergebnis Rigolen	40
3.5.3	V5 - Ergebnis Wasserbilanz.....	40
3.6	Variante 6 – Blau-Grünes RW-Management - Abflusslos	41
3.6.1	V6 - Ergebnis RRB.....	44
3.6.2	V6 - Ergebnis Rigolen	46
3.6.3	V6 - Ergebnis Wasserbilanz.....	46
4	Zusammenfassung	48

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1-1:	Untersuchungsgebiet.....	10
Abb. 2-1:	Einzugsgebiete [G]	12
Abb. 2-2:	Versickerungsfähigkeit des Bodens [L].....	15
Abb. 3-1:	V1 - Drossel und Überlauf	17
Abb. 3-2:	V1 - Systemgrafik	18
Abb. 3-3:	V1 - Statistische Auswertung RRB 1	19
Abb. 3-4:	Aufbau Gründach FKD25	21
Abb. 3-5:	Systemschnitt Solargründach Optigrün-Solar FKD [N].....	21
Abb. 3-6:	V2 – Gründach	22
Abb. 3-7:	V2 - Drossel und Überlauf	23
Abb. 3-8:	V2 - Systemgrafik	24
Abb. 3-9:	V2 - Statistische Auswertung RRB 1	25
Abb. 3-10:	V3 - Drossel und Überlauf	28
Abb. 3-11:	V3 - Systemgrafik	29
Abb. 3-12:	V3 - Statistische Auswertung RRB 1	30
Abb. 3-13:	V4 - Drossel und Überlauf	33
Abb. 3-14:	V4 - Systemgrafik	34
Abb. 3-15:	V4 - Statistische Auswertung RRB 1	35
Abb. 3-16:	V5 - Drossel und Überlauf	38
Abb. 3-17:	V5 - Systemgrafik	39
Abb. 3-18:	V5 - Statistische Auswertung RRB 1-3.....	40
Abb. 3-16:	V5 - Drossel und Überlauf	43
Abb. 3-17:	V6 - Systemgrafik	44
Abb. 3-18:	V6 - Statistische Auswertung RRB 4 (T=30a).....	45
Abb. 3-18:	V6 - Statistische Auswertung RRB 1-3 (T=30a)	45
Abb. 4-1:	erforderliches techn. Volumen – ohne Geländemulden.....	49
Abb. 4-2:	Wasserbilanz der Varianten	49
Abb. 4-3:	Zeitlicher Verlauf der Varianten	50

Tabellenverzeichnis

Tab. 2-1:	Eingangsgrößen Flächen Einzugsgebiete	11
Tab. 2-2:	Eingangsgrößen Sonstige Flächen.....	12
Tab. 2-3:	Speichervolumen RRB	13
Tab. 2-4:	Teileinzugsgebiet Reide	13
Tab. 2-5:	Statistik Regenreihe	14
Tab. 2-6:	Parametersätze der befestigten Flächen.....	15
Tab. 2-7:	Parametersätze der unbefestigten Flächen.....	15
Tab. 3-1:	V1 - Drossel und Überlauf	17
Tab. 3-2:	V1 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)	18
Tab. 3-3:	V1 - Häufigkeit Rigolen (Menge)	19
Tab. 3-4:	V1 – Ergebnisse Wasserbilanz.....	20
Tab. 3-5:	V2 - Drossel und Überlauf	23
Tab. 3-6:	V2 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)	24
Tab. 3-7:	V2 - Häufigkeit Rigolen (Menge)	25
Tab. 3-8:	V2 – Ergebnisse Wasserbilanz.....	25
Tab. 3-9:	V3 - Drossel und Überlauf	28
Tab. 3-10:	V3 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)	29
Tab. 3-11:	V3 - Häufigkeit Rigolen (Menge)	30
Tab. 3-12:	V3 – Ergebnisse Wasserbilanz.....	31
Tab. 3-13:	V4 - Drossel und Überlauf	33
Tab. 3-14:	V4 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)	34
Tab. 3-15:	V4 - Häufigkeit Zisternen (Menge).....	35
Tab. 3-16:	V4 - Häufigkeit Rigolen (Menge)	35
Tab. 3-17:	V4 – Ergebnisse Wasserbilanz.....	36
Tab. 3-18:	V5 - Drossel und Überlauf	38
Tab. 3-19:	V5 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)	39
Tab. 3-20:	V5 - Häufigkeit Rigolen (Menge)	40
Tab. 3-21:	V5 – Ergebnisse Wasserbilanz.....	41
Tab. 3-18:	V5 - Drossel und Überlauf	43
Tab. 3-19:	V5 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge) Auswertung für T=30a	44
Tab. 3-20:	V6 - Häufigkeit Rigolen (Menge)	46
Tab. 3-21:	V6 – Ergebnisse Wasserbilanz.....	47
Tab. 4-1:	Zusammenfassung Regenrückhaltebecken (Menge)	48
Tab. 4-2:	Zusammenfassung Rigolen (Menge).....	48

Abkürzungsverzeichnis

Zeichen	Beschreibung
DF	Dachfläche
DWD	Deutscher Wetterdienst
EZG	Einzugsgebiet
KOSIM	KOntinuierliches-Langzeit-SImulationsModell
RRB	Regenrückhaltebecken

Verzeichnis der verwendeten Formelzeichen

Formelzeichen Beschreibung

A_E	Einzugsgebietsfläche
ET_A	Verdunstung
G_{WN}	Versickerung
k_f	Durchlässigkeitsbeiwert
$P_{si,0}$	Anfangsabflussbeiwert
$P_{si,e}$	Endabflussbeiwert
n	Häufigkeit (1/a)
n_{erf}	erforderliche Häufigkeit
n_{ue}	Anzahl Überlaufereignisse
$n_{ue,d}$	Kalendertage mit Überlauf
n_{vorh}	vorhandene Häufigkeit
T	Wiederkehrzeit
T_{ein}	Einstaudauer
T_{ue}	Überlaufdauer
V	Volumen
V_{ben}	Benetzungsverlust
V_{erf}	erforderliches Volumen
V_{erd}	Verdunstung
V_{muld}	Muldenverlust
V_{QR}	Regenabflussvolumen
V_{vorh}	vorhandenes Volumen

Anlagenverzeichnis

Anlage 1 KOSIM-Ergebnisbericht

- 1.1 Variante_1_Harddach_RRB_KL.pdf
- 1.2 Variante_2_Gründach_RRB_KL.pdf
- 1.3 Variante_3_Grünflächenkaskade_RRB_KL.pdf
- 1.4 Variante_4_Zisterne_RRB_KL.pdf
- 1.5 Variante_5_Gründach_GF_Berechnung_RRB_KL.pdf

Bearbeitungsgrundlagen

- [A] **BFS:** Gemeinde Schkopau OT Ermlitz, Bebauungsplan Nr. 3/18 „Airportpark 2“, Büro für Stadtplanung GbR, vom 07.1.2022
- [B] **DWA-A 100:** Leitlinien der integralen Siedlungsentwässerung (ISiE), Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Dezember 2006
- [C] **DWA-A 102-2 / BWK-A 3-2:** Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 2: Emissionsbezogene Bewertungen und Regelungen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Dezember 10/2021
- [D] **DWA-A 102-4 / BWK-M 3-4:** Grundsätze zur Bewirtschaftung und Behandlung von Regenwetterabflüssen zur Einleitung in Oberflächengewässer – Teil 4: Wasserhaushaltsbilanz für die Bewirtschaftung des Niederschlagswassers, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Gelbdruck, Dezember 2020
- [E] **DWA-A 110:** Hydraulische Dimensionierung und Leistungsnachweis von Abwasserleitungen und –kanälen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef, Dezember 2006
- [F] **ICL:** 2022-05-30_LP Planung.dwg
- [G] **ICL:** Einteilung Rückhaltevolumen der Einzugsgebiete, „2022-06-20_Einteilung Rückhaltevolumen der Einzugsgebieten für IWS.xlsx“
- [H] **ICL:** Lageplan Einzugsgebiete „2022-06-21_LP Neu-Einzugsgebiete.pdf“ vom 20.12.2021
- [I] **ICL:** Speichervolumen der Rückhaltebecken, E-Mail vom 22.06.2022
- [J] **KliWES:** Wasserhaushaltsportal Sachsen, KliWES 2.0, <http://www.whh-kliwes.de/mapview>, Abgerufen am 18.07.2022
- [K] **IWS:** Angebot BPL Airportpark_2 Schkopau, Regenwassermanagement vom 22.06.2022
- [L] **KLEIN:** Geotechnische Erkundung, Bestimmung Sickerfähigkeit/ki-Wert Airportpark 2 Schkopau, „bga_22-05-085_StN_VS_Airportpark2.pdf“, Baugrundbüro Klein GmbH, vom 09.06.2022
- [M] **ITWH:** KOSIM 7.7.5 Modellbeschreibung
- [N] **OPTIGRÜN:** Dachbegrünungssystem SOLARGRÜNDACH Solar FKD, <https://www.optigruen.de/systemloesungen/solargruendach/solar-fkd/>, Abgerufen am 18.07.2022
- [O] **WESSLING:** Geotechnische Stellungnahme und Beurteilung der Bebaubarkeit VGP Park Leipzig Flughafen „210428_Wessling_geotechnische Stellungnahme_GERLFH.pdf“, Wessling GmbH, vom 28.04.2021

1 Veranlassung

Die ICL Ingenieur Consult GmbH wurde mit der Planung des Regenwassermanagements im Airportpark 2 in Schkopau beauftragt. Auf einer Flächengröße von ca. 45 ha ist der Neubau eines Logistikparks, bestehend aus fünf Hallen vorgesehen. Das Betrachtungsgebiet befindet sich in der Gemeinde Schkopau (Flur 1, Gemarkung Ermlitz) in Sachsen-Anhalt, unweit der AS Großkugel der Bundesautobahn 9.



© GeoBasis-DE / LVermGeo 2022

Abb. 1-1: Untersuchungsgebiet

Von Seiten der IWS – Institut für Wasserbau und Siedlungswasserwirtschaft GmbH (IWS) wurde dafür eine Variantenuntersuchung durchgeführt, deren Zielpunkt eine gesicherte RW-Bewirtschaftung im Airportpark 2, unter Einhaltung des natürlichen Wasserhaushalts nach den Regelwerken DWA-A 100 und DWA-M102-4 ist. Dabei sollen Kombinationen aus der Reduzierung des anfallenden Niederschlagswassers (z.B. Gründächer), Retention (RRB, Rigolen, Zisternen), Wassernutzung und Versickerung sowie gedrosselter Abgabe in die Vorflut untersucht werden. Die Bearbeitung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur (HTWK) in Leipzig.

DWA-A 100 Leitlinien der **integralen Siedlungsentwässerung (ISiE)** „Übergeordnete Zielsetzung der integralen Siedlungsentwässerung muss es sein, die Veränderungen des **natürlichen Wasserhaushaltes** durch Siedlungsaktivitäten in mengenmäßiger und stofflicher Hinsicht so gering zu halten, wie es technisch, ökologisch und wirtschaftlich vertretbar ist.“

DWA-M 102-4 **Zielgröße lokaler Wasserhaushalt Bewirtschaftung** „Die langjährigen Mittel der Wasserbilanzgrößen Direktabfluss, Grundwasserneubildung und Verdunstung sollen im bebauten Zustand denen des unbebauten Referenzzustandes **so weit wie möglich** angenähert werden.“

2 Langzeitkontinuumssimulation (Lzks)

2.1 Verwendete Software

Für die Langzeitkontinuumssimulation wurde mit KOSIM Version 7.7.5, ein Softwareangebot der itwh GmbH verwendet. Das Programm berechnet Abflüsse und Schmutzfrachten mittels kontinuierlicher Simulation zum Nachweis bzw. zur Bemessung von Regenwasserbewirtschaftungsanlagen der Stadtentwässerung.

Im ersten Schritt wird ein Ersatzsystem auf der Grundlage eines detaillierten hydronumerischen Berechnungsmodells erzeugt. Dies besteht im Wesentlichen aus Gebieten mit Flächenangaben, Transportsammlern und den Regenwasserbewirtschaftungsanlagen.

Im zweiten Schritt werden die erforderlichen Nachweise mit Hilfe einer 30-jährigen Niederschlagsreihe geführt. Dabei werden sowohl die Regen als auch die Trockenphasen mit modelliert.

2.2 Grundlagen

2.2.1 Einzugsgebiete und Flächen

Als Grundlage für die vorliegenden Berechnungen dienten die von der Fa. ICL übergebenen Flächen der Einzugsgebiete sowie Volumina der Rückhaltebecken [G][H]. Das Gebiet des Airportparks 2 in Schkopau wird in fünf Einzugsgebiete unterteilt, auf deren Areal jeweils eine Halle (DF I-V) vorgesehen ist. Bei einer Gesamtfläche von 45,13 ha, entfallen 21,19 ha auf Dachflächen, 12,26 ha auf Verkehrsflächen und 11,68 ha auf Grünflächen.

Tab. 2-1: Eingangsgrößen Flächen Einzugsgebiete

Nr.	Flächen		EZG I A _E [ha]	EZG II A _E [ha]	EZG III A _E [ha]	EZG IV A _E [ha]	EZG V A _E [ha]
1	Dachflächen	Halle	0,22/3,39	4,05	6,52	2,35	4,67
2	Verkehrsflächen	Nebenstraßen	0,20	0,70	1,40	0,35	1,73
		Stellplatz	1,19	0,61	1,50	0,49	1,70
		Radweg	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00
		Gehweg	0,12	0,06	0,05	0,44	0,09
3	Grünflächen	Grünfläche	2,14	1,54	0,77	0,67	2,04
	Summe		7,47	6,96	10,24	4,30	10,22

* Dachfläche Parkplatz

Tab. 2-2: Eingangsgrößen Sonstige Flächen

Nr.	Flächen		A _E [ha]
1	Erschließungsstraße	Asphalt	1,42
2	Grünflächen	westlich DF I, II	0,20
		Bereich RRB 1	1,19
		Bereich RRB 2	0,21
		Bereich RRB 3	0,12
		Bereich RRB 4	2,14
	Summe		5,93



Abb. 2-1: Einzugsgebiete [G]

Im Betrachtungsgebiet sind vier Regenrückhaltebecken verteilt. Im nord-westlichen Bereich sind jeweils drei Regenrückhaltebecken (RRB 1-3) und im nord-östlichen Bereich ein Regenrückhaltebecken (RRB 4) vorgesehen.

Die vorhandenen RRB 1 bis 4 umfassen insgesamt ein Speichervolumen von 13.650 m³. Die einzelnen Volumina können Tab. 2-3 entnommen werden. Die RRB

wurden mit eine Kennlinie für die Wasserstands-Volumen-Beziehung hinterlegt. Die Drosselabflüsse der Becken variieren je nach betrachteter Variante.

Tab. 2-3: Speichervolumen RRB

RRB	V [m³]
RRB 1	5.200
RRB 2	4.200
RRB 3	650
RRB 4	3.600
gesamt	13.650

2.2.2 Teileinzugsgebiet Reide

Aus dem Wasserhaushaltsportal Sachsen [J] konnten für das Einzugsgebiet der Reide, die Tab. 2-4 aufgeführten Parameter abgeleitet werden. Der Niederschlag von 621,43 mm/a enthält neben dem gefallenem auch den abgesetzten Niederschlag (z.B. Tau). Die reale Verdunstung im Einzugsgebiet beträgt 438,37 mm/a. In dem Teileinzugsgebiet erfolgt eine Verdunstung von ca. 70 %, während ca. 22 % des Niederschlages versickern. Zum Abfluss gelangen dann ca. 8 %.

Tab. 2-4: Teileinzugsgebiet Reide

Parameter	[mm/a]
Niederschlag	621,43
Reale Verdunstung	438,37
Landoberflächenabfluss	35,29
Hypodermischer Abfluss	0,911
Sickerwasser	137,17
Schneller Grundwasserabfluss	0
Langsamer Grundwasserabfluss	137,17
Grundwasserneubildung	137,17
Gesamtabfluss	182,21
Kanalisationsabfluss	8,84

Ziel: ca. 71 % Verdunstung

2.2.3 Niederschlagsbelastung

Der Nachweis der RW-Anlagen erfolgt über eine Langzeitseriensimulation über 24 Jahre auf der Grundlage von gemessenen Regen der DWD-Station FH Schkeuditz. Eine Auswertung der Reihe, auf der Grundlage der KOSTRA-Statistik 2010R (Spalte 53, Zeile 50) zeigt, dass 9 Ereignisse größer 10 Jahre enthalten sind. Die spielt für den Nachweis von Speichern nur eine untergeordnete Rolle, da die max. Wiederkehrzeit nur in einer Dauerstufe auftritt und über die gesamte Ereignisdauer wieder vergleichmäßig wird.

Tab. 2-5: Statistik Regenreihe

Beginn	Dauer	Ende	Profil vollständig	Max. Wiederkehrzeit [a]
			<input type="checkbox"/>	
29.07.2014 16:30	01:40	29.07.2014 18:10	<input checked="" type="checkbox"/>	100,0
29.07.2005 22:00	02:50	30.07.2005 00:50	<input checked="" type="checkbox"/>	73,5
25.06.2016 18:30	02:00	25.06.2016 20:30	<input checked="" type="checkbox"/>	36,1
17.07.2009 11:20	00:20	17.07.2009 11:40	<input checked="" type="checkbox"/>	19,4
22.08.2021 12:40	25:10	23.08.2021 13:50	<input checked="" type="checkbox"/>	17,0
20.06.2002 17:30	00:40	20.06.2002 18:10	<input checked="" type="checkbox"/>	14,8
14.07.1999 09:50	02:10	14.07.1999 12:00	<input checked="" type="checkbox"/>	13,1
27.06.2004 23:20	00:50	28.06.2004 00:10	<input checked="" type="checkbox"/>	12,6
11.09.2011 16:30	05:00	11.09.2011 21:30	<input checked="" type="checkbox"/>	10,1

2.2.4 Modelltechnische Umsetzung und Annahmen

Der Nachweis der Becken erfolgt für eine Wiederkehrzeit von $T = 10$ a. Dabei wird ein Gebietsabfluss von max. 50 l/s in Richtung Kiesgrube eingehalten. Die Abgabe aus dem B-Plan-Gebiet sollte möglichst zeitverzögert in das angrenzende Entwässerungsgebiet erfolgen, idealerweise 24h nach dem letzten Regenende.

Weiterhin werden zwei Rigolen an Standorten mit guter Versickerungsleistung berücksichtigt. Eine Versickerungsanlage (Rehau-Sickerboxen) mit einem Speichervolumen von 5.000 m³ befindet sich zwischen den Hallen DF II und DF III.

Diese Festlegungen basieren auf den geotechnischen Untersuchungen und Bestimmung der Sickerfähigkeit im Airportpark 2, der Fa. Klein im Mai 2022 [L].

Der k_f -Wert liegt hier durchgängig im versickerungsfähigen Bereich zwischen $1,46 \cdot 10^{-6}$ und $2,78 \cdot 10^{-6}$ m/s [L]. Im Einzugsgebiet I wird eine Anlage mit einem Volumen von 400 m³ installiert. Der k_f -Wert wurde mit $3,4 \cdot 10^{-6}$ m/s ermittelt [L].

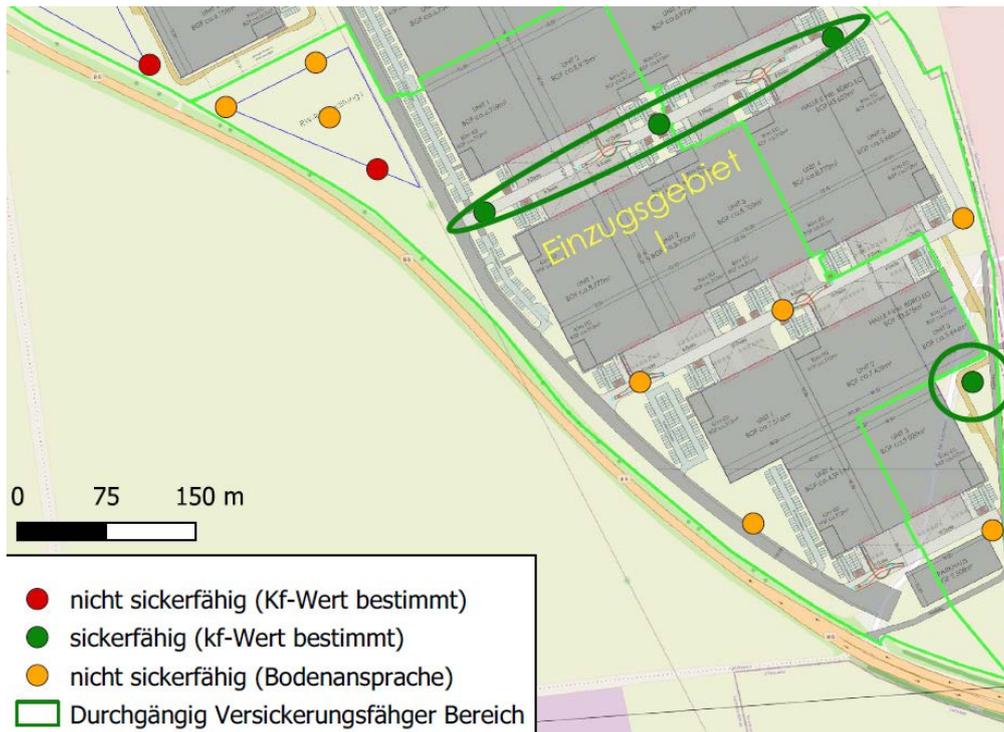


Abb. 2-2: Versickerungsfähigkeit des Bodens[L]

2.2.5 Abflussparameter

Nachfolgend sind die in KOSIM berücksichtigten Parameter für die Abflussbildung der befestigten und unbefestigten Flächen aufgeführt. Hierbei handelt es sich um Standardparameter. Die potentielle Verdunstung (Verd) beträgt 657 mm. Weiterhin sind die Anfangs- (Psi,0) und Endabflussbeiwerte (Psi,e) sowie die Mulden- (Vmuld) und Benetzungsverluste (Vben) benannt.

Tab. 2-6: Parametersätze der befestigten Flächen

Bezeichnung	Verd [mm]	Psi,0 [-]	Psi,e [-]	Vmuld [mm]	Vben [mm]
flache Dachflächen	657	1,00	1,00	0,00	2,00
Hof- und Wegflächen	657	0,00	0,75	1,80	0,70
Straßenflächen	657	0,00	0,95	1,80	0,50
A102 (stark)	657	0,25	1,00	1,80	0,50
RRB-Flächen	657	1,00	1,00	0,00	1,00
RWB-Flächen	657	1,00	1,00	0,00	1,00

Tab. 2-7: Parametersätze der unbefestigten Flächen

Bezeichnung	Verd [mm]	Psi,0 [-]	Psi,e [-]	Vmuld [mm]	Vben [mm]
Rasen	657	0,00	0,30	3,00	2,00

3 Variantenbetrachtung

3.1 Variante 1 – Hartdach, ohne Blaue-Grüne Infrastruktur

Variante 1 wurde als klassische Ableitung des Niederschlagswassers über das RW-System hin zu den Regenrückhaltebecken gerechnet. Die Hallendächer werden als Hartdach ausgeführt und an das Kanalsystem angeschlossen. Die Flächen des Einzugsgebietes I entwässern in das RRB 1. Ein Teil des Hallendaches von Halle I (0,69 ha) wird der Versickerungsanlage zugeführt, welche an das RRB 4 angebunden ist. Die Flächen des EZG 2 entwässern ebenfalls in das RRB 1. Teilflächen von Halle II (4,05 ha) und III (1 ha) entwässern direkt in die Versickerungsanlage II/III, welche an das RRB 4 angebunden ist. Die Flächen des EZG III entwässern in das RRB 4, die Flächen des EZG IV in das RRB 2. EZG V entwässert prinzipiell in das RRB 3. Auf Grund des geringen Speichervolumens des RRB 3 wurden die Dachflächen auf die RRB 1 und 2 aufgeteilt. Eine Teilfläche der Halle V (1,5 ha) und der Stellplätze V (0,5 ha) entwässern in das RRB 1, eine weitere Teilfläche von Halle V (3,17 ha) und der Stellplätze V (0,2 ha) in RRB 2.

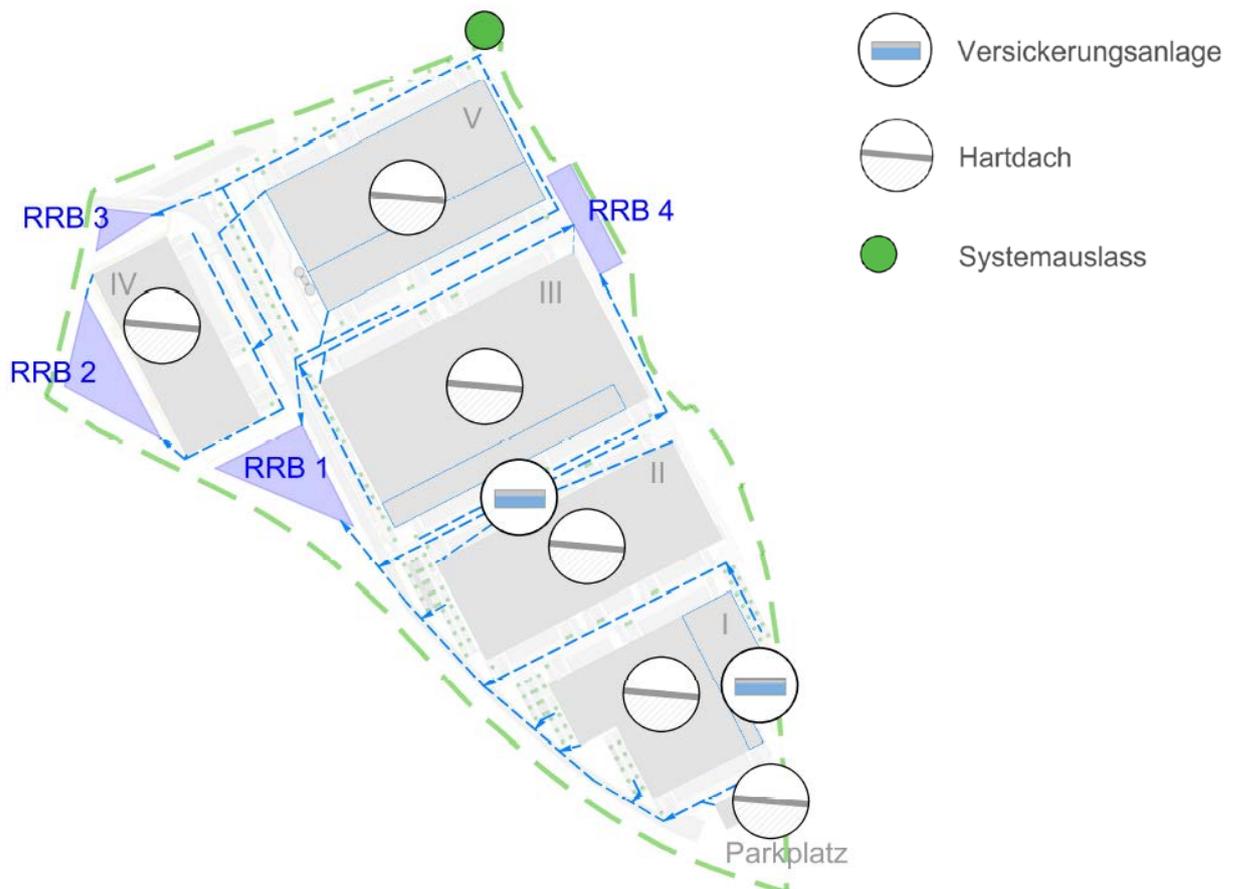


Abb. 3-1: V1 – Hartdach

Überlauf und Drossel der Versickerungsanlagen I sowie II/III und RRB 1 sind an das RRB 4 angebunden. Der Drosselabfluss des RRB 2 geht zur Versickerungsanlage, der Überlauf in das RRB4. Der Drosselabfluss des RRB 3 geht Richtung Systemauslass, der Überlauf ist an das RRB 2 angebunden.

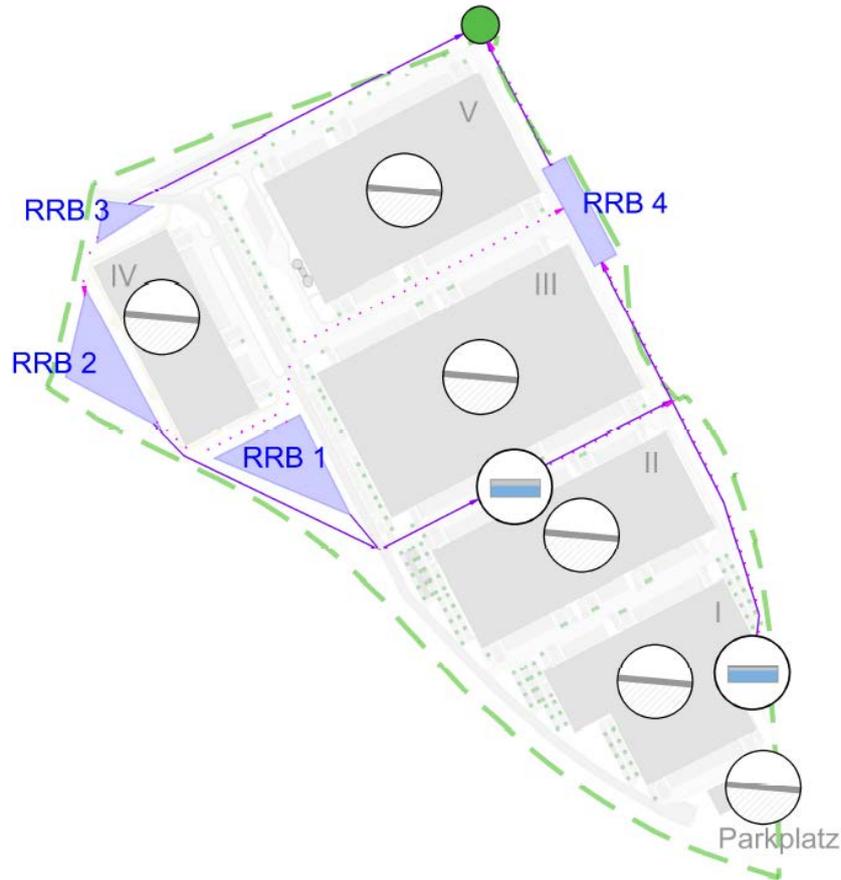


Abb. 3-1: V1 - Drossel und Überlauf

Die Drosselabflüsse wurde iterativ ermittelt und entsprechend aufgeteilt.

Tab. 3-1: V1 - Drossel und Überlauf

Bez. [-]	Drosselleistung [l/s]	Abfluss Drossel	Abfluss Überlauf
RRB 1	4,5	Versickerungsanlage II/III	RRB 4
RRB 2	4	Versickerungsanlage II/III	RRB 4
RRB 3	24	Systemauslass	RRB 2
RRB 4	26	Systemauslass	Systemauslass
Versickerungsanlage I	2	RRB 4	RRB 4
Versickerungsanlage II/III	16	RRB 4	RRB 4

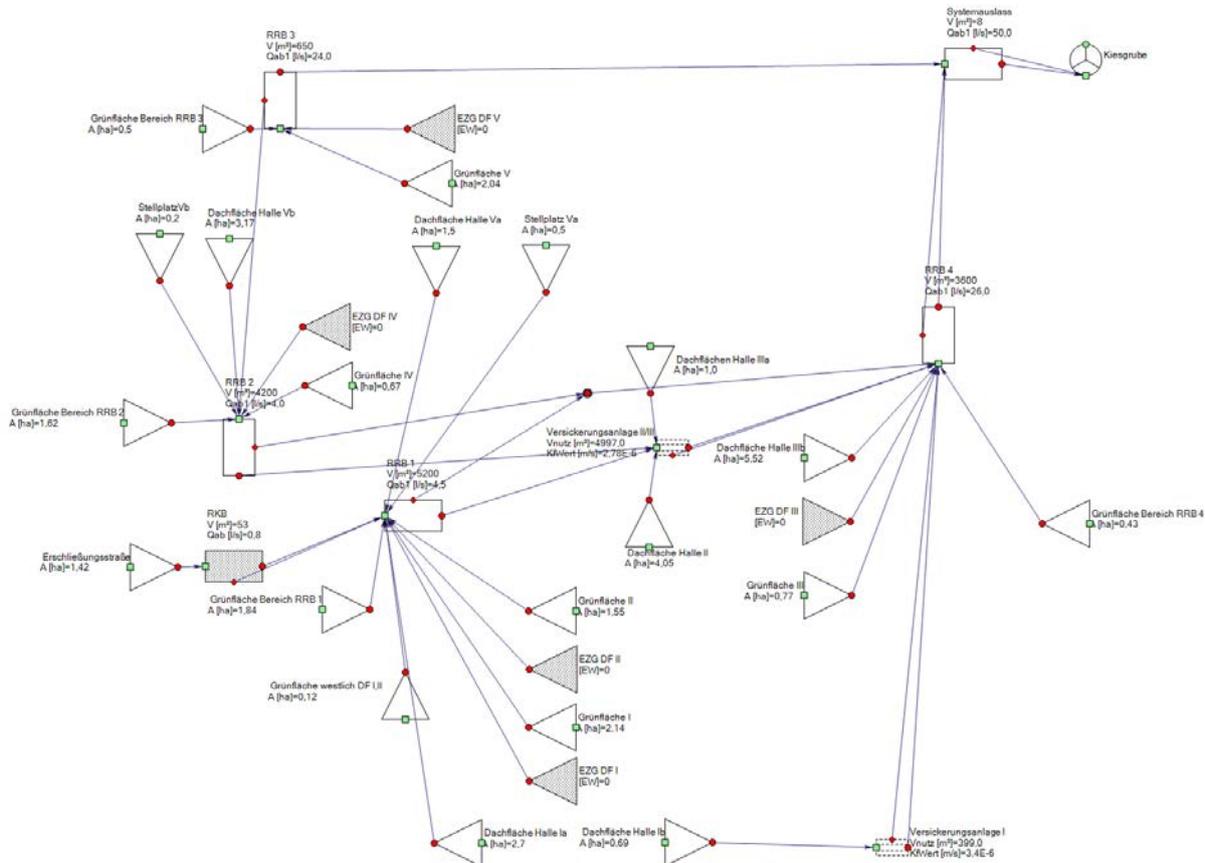


Abb. 3-2: V1 - Systemgrafik

Die Ergebnisse können der Anlage 1 *Variante_1_Harddach_RRB_KL.pdf* entnommen werden.

3.1.1 V1 - Ergebnis RRB

Das Volumen ist trotz Optimierung der Drosselabflüsse nicht ausreichend für die Bemessungswiederkehrzeit von $T = 10$ a.

Tab. 3-2: V1 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m³]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m³]
RRB 1	5.200	0,10	2.288,0	3.032,0	39.988,0	5,0	6,0	43,0	0,14	5.624
RRB 2	4.200	0,10	2.055,0	2.755,0	35.153,0	4,0	5,0	26,0	0,11	4.323
RRB 3	650	0,10	919,0	697,0	1.008,0	5,0	7,0	6,0	0,39	1.026
RRB 4	3.600	0,10	2.148,0	1.559,0	6.792,0	4,0	5,0	34,0	0,27	4.908
Systemauslass	8	0,10	4,0	6,0	37,0	4,0	5,0	30,0	0,24	1.403
<u>Gesamt</u>	<u>13.658</u>	<u>0,50</u>	<u>7.414,0</u>	<u>8.049,0</u>	<u>82.978,0</u>	<u>22,0</u>	<u>28,0</u>	<u>139,0</u>	<u>1,16</u>	<u>17.283</u>

Nachrichtlich:

Für den Nachweis von $T = 30$ a würde sich ein Volumen von ca. 23.266 m³ ergeben.

Beispielhaft ist die statistische Auswertung des RRB 1 dargestellt. Die Diagramme aller RRB finden sich im KOSIM-Ergebnisbericht in der Anlage.

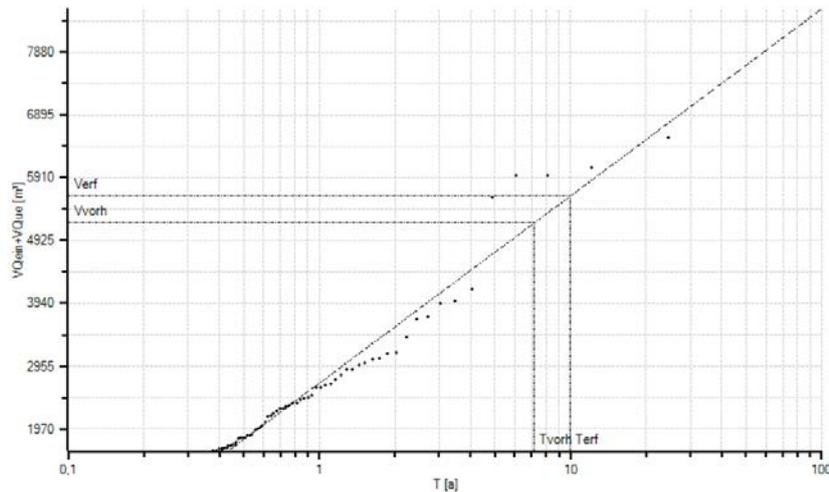


Abb. 3-3: V1 - Statistische Auswertung RRB 1

3.1.2 V1 - Ergebnis Rigolen

Die Leistungsfähigkeit der Rigolen wird überschritten. Erforderlich wären ca. 7.100 m³. Da die Wirkung im Verbund mit den RRB's zu sehen ist und diese keine Reserven besitzen, kann festgestellt werden, dass das System RRB-Rigole den angestrebten Bemessungsfall nicht genügt.

Tab. 3-3: V1 - Häufigkeit Rigolen (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m ³]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m ³]
Versickerungsanlage I	399,00	0,20	1.751,0	2.883,0	40.893,0	5,0	5,0	12,0	0,11	349,29
Versickerungsanlage II/III	4.997,05	0,20	1.325,0	5.184,0	103.846,0	19,0	72,0	116,0	0,75	6.750,83
Gesamt	5.396,06	-	-	-	-	-	-	-	-	7.100,12

3.1.3 V1 - Ergebnis Wasserbilanz

Die Ergebnisse für die flächenbezogene Wasserbilanz kann dem KOSIM-Ergebnisbericht auf der Seite 49 entnommen werden. Zu beachten ist dabei, dass die anlagenbezogene Wasserbilanz (S. 50) im KOSIM nicht korrekt ausgegeben wird und daher separat berechnet wurde.

Tab. 3-4: V1 – Ergebnisse Wasserbilanz

Abfluss VOR [m³/a]	Flächenbezogene Wasserbilanz			Anlagenbezogene Wasserbilanz					
	Versickerung (GWN)	Verdunstung (ETa)	Direktabfluss [mm]	Versickerung [m³]	Verdunstung (ETa) [m³]	Gebietsabfluss	Anlagen-Versickerung [mm/a]	Anlagen-Verdunstung (ETa) [mm/a]	Gebietsabfluss [mm/a]
103.082	91	208	228,4	56.687	1.352	45.043	126	3	100

Bezogen auf das EZG der Reide ergibt sich folgende Verteilung:

- Verdunstung: ca. 40 % → Ziel 70% Abweichung **-42%**
- Versickerung: ca. 41 % → Ziel 22 % Abweichung **+86%**
- Abfluss ca. 19 % → Ziel 8% Abweichung **+137%**

Fazit: Die Variante entspricht nicht den a.a.R.d.T

3.2 Variante 2 – Gründach 70 %

Mit der Variante 2 sollen 70 % des Dachanteils als Gründach ausgeführt werden. Beispielhaft wurde das Solargründach FKD25 der Fa. Optigrün herangezogen, eine Kombination von Dachbegrünung und Photovoltaik. Die Parameter des FKD25 wurden im KOSIM entsprechend angepasst.

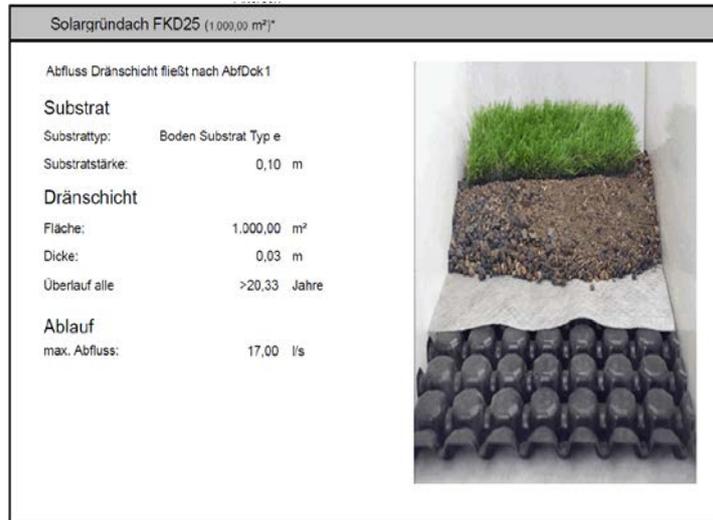


Abb. 3-4: Aufbau Gründach FKD25

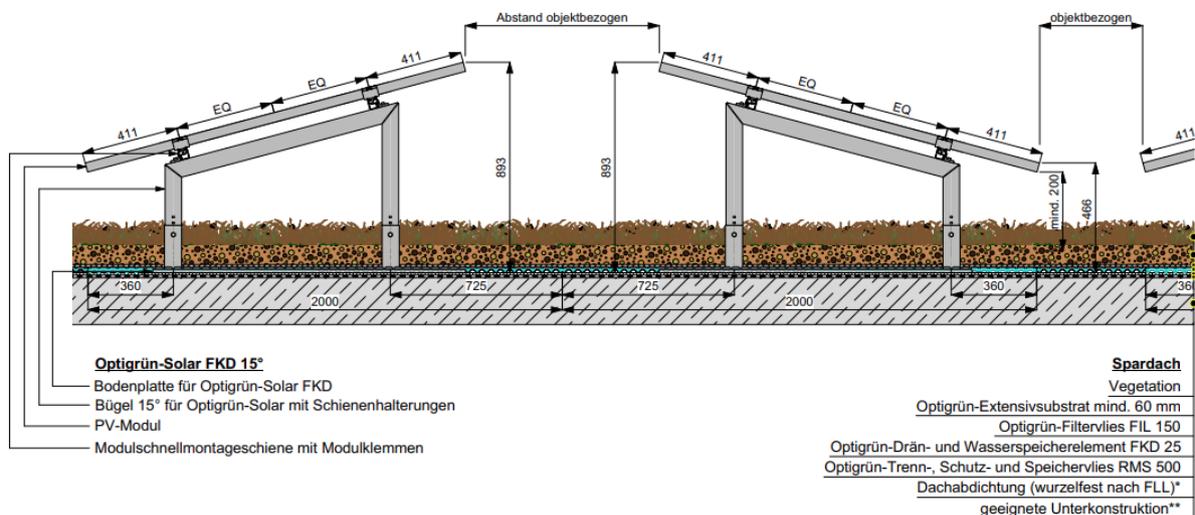


Abb. 3-5: Systemschnitt Solargründach Optigrün-Solar FKD [N]

Die Hallendächer werden mit 70 % als Gründach und 30 % als Hartdach ausgeführt und an das Kanalsystem angeschlossen. Die Flächen des Einzugsgebietes I entwässern in das RRB 1, einschließlich Gründach des Parkplatzes (0,15 ha). Der Gründachanteil von Halle I (2,37 ha) wird der Versickerungsanlage zugeführt, welche an das RRB 4 angebunden ist. Die Flächen des EZG II entwässern ebenfalls in das RRB 1. Der Gründachanteil von Halle II (2,84 ha) und III (4,57 ha) entwässern direkt in die Versickerungsanlage II/III, welche an das RRB 4 angebunden ist. Die Flächen

des EZG III entwässern in das RRB 4, die Flächen des EZG IV (Gründachanteil 1,64 ha) in das RRB 2. EZG V (Gründachanteil 3,27 ha) entwässert in das RRB 3.

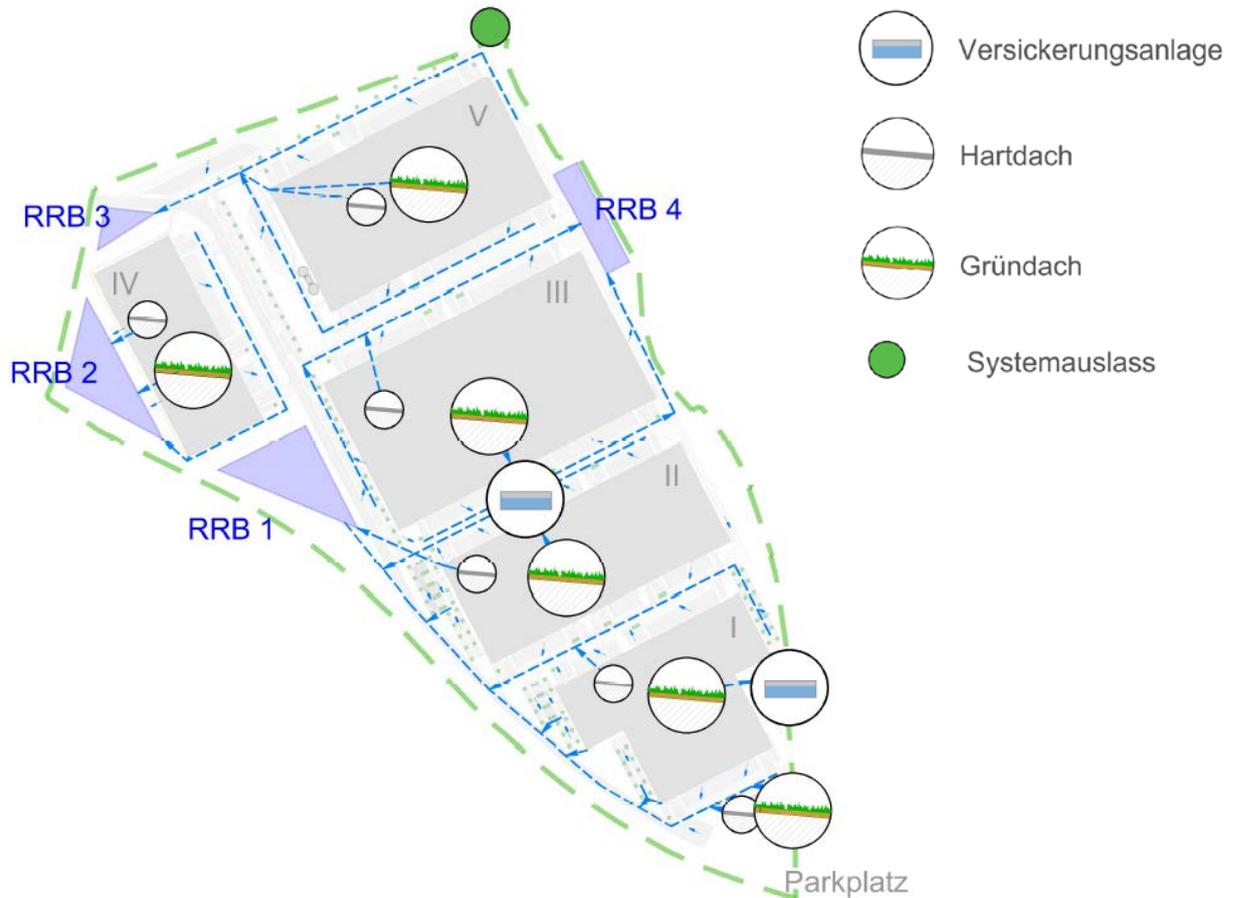


Abb. 3-6: V2 – Gründach

Überlauf und Drossel der Versickerungsanlagen I sowie II/III und RRB 1 sind an das RRB 4 angebunden. Der Drosselabfluss des RRB 2 geht zur Versickerungsanlage, der Überlauf in das RRB4. Der Drosselabfluss des RRB 3 geht Richtung Systemauslass, der Überlauf ist an das RRB 2 angebunden.

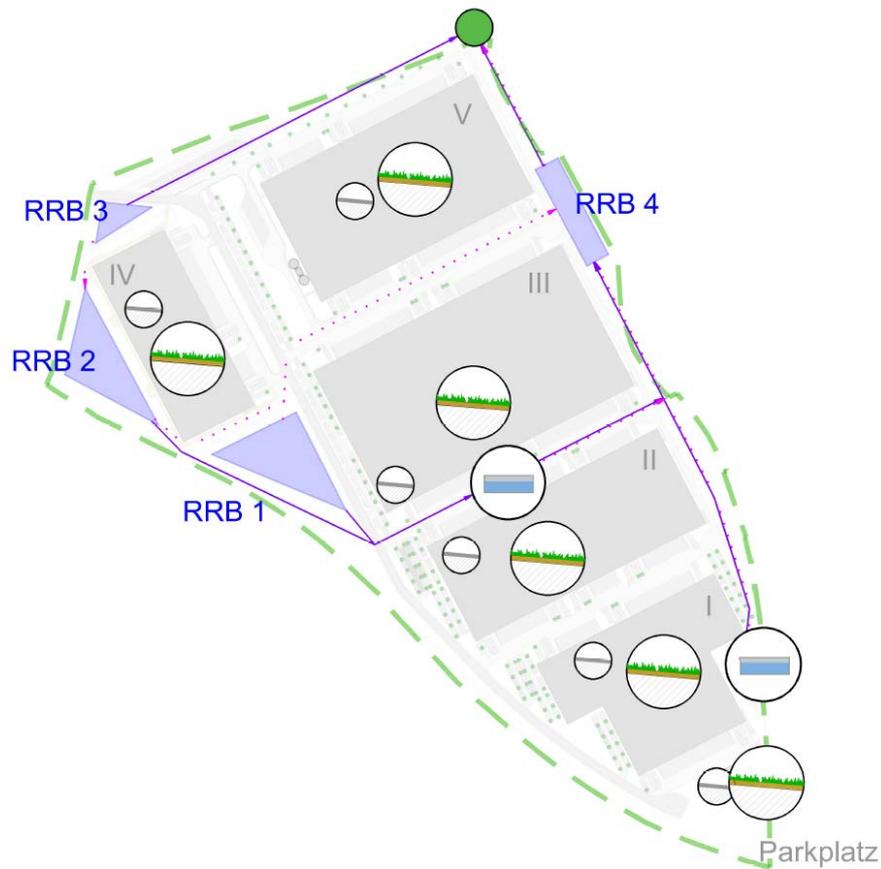


Abb. 3-7: V2 - Drossel und Überlauf

Die Drosselabflüsse wurde iterativ ermittelt und entsprechend aufgeteilt.

Tab. 3-5: V2 - Drossel und Überlauf

Bez. [-]	Drosselleistung [l/s]	Abfluss Drossel	Abfluss Überlauf
RRB 1	4,5	Versickerungsanlage II/III	RRB 4
RRB 2	4	Versickerungsanlage II/III	RRB 4
RRB 3	24	Systemauslass	RRB 2
RRB 4	26	Systemauslass	Systemauslass
Versickerungsanlage I	10	RRB 4	RRB 4
Versickerungsanlage II/III	10	RRB 4	RRB 4

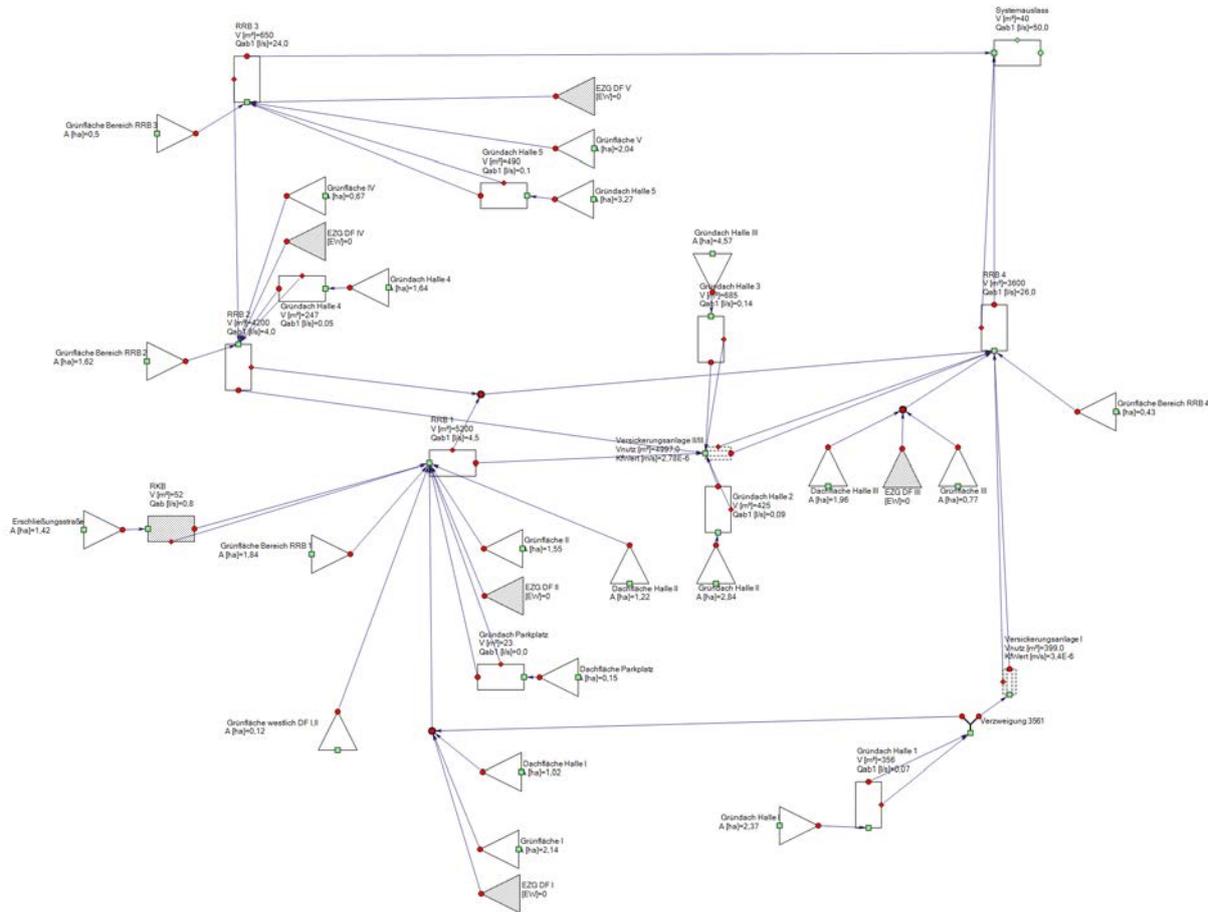


Abb. 3-8: V2 - Systemgrafik

Die Ergebnisse können der Anlage 1 *Variante_2_Gründach_RRB_KL.pdf* entnommen werden.

3.2.1 V2 - Ergebnis RRB

Das erforderliche Volumen beträgt $13.365 \text{ m}^3 < 13650 \text{ m}^3$ und würde rechnerisch ausreichend sein für die Bemessungswiederkehrzeit von $T = 10 \text{ a}$.

Tab. 3-6: V2 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)

Bez.	Vvorh	n,erf	n,ein	n,ein,d	Tein	n,ue	n,ue,d	Tue	n,vorh	Verf
[-]	[m³]	[1/a]	[-]	[d]	[h]	[-]	[d]	[h]	[1/a]	[m³]
RRB 1	5.200	0,10	2.657,0	2.675,0	29.369,0	0,0	0,0	0,0	0,04	4.366
RRB 2	4.200	0,10	2.621,0	1.907,0	12.142,0	1,0	1,0	5,0	0,07	3.788
RRB 3	650	0,10	1.642,0	1.149,0	2.877,0	48,0	58,0	128,0	1,99	3.160
RRB 4	3.600	0,10	1.628,0	1.101,0	2.499,0	0,0	0,0	0,0	0,01	2.051
Systemauslass	40	0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0
<u>Gesamt</u>	<u>13.690</u>	<u>1</u>	<u>8.548</u>	<u>6.832</u>	<u>46.887</u>	<u>49</u>	<u>59</u>	<u>133</u>	<u>2</u>	<u>13.365</u>

Nachrichtlich:

Für den Nachweis von $T = 30 \text{ a}$ würde sich ein Volumen von ca. 17.300 m^3 ergeben.

Beispielhaft ist die statistische Auswertung des RRB 1 dargestellt. Die Diagramme aller RRB finden sich im KOSIM-Ergebnisbericht in der Anlage.

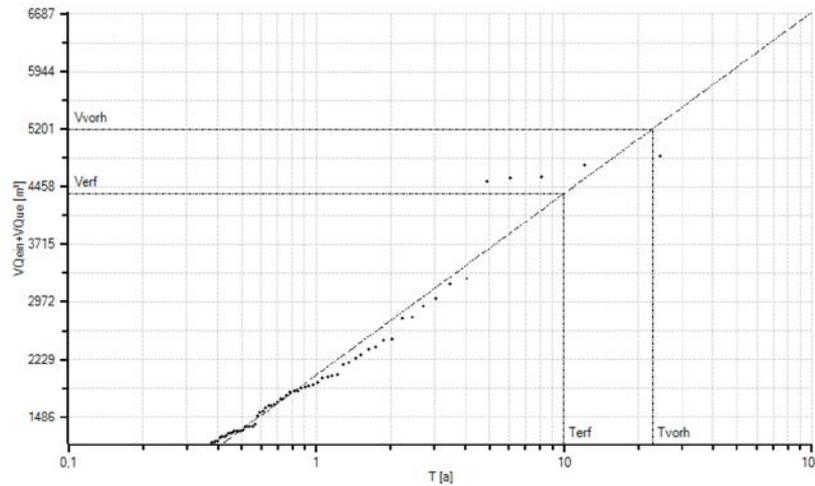


Abb. 3-9: V2 - Statistische Auswertung RRB 1

3.2.2 V2 - Ergebnis Rigolen

Tab. 3-7: V2 - Häufigkeit Rigolen (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m³]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m³]
Versickerungsanlage I	399,00	0,20	175,0	773,0	14.683,0	2,0	2,0	1,0	0,13	355,42
Versickerungsanlage II/III	4.997,05	0,20	2.194,0	3.741,0	58.555,0	4,0	9,0	35,0	0,28	5.474,56
<u>Gesamt</u>	<u>5.396,06</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>5.829,98</u>

Die Leistungsfähigkeit der Rigolen wird überschritten. Erforderlich wären ca. 5.830 m³. Da die Wirkung im Verbund mit den RRB's zu sehen ist, kann festgestellt werden, dass das System RRB-Rigole den angestrebten Bemessungsfall genügt

3.2.3 V2 - Ergebnis Wasserbilanz

Die Ergebnisse für die flächenbezogene Wasserbilanz kann dem KOSIM-Ergebnisbericht auf der Seite 72 entnommen werden. Zu beachten ist dabei, dass die anlagenbezogene Wasserbilanz (S. 73) im KOSIM nicht korrekt ausgegeben wird und daher separat berechnet wurde.

Tab. 3-8: V2 – Ergebnisse Wasserbilanz

Abfluss VQR [m³/a]	Flächenbezogene Wasserbilanz					Gebietsabfluss	Anlagenbezogene Wasserbilanz		
	Versickerung (GWN)	Verdunstung (ETa)	Direktabfluss [mm]	Versickerung [m³]	Verdunstung (ETa) [m³]		Anlagen-Versickerung [mm/a]	Anlagen-Verdunstung (ETa) [mm/a]	Gebietsabfluss [mm/a]
103.075	91,1	208,5	228,4	35.860	35.977	30.997	80	80	69

Bezogen auf das EZG der Reide ergibt sich folgende Verteilung:

- Verdunstung: ca. 55 % → Ziel 70% Abweichung **-22%**
- Versickerung: ca. 32 % → Ziel 22 % Abweichung **+45%**
- Abfluss ca. 13 % → Ziel 8% Abweichung **+62%**

Fazit: Die Variante entspricht annähert den a.a.R.d.T, die Verzögerung des Abflusses in die Kiesgrube kann nicht sichergestellt werden, dafür fehlen die Reserven im RRB System.

3.3 Variante 3 – Grünflächenkaskaden 50 %

Das Niederschlagswasser soll von allen befestigten Flächen über eine Geländemulde bzw. Kaskaden, welche max. 30 cm tief sind, abfließen. Dadurch wird eine Verzögerung der Abflusswelle, eine Reinigung durch die belebte Bodenzone sowie die Förderung der Verdunstung und Versickerung erzielt. Aufgrund des ermittelten schlechten Versickerungsbeiwertes wird unterhalb der Mulde eine Drainage in einer Kiespackung eingebaut. Dadurch wird verhindert, dass es zu Staunässe kommt. Um einen Sicherheitsabstand zu Gebäuden und anderen sensiblen Bereichen sicherzustellen, wurden nur 50 % der Grünflächen zwischen den Gebäuden herangezogen. Der Überlauf aus den Mulden und die Drainagen werden an das Kanalnetz angeschlossen. Dadurch ergibt sich eine deutliche Reduzierung der Kanalnennweite gegenüber der direkten Einleitung (V1).

Die Flächen des Einzugsgebietes I entwässern über die Mulden in das Versickerungsbecken I. Die Flächen des EZG II und III entwässern über die Mulden in das RRB 1. Die Flächen des EZG IV entwässern über Mulden in das RRB 2, die Flächen des EZG V in das RRB 3.

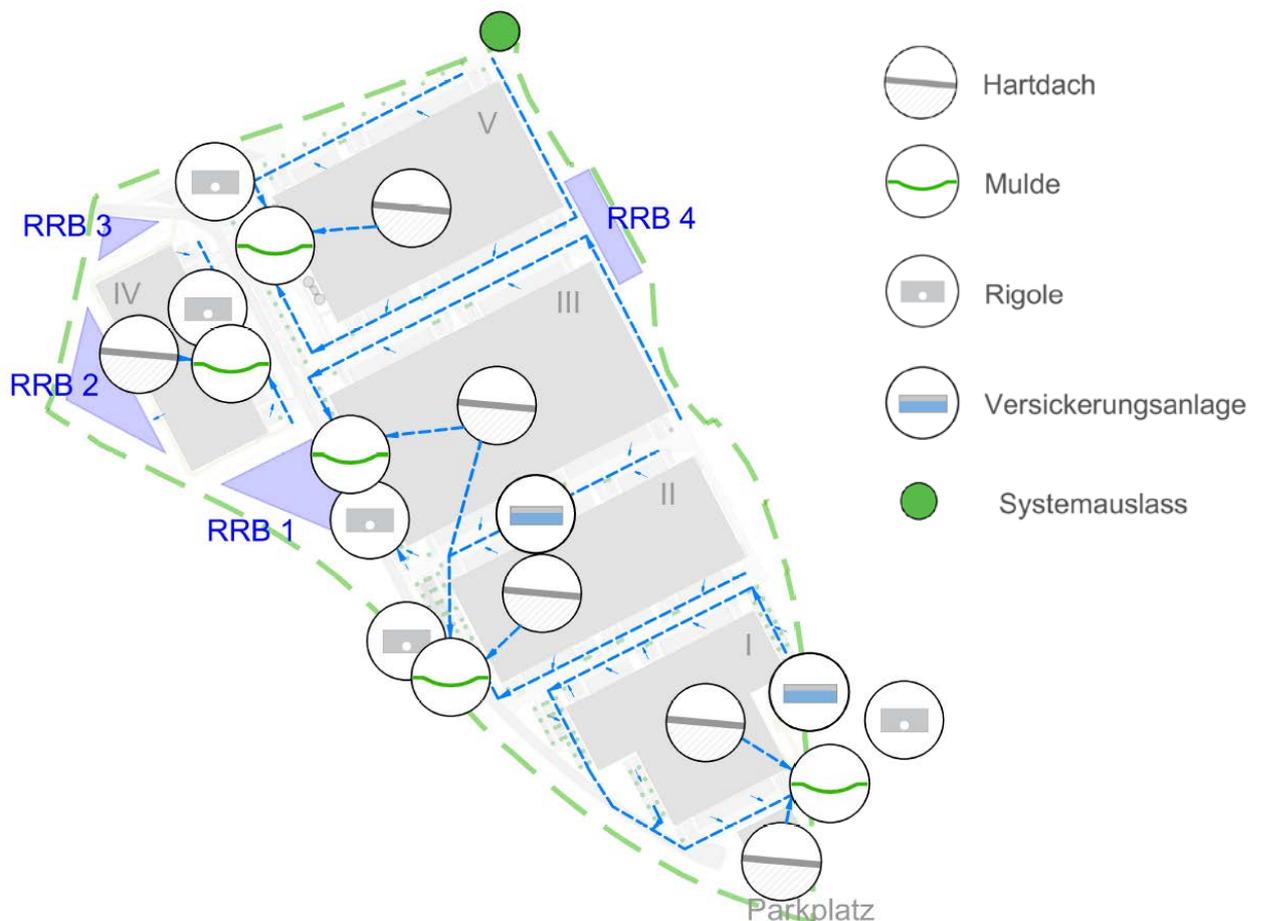


Abb. 3-2: V3 – Grünflächenkaskaden

Überlauf und Drossel der Versickerungsanlagen I sowie II/III sind an das RRB 4 angebunden. Der Drosselabfluss des RRB 1 und RRB 2 geht in die Versickerungsanlage II/III, der Überlauf in das RRB4. Der Drosselabfluss und Überlauf des RRB 3 gehen Richtung RRB 2. Drossel und Überlauf des RRB 4 entwässern Richtung Systemauslass.

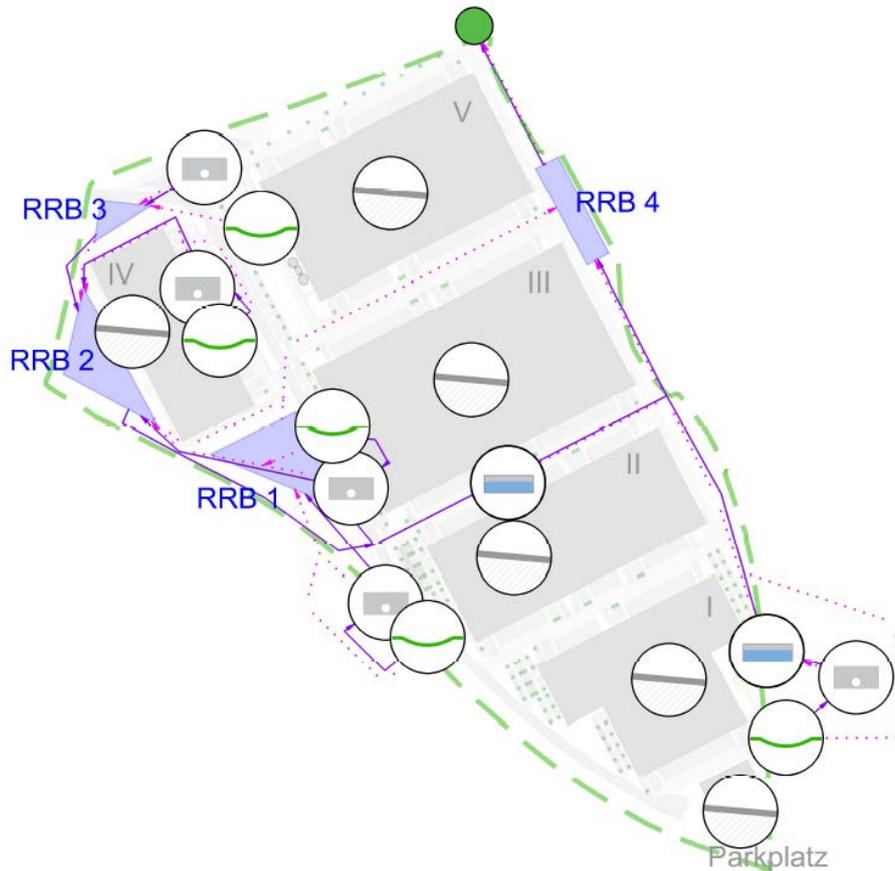


Abb. 3-10: V3 - Drossel und Überlauf

Die Drosselabflüsse wurde iterativ ermittelt und entsprechend aufgeteilt.

Tab. 3-9: V3 - Drossel und Überlauf

Bez. [-]	Drosselleistung [l/s]	Abfluss Drossel	Abfluss Überlauf
RRB 1	1: 6	Versickerungsanlage II/III	RRB 4
RRB 2	22	Versickerungsanlage II/III	RRB 4
RRB 3	22	RRB 2	RRB 2
RRB 4	26	Systemauslass	Systemauslass
Rigole EZG I	25	Versickerungsanlage I	Versickerungsanlage I
Rigole EZG II	25	RRB 1	RRB 1
Rigole EZG III	10	RRB 1	RRB 1
Rigole EZG IV	10	RRB 2	RRB 2
Rigole EZG V	30	RRB 3	RRB 3
Versickerungsanlage I	20	RRB 4	RRB 4
Versickerungsanlage II/III	16	RRB 4	RRB 4

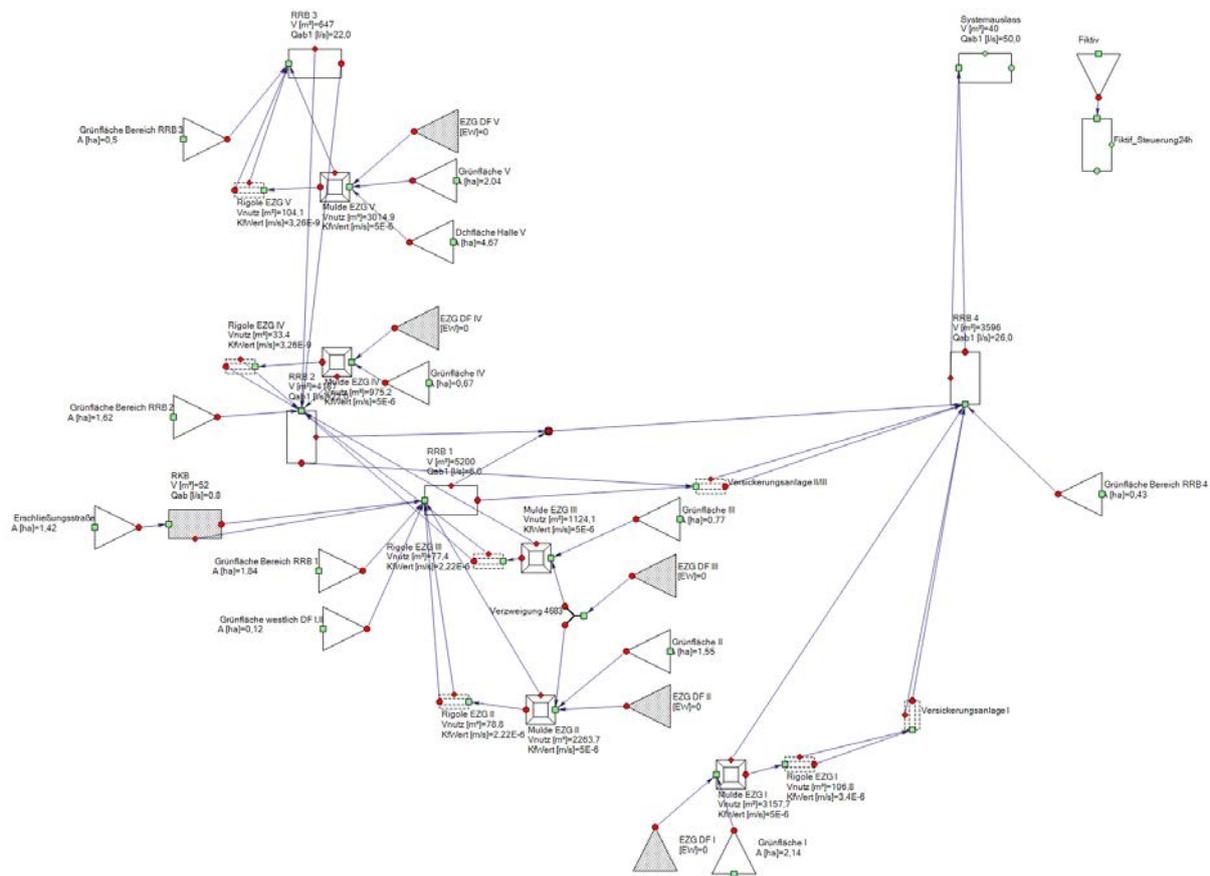


Abb. 3-11: V3 - Systemgrafik

Die Ergebnisse können der Anlage 1 *Variante_3_Grünflächenkaskade.pdf* entnommen werden.

3.3.1 V3 - Ergebnis RRB

Das erforderliche Volumen beträgt $12.305 \text{ m}^3 < 13.650 \text{ m}^3$ und würde rechnerisch ausreichend für die Bemessungswiederkehrzeit von $T = 10 \text{ a}$ sein. Aufgrund der Systemreserven ist eine zeitliche Steuerung des Drosselabflusses vom RRB 4 möglich und wurde auch in dieser Variante schon mit umgesetzt.

Tab. 3-10: V3 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m³]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m³]
RRB 1	5.200	0,10	1.012,0	2.000,0	28.032,0	5,0	10,0	82,0	0,10	5.227
RRB 2	4.187	0,10	476,0	738,0	7.878,0	3,0	5,0	59,0	0,10	4.134
RRB 3	647	0,10	143,0	176,0	1.467,0	2,0	4,0	29,0	0,09	621
RRB 4	3.596	0,10	370,0	461,0	4.967,0	0,0	0,0	0,0	0,01	2.323
Systemauslass	40	0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0
Gesamt	13.671	0,80	5.391,0	5.808,0	57.276,0	124,0	159,0	495,0	4,09	12.305

Nachrichtlich:

Für den Nachweis von $T = 30$ a würde sich ein Volumen von ca. 15.900 m³ ergeben.

Beispielhaft ist die statistische Auswertung des RRB 1 dargestellt. Die Diagramme aller RRB finden sich im KOSIM-Ergebnisbericht in der Anlage.

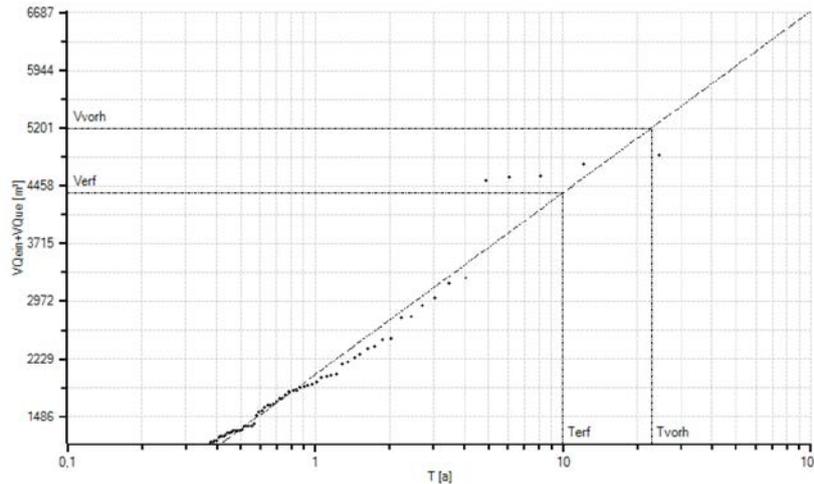


Abb. 3-12: V3 - Statistische Auswertung RRB 1

3.3.2 V3 - Ergebnis Rigolen

Tab. 3-11: V3 - Häufigkeit Rigolen (Menge)

Bez. [-]	V_vorh [m ³]	n_erf [1/a]	n_ein [-]	n_ein,d [d]	T_ein [h]	n_ue [-]	n_ue,d [d]	T_ue [h]	n_vorh [1/a]	V_verf [m ³]
Versickerungsanlage I	4.997,05	0,20	724,0	4.768,0	100.449,0	0,0	0,0	0,0	0,39	5.132,94
Versickerungsanlage II/III	399,00	0,20	510,0	4.104,0	87.683,0	0,0	0,0	0,0	0,00	399,00
<u>Gesamt</u>	<u>5396,05</u>	-	-	-	-	-	-	-	-	<u>5.531,94</u>

Die Leistungsfähigkeit der Rigolen wird geringfügig überschritten. Erforderlich wären ca. 5.532 m³. Da die Wirkung im Verbund mit den RRB's zu sehen ist, kann festgestellt werden, dass das System RRB-Rigole den angestrebten Bemessungsfall genügt.

3.3.3 V3 - Ergebnis Wasserbilanz

Die Ergebnisse für die flächenbezogene Wasserbilanz kann dem KOSIM-Ergebnisbericht auf der Seite 83 entnommen werden. Zu beachten ist dabei, dass die anlagenbezogene Wasserbilanz (S. 84) im KOSIM nicht korrekt ausgegeben wird und daher separat berechnet wurde.

Tab. 3-12: V3 – Ergebnisse Wasserbilanz

Abfluss VOR [m³/a]	Flächenbezogene Wasserbilanz			Anlagenbezogene Wasserbilanz					
	Versickerung (GWN)	Verdunstung (ETa)	Direktabfluss [mm]	Versickerung [m³]	Verdunstung (ETa) [m³]	Gebietsabfluss	Anlagen-Versickerung [mm/a]	Anlagen-Verdunstung (ETa) [mm/a]	Gebietsabfluss [mm/a]
103.109	91	208	228	75.901	15.982	11.226	169	35	25

Bezogen auf das EZG der Reide ergibt sich folgende Verteilung:

- Verdunstung: ca. 46 % → Ziel 70% Abweichung **-34%**
- Versickerung: ca. 49 % → Ziel 22 % Abweichung **+123%**
- Abfluss ca. 5 % → Ziel 8% Abweichung **-38 %**

Fazit: Die Variante entspricht annähert den a.a.R.d.T, die Verzögerung des Abflusses in die Kiesgrube kann sichergestellt werden.

3.4 Variante 4 – Zisternen, als Ersatz für Gründächer

Aufgrund von technologischen und/oder statischen Gründen, kann der Einsatz von Gründächern nicht immer möglich sein. Als Ersatz dafür können Regenwasserzisternen zum Einsatz kommen, die das Niederschlagswasser von den Harddächern auffangen und in Trockenzeiten anschließend wieder auf das Dach zur Verdunstung pumpen. Ziel der Untersuchung ist es den erforderlichen Retentionsraum für die Zisternen zu ermitteln.

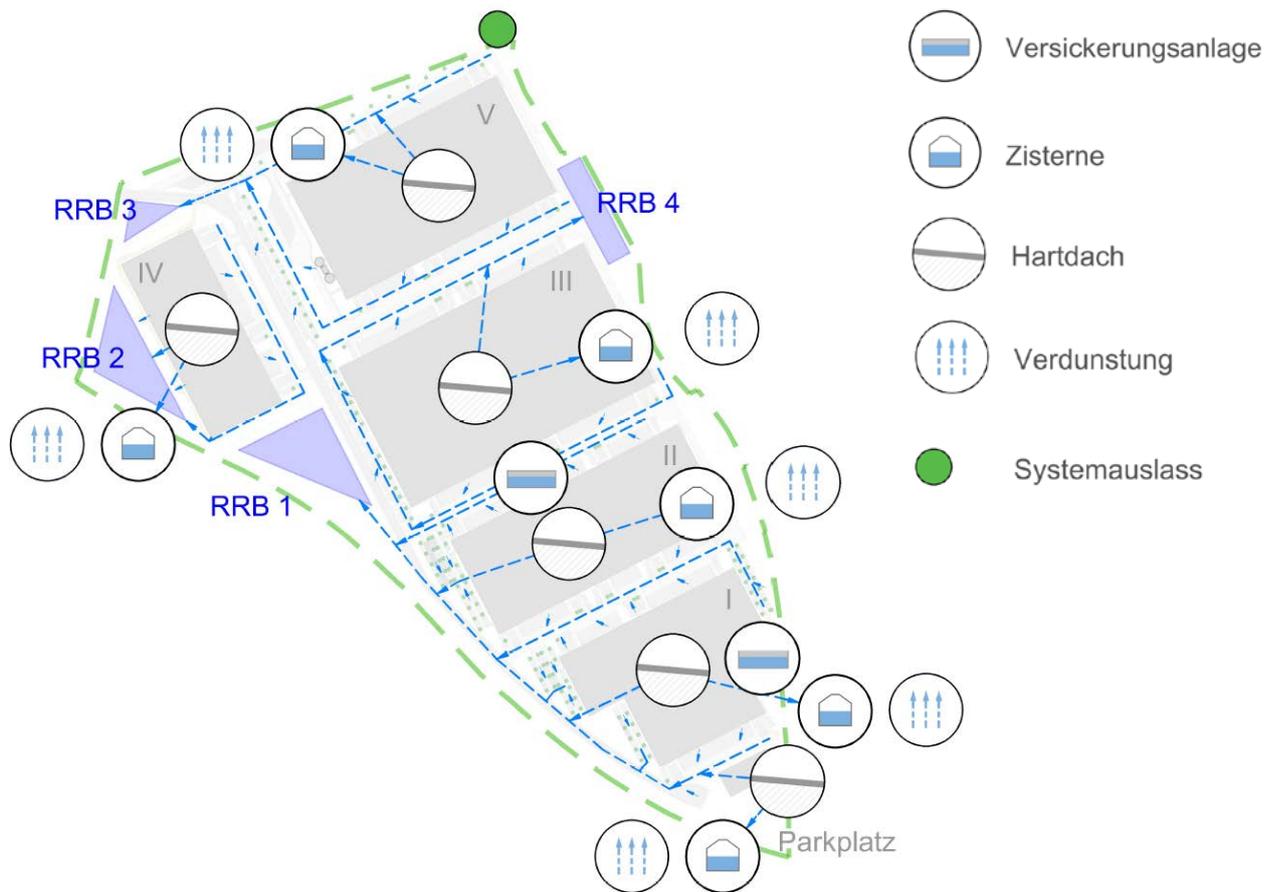


Abb. 3-3: V4 – Zisternen

Ein Teil der Dachflächen des Parkplatzes, Halle I und Halle II gelangt in Zisternen, der übrige Niederschlagswasserabfluss von den Dach und Verkehrsflächen I/II wird dem RRB 1 zugeführt. Eine Teilfläche der Halle III gelangt in eine Zisterne, die andere Teilfläche sowie Verkehrsflächen III werden dem RRB 4 zugeführt. Halle IV ist einerseits an eine Zisterne andererseits an das RRB 2, mit den übrigen Flächen des EZG IV angeschlossen. Halle V ist an eine Zisterne und an RRB 3 (einschließlich Verkehrsflächen V) angebunden.

Überlauf und Drossel der Versickerungsanlagen I sowie II/III sind an das RRB 4 angebunden. Der Drosselabfluss des RRB 1 gelangt in das Versickerungsbecken II/III,

der Überlauf in das RRB 4. Der Drosselabfluss des RRB 2 geht in Richtung RRB 1, der Überlauf in das RRB4. Der Drosselabfluss des RRB 3 geht Richtung Systemauslass, der Überlauf ist an das RRB 2 angebunden.

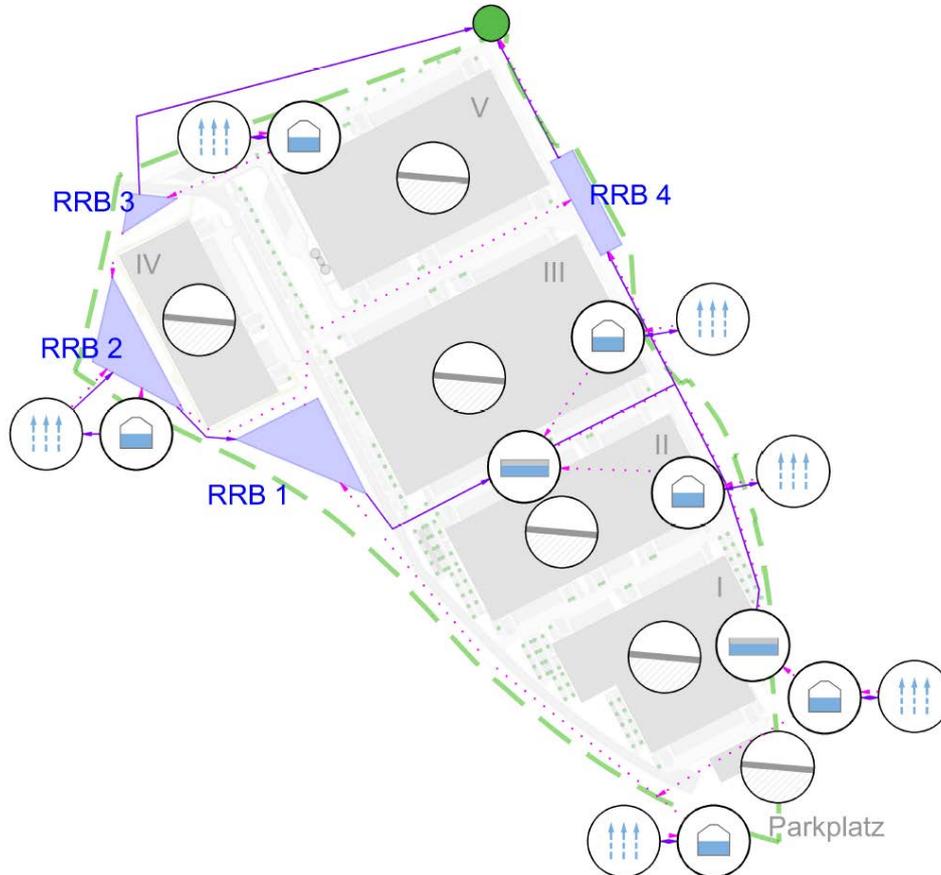


Abb. 3-13: V4 - Drossel und Überlauf

Die Drosselabflüsse wurde iterativ ermittelt und entsprechend aufgeteilt.

Tab. 3-13: V4 - Drossel und Überlauf

Bez. [-]	Drosselleistung [l/s]	Abfluss Drossel	Abfluss Überlauf
RRB 1	5	Versickerungsanlage II/III	RRB 4
RRB 2	5	RRB 1	RRB 4
RRB 3	24	Systemauslass	RRB 2
RRB 4	26	Systemauslass	Systemauslass
Versickerungsanlage I	10	RRB 4	RRB 4
Versickerungsanlage II/III	10	RRB 4	RRB 4

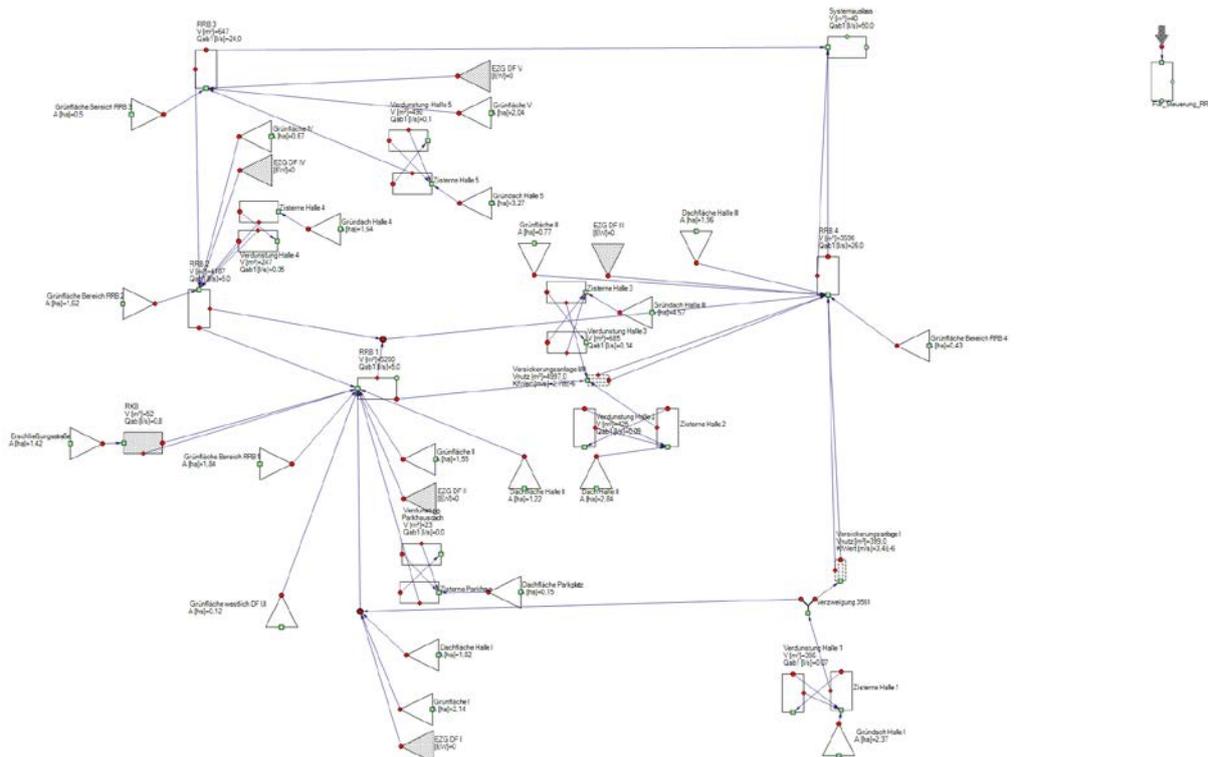


Abb. 3-14: V4 - Systemgrafik

Die Ergebnisse können der Anlage 1 *Variante_4_Zisterne_RRB_KL.pdf* entnommen werden.

3.4.1 V4 - Ergebnis RRB

Das erforderliche Volumen beträgt $10.428 \text{ m}^3 < 13.650 \text{ m}^3$ und würde rechnerisch ausreichend für die Bemessungswiederkehrzeit von $T = 10 \text{ a}$ sein. Aufgrund der Systemreserven ist eine zeitliche Steuerung des Drosselabflusses vom RRB4 möglich, wurde aber in dieser Variante nicht umgesetzt, da diese Variante nur als Vergleich zum Gründach untersucht wurde.

Tab. 3-14: V4 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m³]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m³]
RRB 1	5.200	0,1	2.418,00	2.975,00	37.462,00	0	0	0	0,02	4.029
RRB 2	4.187	0,1	2.451,00	1.868,00	10.474,00	0	0	0	0,01	2.479
RRB 3	647	0,1	1.803,00	1.237,00	3.075,00	32	37	67	1,53	2.205
RRB 4	3.596	0,1	1.622,00	1.093,00	2.363,00	0	0	0	0	1.715
Systemauslass	40	0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
<u>Gesamt</u>	<u>13.670</u>	<u>1</u>	<u>8.294</u>	<u>7.173</u>	<u>53.374</u>	<u>32</u>	<u>37</u>	<u>67</u>	<u>2</u>	<u>10.428</u>

Nachrichtlich:
 Für den Nachweis von $T=30\text{a}$ würde sich ein Volumen von ca. 13.192 m^3 ergeben.

Beispielhaft ist die statistische Auswertung des RRB 1 dargestellt. Die Diagramme aller RRB finden sich im KOSIM-Ergebnisbericht in der Anlage.

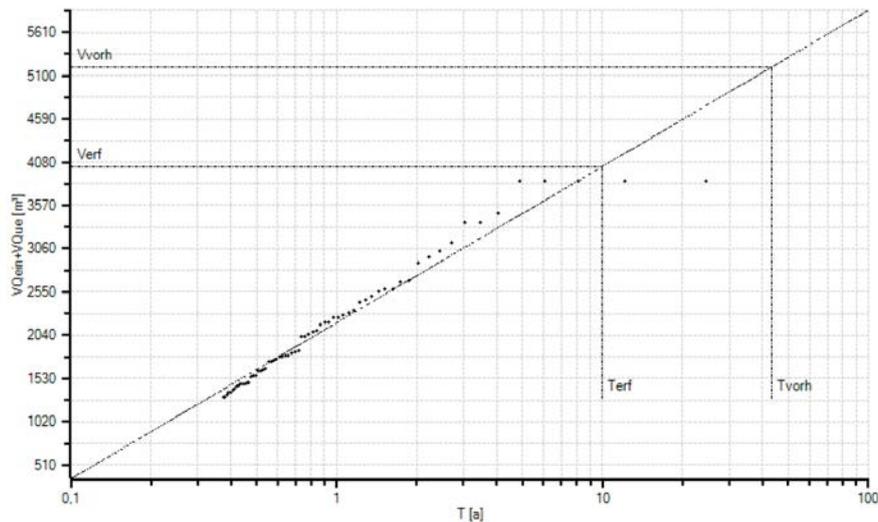


Abb. 3-15: V4 - Statistische Auswertung RRB 1

3.4.2 V4 - Ergebnis Zisternen

Tab. 3-15: V4 - Häufigkeit Zisternen (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m3]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	N,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m3]
Zisterne Parkhaus	60	1,50	193,0	5.267,0	122.593,0	28,0	791,0	4.193,0	1,45	57
Zisterne Halle 2	1.180	1,50	847,0	5.862,0	127.084,0	28,0	3.019,0	72.035,0	1,52	1.202
Zisterne Halle 4	610	1,50	1.038,0	4.958,0	103.376,0	26,0	2.977,0	71.187,0	1,50	610
Zisterne Halle 1	980	1,50	894,0	5.843,0	126.657,0	28,0	3.019,0	72.043,0	1,52	996
Zisterne Halle 3	1.940	1,50	860,0	5.936,0	128.736,0	28,0	2.969,0	70.840,0	1,52	1.976
Zisterne Halle 5	1.330	1,50	914,0	5.797,0	125.017,0	28,0	736,0	4.821,0	1,52	1.350
<u>Gesamt</u>	<u>6.100</u>	<u>9</u>	<u>4746</u>	<u>33.663</u>	<u>733.463</u>	<u>166</u>	<u>13.511</u>	<u>29.5119</u>	<u>9,03</u>	<u>6.191</u>

Um den wasserwirtschaftlichen Effekt wie bei einem Gründach zu erzielen, sind ca. 6.200 m³ Zisternenvolumen notwendig.

3.4.3 V4 - Ergebnis Rigolen

Die Leistungsfähigkeit der Rigolen ist ausreichend. Erforderlich wären ca. 3.755 m³.

Tab. 3-16: V4 - Häufigkeit Rigolen (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m3]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m3]
Versickerungsanlage I	399,00	0,20	543,0	1.157,0	18.293,0	0,0	0,0	0,0	0,04	269,98
Versickerungsanlage II/III	4.997,05	0,20	1.977,0	3.852,0	62.396,0	0,0	0,0	0,0	0,04	3.485,90
<u>Gesamt</u>	<u>5.396,06</u>	=	=	=	=	=	=	=	=	<u>3.755,88</u>

3.4.4 V4 - Ergebnis Wasserbilanz

Die Ergebnisse für die flächenbezogene Wasserbilanz kann dem KOSIM-Ergebnisbericht auf der Seite 102 entnommen werden. Zu beachten ist dabei, dass die anlagenbezogene Wasserbilanz (S. 103) im KOSIM nicht korrekt ausgegeben wird und daher separat berechnet wurde.

Tab. 3-17: V4 – Ergebnisse Wasserbilanz

Abfluss VQR [m³/a]	Flächenbezogene Wasserbilanz			Anlagenbezogene Wasserbilanz					
	Versickerung (GWN)	Verdunstung (ETa)	Direktabfluss [mm]	Versickerung [m³]	Verdunstung (ETa) [m³]	Gebietsabfluss	Anlagen-Versickerung [mm/a]	Anlagen-Verdunstung (ETa) [mm/a]	Gebietsabfluss [mm/a]
103.075	91,1	208	228	36489	35625	30.540	81	79	68

- Verdunstung: ca. 54 % → Ziel 70% Abweichung **-22%**
- Versickerung: ca. 33 % → Ziel 22 % Abweichung **+50%**
- Abfluss ca. 13 % → Ziel 8% Abweichung **+62 %**

Fazit: Die Variante entspricht annähernd den a.a.R.d.T, die Verzögerung des Abflusses in die Kiesgrube kann nicht sichergestellt werden, dafür fehlen die Reserven im RRB System.

3.5 Variante 5 – Blau-Grünes RW-Management

Es wird ein auf dem Markt verfügbares Regenwasserbewirtschaftungselement kombiniert. Das Niederschlagswasser wird auf 70% der Dächer über Gründachelemente zurückgehalten (V2) und anschließend über Mulden-Kaskaden (V3) dem RRB zugeführt. Diese werden in den ersten 50 cm als Retentionsraum für die Bewässerung der Gründächer und Muldenelemente genutzt. Es können später auch noch weitere Grünflächen beregnet werden. Die Steuerung des RRB 4 ist so programmiert, dass sich die Drossel erst 24h nach dem Ende des letzten Regenereignisses öffnet. Ziel der Variante ist es, sich möglichst nah an den natürlichen Wasserhaushalt anzunähern.

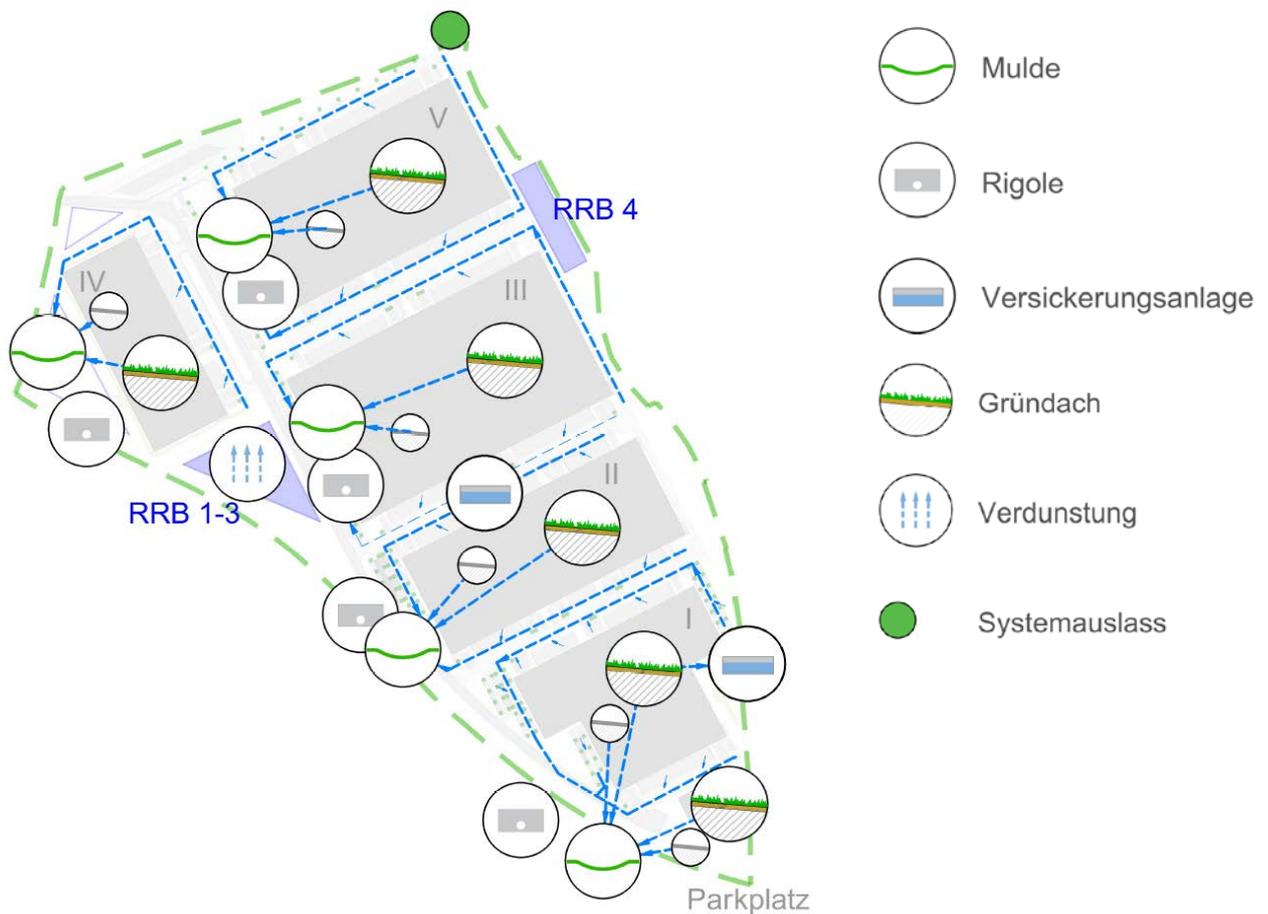


Abb. 3-4: V5 – Blau-Grünes RW-Management

Die Flächen der EZG I bis V, bestehend aus Grün- und Hartdach sowie Verkehrsflächen entwässern über Mulden-Rigolen mit Anschluss an das RRB 1-3. Das Gründach von Halle I ist direkt an die Versickerungsanlage I angeschlossen.

Überlauf und Drossel der Versickerungsanlagen I sowie II/III und RRB 1-3 sind an das RRB 4 angebunden.

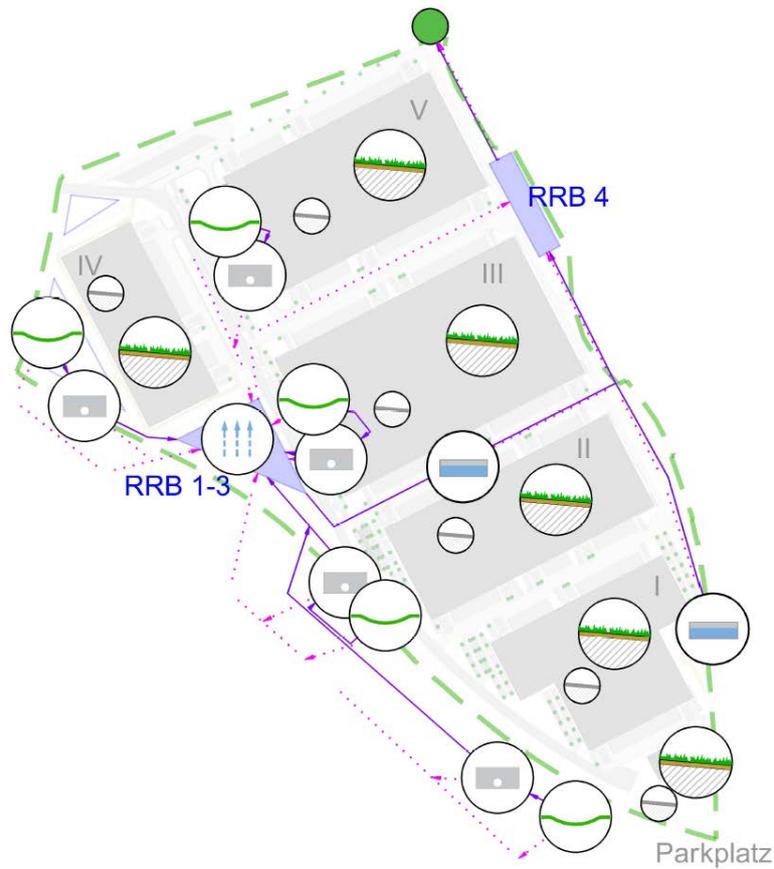


Abb. 3-16: V5 - Drossel und Überlauf

Die Drosselabflüsse wurde iterativ ermittelt und entsprechend aufgeteilt.

Tab. 3-18: V5 - Drossel und Überlauf

Bez. [-]	Drosselleistung [l/s]	Abfluss Drossel	Abfluss Überlauf
RRB 1-3	1: 2: 21	Versickerungsanlage II/III Beregnung	RRB 4
RRB 4	4	Systemauslass	Systemauslass
Rigole EZG I	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG II	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG III	10	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG IV	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG V	30	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Versickerungsanlage I	10	RRB 4	RRB 4
Versickerungsanlage II/III	10	RRB 4	RRB 4

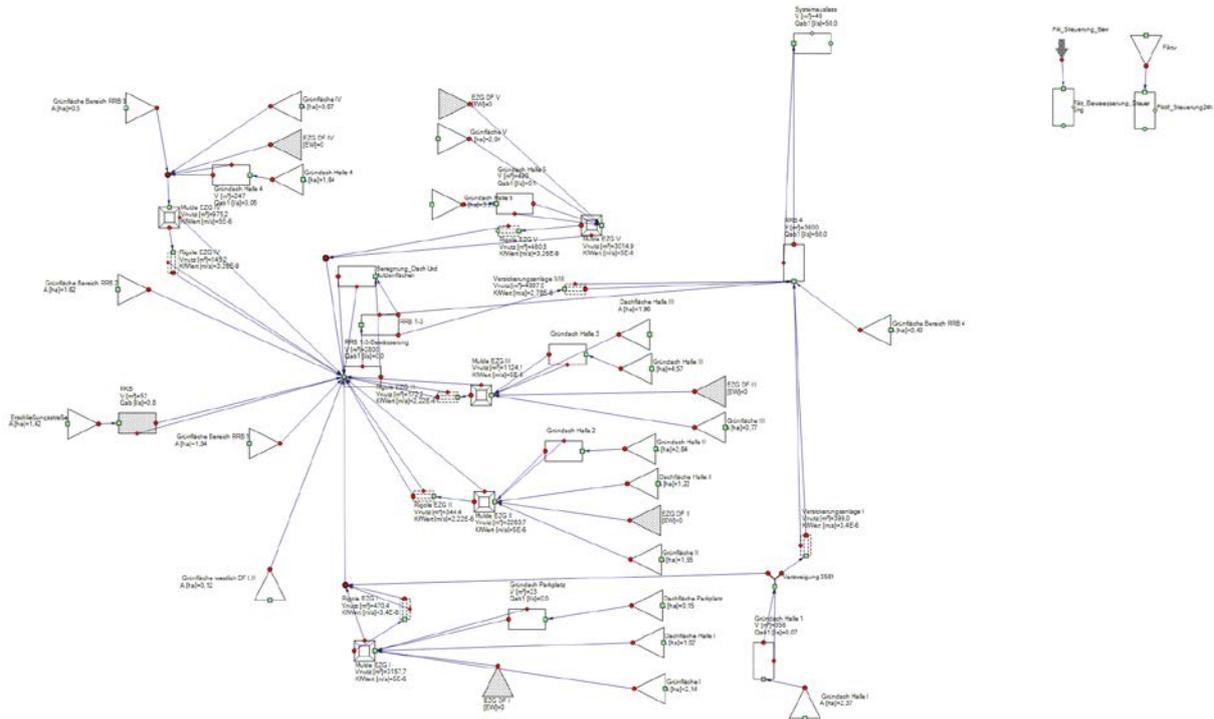


Abb. 3-17: V5 - Systemgrafik

Die Ergebnisse können der Anlage 1 *Variante_5_Gründach_GF_Beregnung_RRB_KL.pdf* entnommen werden.

3.5.1 V5 - Ergebnis RRB

Das erforderliche Volumen von $7.027 \text{ m}^3 + 2.800 \text{ m}^3$ Dauerstau = $9.827 \text{ m}^3 < 13.650 \text{ m}^3$ würde rechnerisch ausreichend sein für die Bemessungswiederkehrzeit von $T = 10 \text{ a}$. Aufgrund der Systemreserven ist eine zeitliche Steuerung des Drosselabflusses vom RRB4 möglich und wurde in dieser Variante umgesetzt. Es gibt noch **deutliche Systemreserven die in den weiteren Planungsschritten** optimiert werden können.

Tab. 3-19: V5 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m³]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m³]
RRB 4	3.600	0,10	183,0	231,0	2.106,0	0,0	0,0	0,0	0,05	2.919
RRB 1-3	4.824	0,10	44,0	77,0	869,0	2,0	3,0	23,0	0,06	4.108
Systemauslass	40	0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0
<u>Gesamt</u>	<u>8.424</u>		<u>227</u>	<u>308</u>	<u>2.975</u>	<u>1</u>	<u>1</u>	<u>5</u>	<u>0</u>	<u>7.027</u>

Nachrichtlich:

Für den Nachweis von $T = 30 \text{ a}$ würde sich ein Volumen von ca. 12.721 m^3 ergeben.

Beispielhaft ist die statistische Auswertung des RRB 1-3 dargestellt. Die Diagramme aller RRB finden sich im KOSIM-Ergebnisbericht in der Anlage.

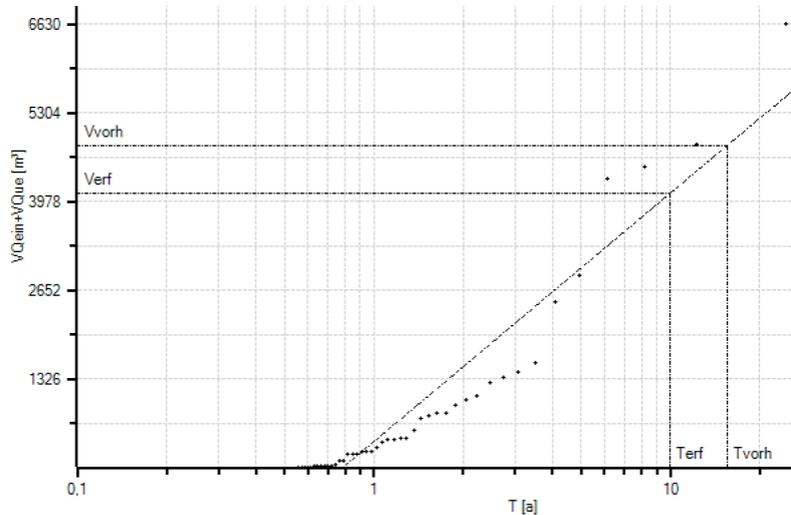


Abb. 3-18: V5 - Statistische Auswertung RRB 1-3

3.5.2 V5 - Ergebnis Rigolen

Die Leistungsfähigkeit der Rigolen wird überschritten. Erforderlich wären ca. 8.694 m³. Da die Wirkung im Verbund mit den RRB's zu sehen ist, kann festgestellt werden, dass das System RRB-Rigole den angestrebten Bemessungsfall genügt. Auch eine teilweise Beschickung der Rigole über eine Wasserweiche ist möglich.

Tab. 3-20: V5 - Häufigkeit Rigolen (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m ³]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m ³]
Versickerungsanlage I	399,00	0,20	175,0	773,0	14.683,0	2,0	2,0	1,0	0,13	355,42
Versickerungsanlage II/III	4.997,05	0,20	692,0	2.658,0	49.898,0	17,0	41,0	402,0	0,74	8.338,51
<u>Gesamt</u>	<u>5396,05</u>									<u>8.693,93</u>

3.5.3 V5 - Ergebnis Wasserbilanz

Die Ergebnisse für die flächenbezogene Wasserbilanz kann dem KOSIM-Ergebnisbericht auf der Seite 112 entnommen werden. Zu beachten ist dabei, dass die anlagenbezogene Wasserbilanz (S. 113) im KOSIM nicht korrekt ausgegeben wird und daher separat berechnet wurde.

Tab. 3-21: V5 – Ergebnisse Wasserbilanz

Abfluss VOR [m³/a]	Flächenbezogene Wasserbilanz			Anlagenbezogene Wasserbilanz					
	Versickererung (GWN)	Verdunstung (ETa)	Direktabfluss [mm]	Versickererung [m³]	Verdunstung (ETa) [m³]	Gebietsabfluss	Anlagen-Versickererung [mm/a]	Anlagen-Verdunstung (ETa) [mm/a]	Gebietsabfluss [mm/a]
103.102	91	208,5	228	29.434	59.591	13.629	65	132	30

Bezogen auf das EZG der Reide ergibt sich folgende Verteilung:

- Verdunstung: ca. 66 % → Ziel 70% Abweichung **-7%**
- Versickerung: ca. 33 % → Ziel 22 % Abweichung **+36%**
- Abfluss ca. 1 % → Ziel 8% Abweichung **-25 %**

Fazit: Die Variante entspricht den a.a.R.d.T, die Verzögerung des Abflusses in die Kiesgrube kann sichergestellt werden. Die Variante kann noch optimiert werden, z.B. das Rigolenvolumen verringert werden, da der Versickerungsanteil noch zu hoch ist. Ebenfalls kann die Verdunstung noch vergrößert werden, wenn noch weitere Grünflächen beregnet werden. Dies sollte in den nächsten Planungsschritten vorgenommen werden, wenn sich die Rahmenbedingungen konkretisieren.

3.6 Variante 6 – Blau-Grünes RW-Management - Abflusslos

Es wird ein auf dem Markt verfügbares Regenwasserbewirtschaftungselement kombiniert. Das Niederschlagswasser wird auf 70% der Dächer über 70 % aller Gründachelemente zurückgehalten und anschließend über drainierte Mulden-Kaskaden dem RRB zugeführt. Diese werden in den ersten 50 cm als Retentionsraum für die Bewässerung der Gründächer und Muldenelemente (70% aller Grünflächen) genutzt. Es können später auch noch ggf. weitere Grünflächen beregnet werden. Die Steuerung des RRB 4 ist so programmiert, dass beim Erreichen der Vollfüllung bis zu 50 l/s in das zentrale RRB 1-3 zurückgefördert werden kann. Dadurch wird sichergestellt, dass kein Abfluss im Regelbetrieb aus dem B-Plan Gebiet gelangt. Weiterhin werden in dieser Variante, wie in V5 2.800 m³ vom RRB 1-3 als Bewässerungsvolumen für eine wöchentliche Bewässerung der Dach- und Grünflächen herangezogen. Wenn infolge von Niederschlag das gewöhnliche Rückhaltevolumen vom RRB1-3 aktiviert wird, werden zusätzlich 26,6 l/s aus dem RRB 1-3 für die Bewässerung der Dach und Grünflächen herangezogen. Dies entspricht einer Niederschlagshöhe von 10 mm/d. Ziel der Variante ist es, ein abflussloses Grundstück bis zu einer Wiederkehrzeit von 30a sicherzustellen.

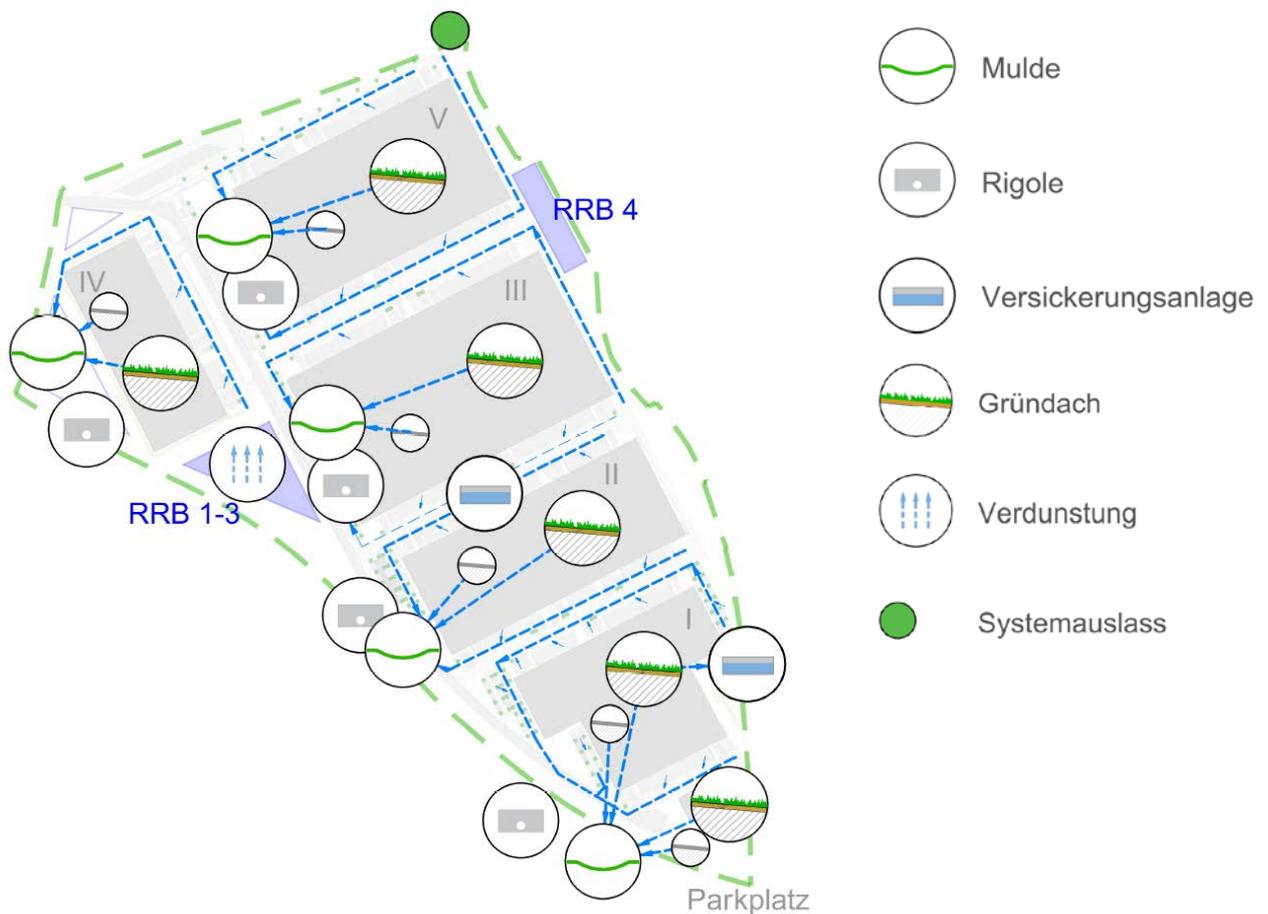


Abb. 3-5: V6 – Blau-Grünes RW-Management

Die Flächen der EZG I bis V, bestehend aus Grün- und Hartdach sowie Verkehrsflächen entwässern über Mulden-Rigolen mit Anschluss an das RRB 1-3. Das Gründach von Halle I ist direkt an die Versickerungsanlage I angeschlossen.

Gegenüber der Variante 5, werden 70% aller Grünflächen als drainierte Mulden-Kaskaden ausgebildet.

Überlauf und Drossel der Versickerungsanlagen I sowie II/III und RRB 1-3 sind an das RRB 4 angebunden.

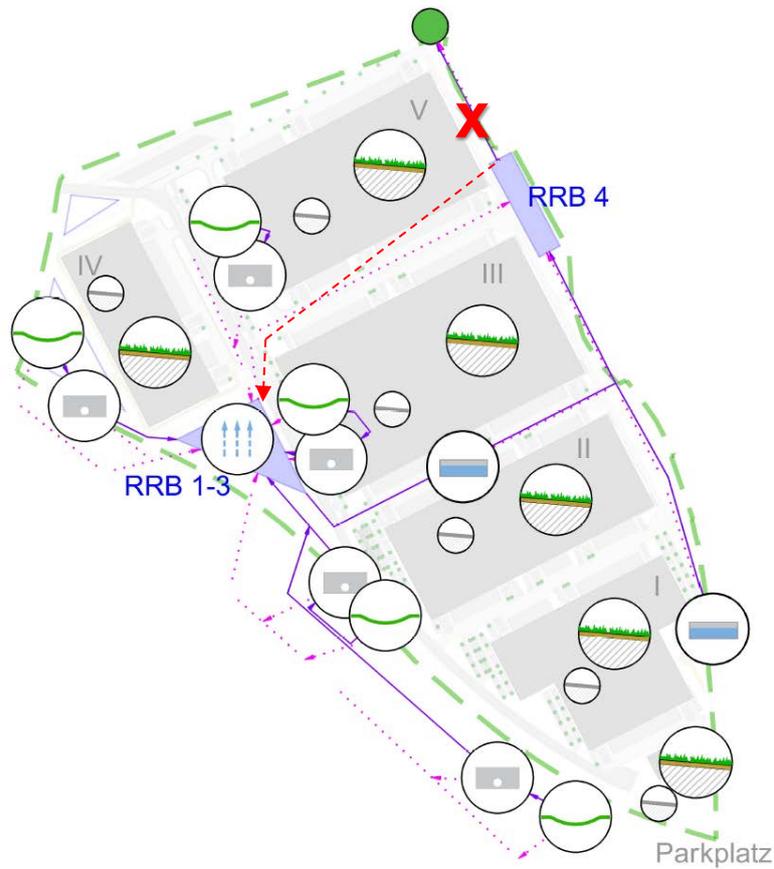


Abb. 3-19: V6 - Drossel und Überlauf

Die Drosselabflüsse wurden iterativ ermittelt und entsprechend aufgeteilt.

Tab. 3-22: V6 - Drossel und Überlauf

Bez. [-]	Drosselleistung [l/s]	Abfluss Drossel	Abfluss Überlauf
RRB 1-3	1: 40 2: 26,6	Versickerungsanlage II/III Beregnung	RRB 4
RRB 4	50	RRB 1-3-Bewässerung	Systemauslass
Rigole EZG I	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG II	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG III	10	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG IV	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole EZG V	30	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole GF Bereich RRB 2	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole GF Bereich RRB 1	25	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Rigole GF westlich DF I,II	10	RRB 1-3-Bewässerung	RRB 1-3-Bewässerung
Versickerungsanlage I	10	RRB 4	RRB 4
Versickerungsanlage II/III	10	RRB 4	RRB 4

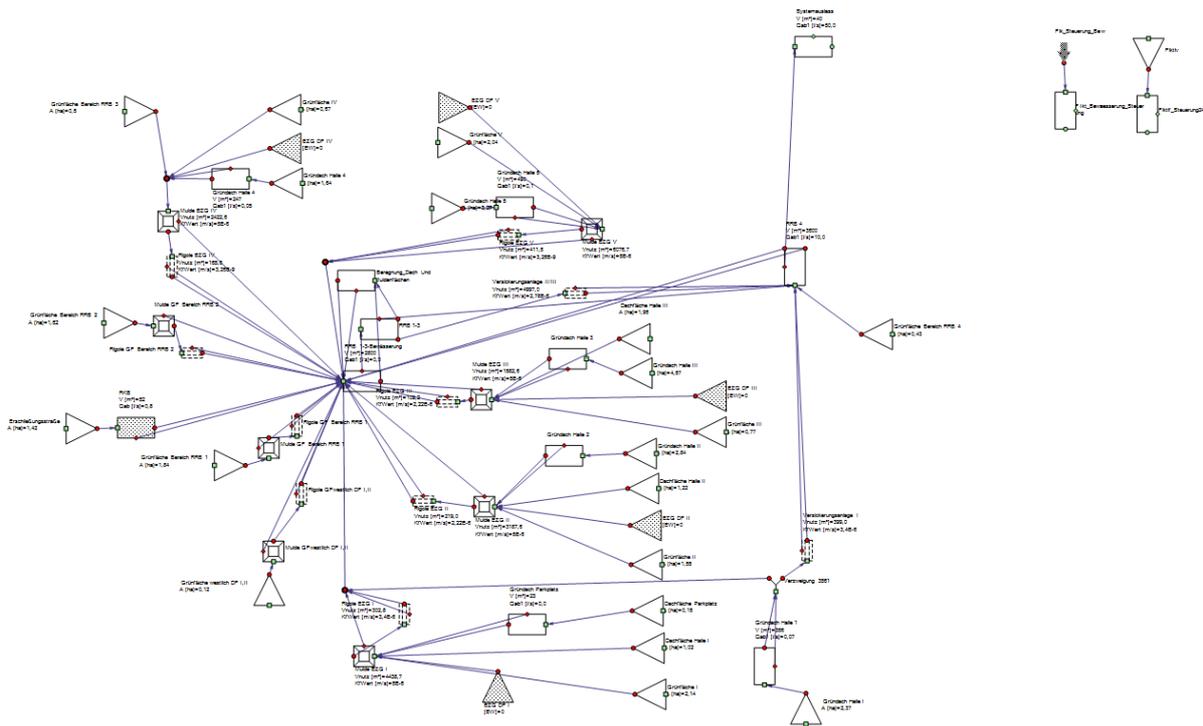


Abb. 3-20: V6 - Systemgrafik

Die Ergebnisse können der Anlage 1

Variante_6_Gründach_GF_Beregnung_RRB_Ablflusslos.pdf entnommen werden.

3.6.1 V6 - Ergebnis RRB

Das erforderliche Volumen von $4.580 \text{ m}^3 + 2.800 \text{ m}^3$ Dauerstau = $7.380 \text{ m}^3 < 13.650 \text{ m}^3$ würde rechnerisch ausreichend sein für die Bemessungswiederkehrzeit von $T = 10 \text{ a}$. Für die Zielstellung Abflusslos bis $T=30\text{a}$, wird ein erforderliches Volumen von $6.710 \text{ m}^3 + 2.800 \text{ m}^3$ Dauerstau = $9.510 \text{ m}^3 < 13.650 \text{ m}^3$ rechnerisch ausreichend sein. Die Verminderung des erforderlichen RRB-Volumens gegenüber V5 erklärt sich durch die Erhöhung des Anteils der drainierten Mulden-Kaskaden auf 70% aller Grünflächen. Durch werden ca. 25.000 m^3 Muldenvolumen aktiviert. In den nächsten Planungsschritten, wenn sich die Planungsrandbedingungen weiter konkretisiert haben, wird eine Optimierung der RRB- und Muldenvolumina sowie der Bewässerung empfohlen.

Tab. 3-23: V6 - Häufigkeit Regenrückhaltebecken (Menge) Auswertung für $T=30\text{a}$

Bez.	Vvorh	n,erf	n,ein	n,ein,d	Tein	n,ue	n,ue,d	Tue	n,vorh	Verf
[-]	[m³]	[1/a]	[-]	[d]	[h]	[-]	[d]	[h]	[1/a]	[m³]
RRB 4	3.600	0,03	30,0	72,0	1.064,0	0,0	0,0	0,0	0,04	3.683
RRB 1-3	4.824	0,03	38,0	64,0	805,0	3,0	5,0	39,0	0,09	6.710
Systemauslass	40	0,20	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0
<u>Gesamt</u>	<u>8.424</u>		<u>68,0</u>	<u>136</u>	<u>1.869</u>	<u>3</u>	<u>5</u>	<u>39</u>	<u>0</u>	<u>10.393</u>

Beispielhaft ist die statistische Auswertung des RRB 4 und RRB 1-3 dargestellt. Die Diagramme aller RRB finden sich im KOSIM-Ergebnisbericht in der Anlage.

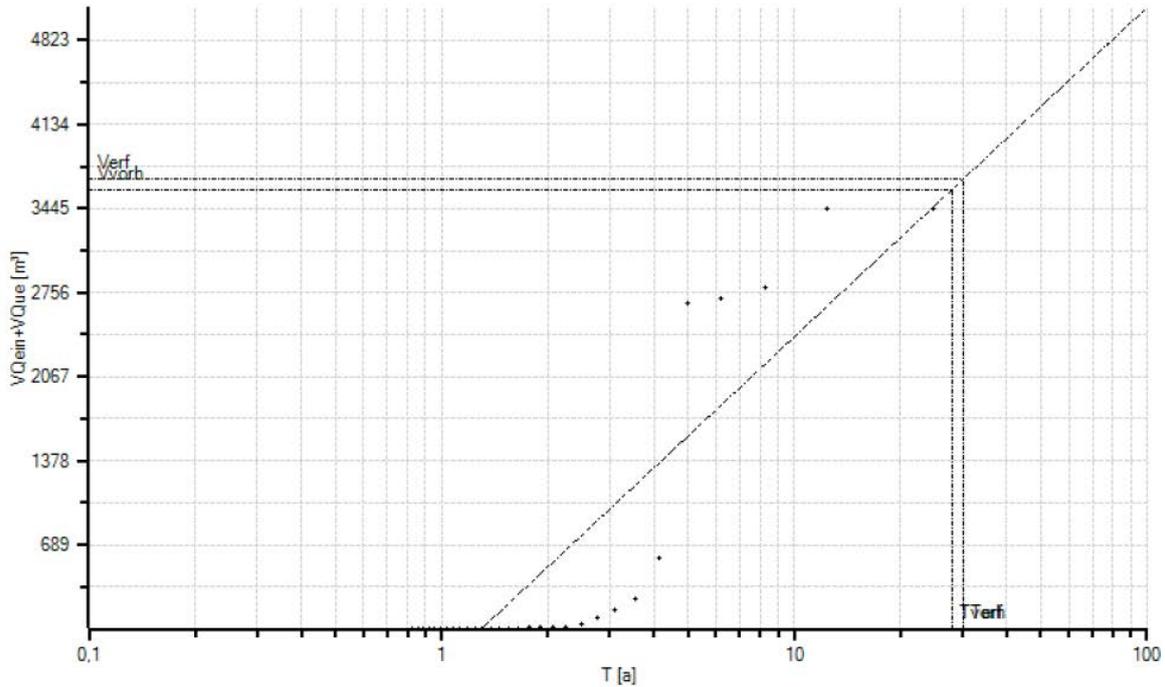


Abb. 3-21: V6 - Statistische Auswertung RRB 4 (T=30a)

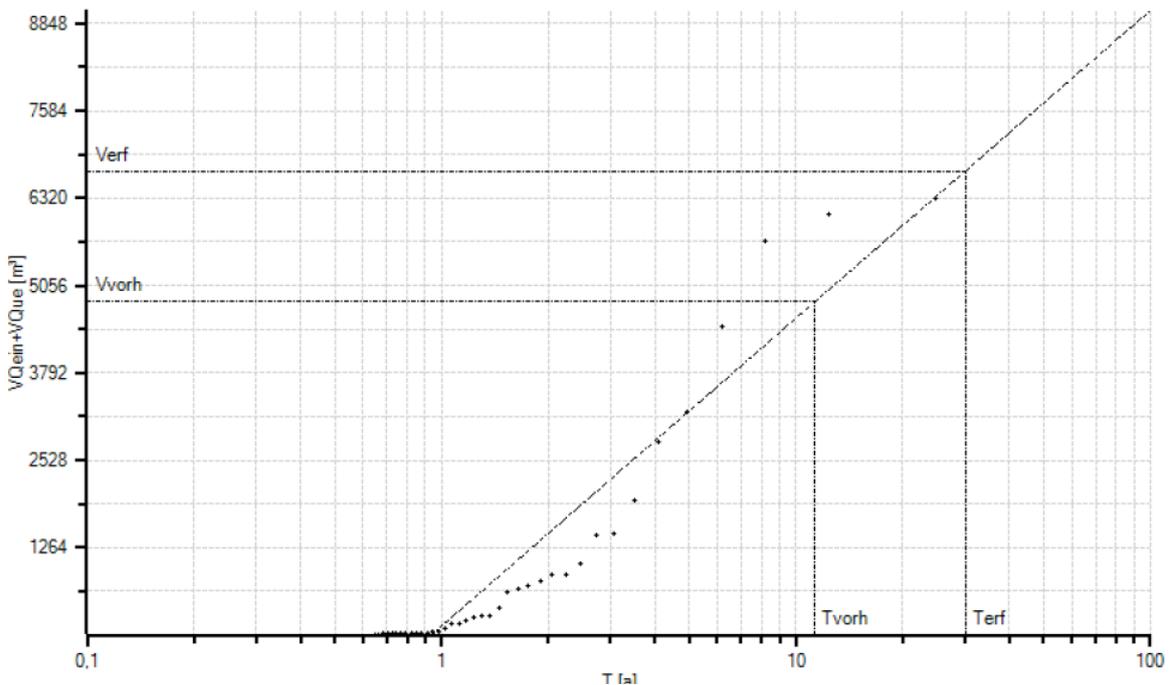


Abb. 3-22: V6 - Statistische Auswertung RRB 1-3 (T=30a)

3.6.2 V6 - Ergebnis Rigolen

Die Leistungsfähigkeit der Rigolen wird überschritten. Erforderlich wären ca. 8.694 m³. Da die Wirkung im Verbund mit den RRB's zu sehen ist, kann festgestellt werden, dass das System RRB-Rigole den angestrebten Bemessungsfall genügt. Auch eine teilweise Beschickung der Rigole über eine Wasserweiche ist möglich.

Tab. 3-24: V6 - Häufigkeit Rigolen (Menge)

Bez. [-]	Vvorh [m3]	n,erf [1/a]	n,ein [-]	n,ein,d [d]	Tein [h]	n,ue [-]	n,ue,d [d]	Tue [h]	n,vorh [1/a]	Verf [m3]
Versickerungsanlage I	399,00	0,20	175,0	773,0	14.683,0	2,0	2,0	1,0	0,13	355,42
Versickerungsanlage II/III	4.997,05	0,20	509,0	1.741,0	31.605,0	7,0	23,0	301,0	0,46	7.021,13
Gesamt	5.396,05									7.376,55

Durch die drainierten Mulden-Kaskaden werden unterhalb der Mulden ca. 2.100 m³ „Rigolenvolumen“ geschaffen.

3.6.3 V6 - Ergebnis Wasserbilanz

Die Ergebnisse für die flächenbezogene Wasserbilanz kann dem KOSIM-Ergebnisbericht auf der Seite 112 entnommen werden. Zu beachten ist dabei, dass die anlagenbezogene Wasserbilanz (S. 113) im KOSIM nicht korrekt ausgegeben wird und daher separat berechnet wurde.

Tab. 3-25: V6 – Ergebnisse Wasserbilanz

Abfluss VOR [m³/a]	Flächenbezogene Wasserbilanz			Anlagenbezogene Wasserbilanz					
	Versickerung (GWN)	Verdunstung (ETa)	Direktabfluss [mm]	Versickerung [m³]	Verdunstung (ETa) [m³]	Gebietsabfluss	Anlagen-Versickerung [mm/a]	Anlagen-Verdunstung (ETa) [mm/a]	Gebietsabfluss [mm/a]
103.102	91	208,5	228	32243	70.859	0	72	157	-

Bezogen auf das EZG der Reide ergibt sich folgende Verteilung:

- Verdunstung: ca. 69 % → Ziel 70% Abweichung **-1%**
- Versickerung: ca. 31 % → Ziel 22 % Abweichung **+41%**
- Abfluss ca. 0 % → Ziel 8% Abweichung **-100 %**

Fazit: Die Variante entspricht den a.a.R.d.T, der Abfluss aus dem Untersuchungsgebiet wird bis zum 30 jährigem Ereignis auf null reduziert. Die Variante kann noch optimiert werden, z.B. das Muldenvolumen verringert werden, wenn es kostentechnisch erforderlich erscheint. Dies sollte in den nächsten Planungsschritten vorgenommen werden, wenn sich die Rahmenbedingungen konkretisieren.

4 Zusammenfassung

Es wurde eine Variantenuntersuchung zur gesicherten RW-Bewirtschaftung im Airportpark 2, unter Einhaltung des natürlichen Wasserhaushaltes unter Berücksichtigung des Arbeitsblattes DWA-A 100 und DWA-M102-4, unter folgenden Zielstellungen durchgeführt:

- Variante 1: Hartdach, ohne Blau-Grüne Infrastruktur
- Variante 2: Gründach 70 %
- Variante 3: Grünflächenkaskaden 50 %
- Variante 4: Zisternen, als Ersatz für Gründächer
- Variante 5: Blau-Grünes Regenwassermanagement
- Variante 6: Blau-Grünes Regenwassermanagement - Abflusslos

Die Ergebnisse der einzelnen Varianten bezogen auf das erforderliche Volumen der Regenrückhaltebecken und Rigolen sind in den nachfolgenden Tabellen gegenübergestellt.

Tab. 4-1: Zusammenfassung Regenrückhaltebecken (Menge)

Bezeichnung [-]	V1 Verf [m³]	V2 Verf [m³]	V3 Verf [m³]	V4 Verf [m³]	V5 Verf [m³]	V6 Verf [m³]
RRB 1	5.624	4.366	5.227	4.029	4.108 (+2800)	6.710 (+2800)
RRB 2	4.323	3.788	4.134	2.479		
RRB 3	1.026	3.160	621	2.205		
RRB 4	4.908	2.051	2.323	1.715	2.919	3.683
<u>gesamt</u>	<u>17.283</u>	<u>13.365</u>	<u>12.305</u>	<u>10.428</u>	<u>9.827</u>	<u>13.193</u>

Tab. 4-2: Zusammenfassung Rigolen (Menge)

Bezeichnung [-]	V1 Verf [m³]	V2 Verf [m³]	V3 Verf [m³]	V4 Verf [m³]	V5 Verf [m³]	V6 Verf [m³]
Versickerungsanlage I	349,29	355,42	5.132,94	269,98	355,42	355,42
Versickerungsanlage II/III	6.750,83	5.474,56	399,00	3.485,90	8.338,51	7.021,13
<u>gesamt</u>	<u>7.100,12</u>	<u>5.829,98</u>	<u>5.531,94</u>	<u>3.755,88</u>	<u>8.693,93</u>	<u>7.376,55</u>

- Variante 1: entspricht nicht den a.a.R.d.T, das Volumen wäre nicht ausreichend.
- Variante 2: Anforderungen werden annähernd erreicht, eine Verzögerung des Abfluss kann jedoch nicht sichergestellt werden.

- Variante 3: Anforderungen werden annähernd erreicht, eine Verzögerung des Abflusses kann sichergestellt werden.
- Variante 4: Anforderungen werden annähernd erreicht, die Verzögerung des Abflusses in die Kiesgrube kann nicht sichergestellt werden.
- Variante 5: entspricht den Anforderungen. Die Verzögerung des Abflusses kann sichergestellt werden. Optimierungspotential ist vorhanden.
- Variante 6: entspricht den Anforderungen. Optimierungspotential ist vorhanden.

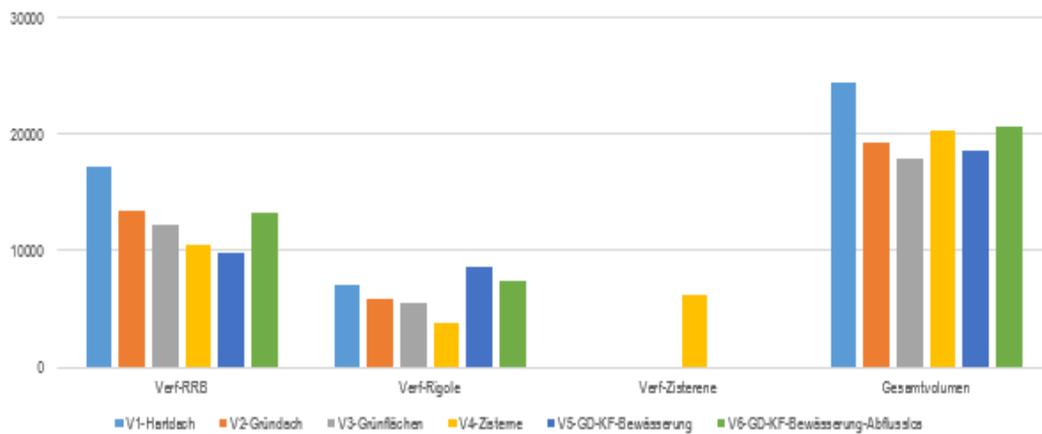


Abb. 4-1: erforderliches techn. Volumen – ohne Geländemulden

In dem Teileinzugsgebiet der Reide erfolgt nach Wasserhaushaltsportal eine Verdunstung von ca. 70 %, während ca. 22 % des Niederschlages versickern. Zum Abfluss gelangen dann ca. 8 %.

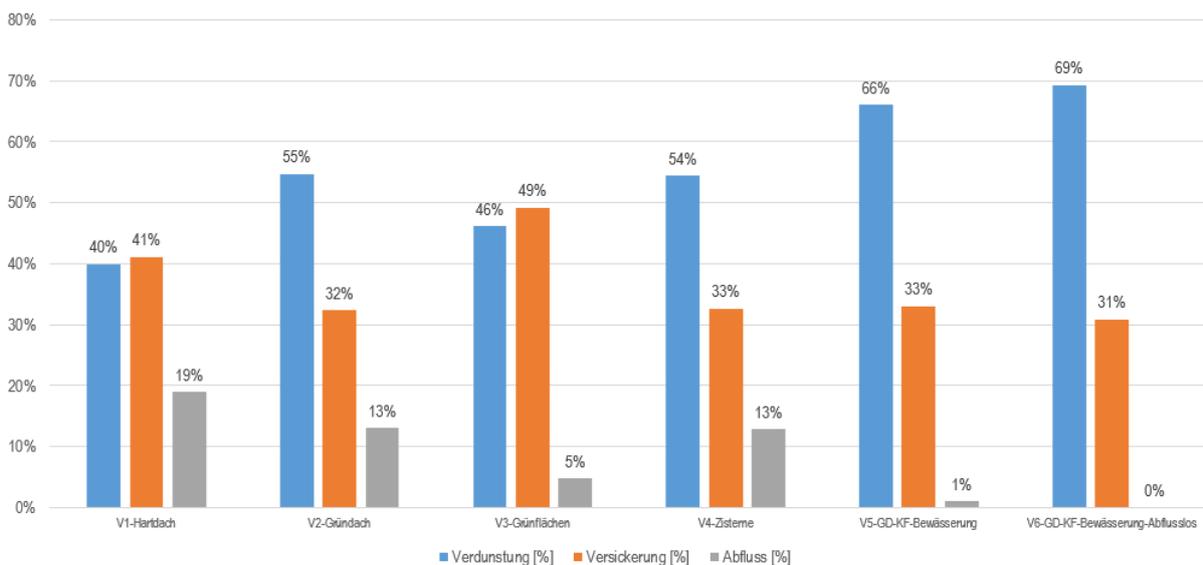


Abb. 4-2: Wasserbilanz der Varianten

Auswertung zeitlicher Verlauf

Die Varianten 3 und 5 können mit einer zeitlichen Steuerung sicherstellen, dass erst nach 24h nach einem Regenereignis das Wasser an das angrenzende Entwässerungssystem abgegeben werden kann.

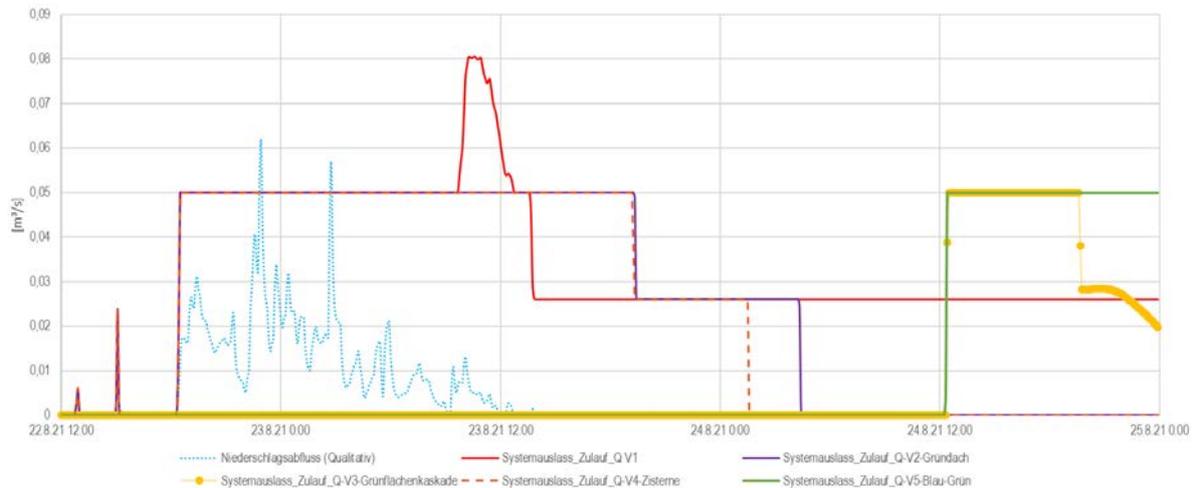


Abb. 4-3: Zeitlicher Verlauf der Varianten

Die Variante 5 sollte auf der Grundlage der sich präzisierenden Randbedingungen, planerisch optimiert werden. Sie entspricht der heutigen modernen Siedlungswasserwirtschaft. Weiterhin wird empfohlen eine 2D Starkregensimulation durchzuführen, um Flutwege im B-Plangebiet einzurichten und zu optimieren.

Die Variante 6 stellt die Möglichkeit dar, das B-Plan Gebiet abflusslos auszuführen, ohne die Kiesgrube im Regelbetrieb (bis T=30a) zu beanspruchen.

Bearbeiter:

Tilo Sahlbach, M.Sc.
 Katrin Krause, Dipl. Ing. (FH)