

Datum: 18.3.2024

Betreuung: NW

Projekt: 018.087

Umsetzung des örtlichen Starkregen- und Hochwasservorsorgekonzeptes, Außengebietsentwässerung Balduinstein

Machbarkeitsstudie

Auftraggeber:

Ortsgemeinde Balduinstein
Bahnhofstraße 15
65558 Balduinstein

Verfasser:

artec Ingenieurgesellschaft
Hoenbergstraße 6
65555 Limburg-Offheim

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Tabellenverzeichnis	II
Abbildungsverzeichnis	II
Planverzeichnis	II
1 Allgemeines/ Veranlassung.....	1
2 Zielsetzung.....	1
3 Grundlagen	2
4 Beschreibung	2
4.1 Bestand	2
4.2 Ansatz	8
4.3 Maßnahmenliste.....	9
5 Abschätzung Abflussganglinie	10
5.1 Auswahl des Regenereignisses	10
5.2 Gebietskenngrößen.....	11
5.3 Retentionsparameter und Aufteilungsfaktoren	12
5.4 Abflusskonzentration und Abflussganglinie	12
5.5 Dimensionierung Kanal & Graben	13
6 Kostenschätzung.....	14

Verfasser, Limburg den 18.3.2024



M. Sc. Niklas Weis
artec Ingenieurgesellschaft

Tabellenverzeichnis

Tabelle 4.1: Maßnahmenliste	9
Tabelle 5.1: Auswahl Regenereignisse/ Niederschlagshöhe	11
Tabelle 5.2: Gebietskenngrößen, Außeneinzugsgebiet Hausen.....	12
Tabelle 5.3: Vollfüllungsleistung, 1,0 %	13
Tabelle 5.4: Gleichförmiger Abfluss in prismatischem Gerinne	13
Tabelle 6.1: Kostenschätzung Maßnahmen	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4.1: Übersichtskarte mit Beschriftung	3
Abbildung 4.2: Wirtschaftsweg mit Graben.....	3
Abbildung 4.3: Außengebiet oberhalb Hausen (li) & Einlaufbauwerk (re)	4
Abbildung 4.4: Wirtschaftsweg/ Erosion (li) & Auswirkung „Am Rießberg 8a“ (re).....	4
Abbildung 4.5: li. Einlaufbauwerk Straßenentwässerung Kreuzung „Auf der Ecke“/ K25; re. Einlaufbauwerk Bachlauf K25	5
Abbildung 4.6: Einlaufbauwerk Graben Kreuzung „Auf der Ecke“/K25	5
Abbildung 4.7: Retentionsfläche 1 „Am Stollen“ mit Ablaufschacht	6
Abbildung 4.8: Retentionsfläche 2 „Am Stollen“ ohne Ablauf	6
Abbildung 4.9: Sturzflutkarte Hausen SRI 7 1 h	7
Abbildung 5.1: Abflussganglinie, Außeneinzugsgebiet Hausen.....	12

Planverzeichnis

Planart	Maßstab	Blatt Nr.
Lageplan 1	1 : 2.000	1.01
Lageplan 2	1 : 2.000	1.02
Lageplan 1 mit Flurstücken OG	1 : 2.000	1.03
Lageplan 2 mit Flurstücken OG	1 : 2.000	1.04
Längsschnitt Graben	1 : 1.000	2.01

1 Allgemeines/ Veranlassung

In den kommenden Jahren ist aufgrund des Klimawandels mit einer Zunahme der extremen Wetterereignisse zu rechnen. Starkregenereignisse führen zu pluvialen Überflutungen in Form von Sturzfluten und können zu Sach-, gar Personenschäden führen. Jene Starkregenereignisse können prinzipiell überall in wechselnden Intensitäten auftreten, sind besonders schwierig zeitlich vorherzusehen und grundsätzlich nicht vermeidbar!

Insbesondere wenn Böden gefroren sind, kein Wasser infiltrieren kann, oder wenn das Porensystem des Bodens durch vorausgehende Niederschläge oder hohen Grundwasserstand bereits vollständig wassergesättigt ist, also kein weiteres Wasser mehr aufgenommen werden kann, gelangt der gesamte Niederschlag unmittelbar in den Oberflächenabfluss, was zu einem schnellen Anstieg des Abflusses beiträgt.

Im September 2023 kam es zu einem solchen Ereignis. Vor Hausen sammelte sich auf den landwirtschaftlich genutzten Fläche der Oberflächenabfluss und floss teils wild in Richtung Wohnbebauung ab. Hierbei kam es maßgeblich zu Schäden in Bereich den Straßen „Am Rießberg“, „Brühlstraße“ sowie „Hauptstraße/ Burgweg“.

Um sich für die Zukunft besser auf solche extreme Wetterereignisse vorzubereiten und das Schadenspotential so gering wie möglich zu halten, wurde seitens der Landesregierung in Mainz die Erstellung örtlicher Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepte angeregt. Für die Verbandsgemeinde Diez liegt eine solches Vorsorgekonzept seit dem Oktober 2021 vor. Für die Gemarkung Balduinsteinst werden verschiedene Vorsorgemaßnahmen vorgeschlagen.

Im Zuge der hiermit zur Vorlage kommenden Machbarkeitsstudie soll geprüft werden, inwiefern durch gezielte Maßnahmen im Außengebiet Abflüsse an der Ortslage vorbeigeführt, zwischengespeichert oder mit geminderten Schadenspotenzial abgeleitet werden können.

2 Zielsetzung

Auf Grundlage der Machbarkeitsstudie soll in eine ingenieurtechnische Planung der Maßnahmenvorschläge eingestiegen und letztendlich die Umsetzung jener angestoßen werden.

3 Grundlagen

In Zuge der Machbarkeitsstudie wird auf folgende Grundlagendaten zurückgegriffen:

- Hochwasser- und Sturzflutenvorsorgekonzept
GBI, Montabaur Oktober 2021
- Digitales Geländemodell Balduinstein (DGM1)
LVermGeo RLP, Koblenz den 08.01.2023
- Sturzflutgefahrenkarten Rheinland-Pfalz
MKUEM RLP, Mainz den 08.01.2023
- Ortstermin
Mit Bürgermeisterin Schmidt, Balduinstein den 26.09.2023

4 Beschreibung

4.1 Bestand

Die Ortsgemeinde Balduinstein befindet sich im Lahntal. In nordöstlicher Ausdehnung zieht sich die Gemarkung bis in die Lahnhänge -angrenzend an die Gemarkungen Schaumburg & Birlenbach- hinauf. Nordwestlich von Balduinstein befindet sich der Ortsteil Hausen.

Auf den Lahnhöhen und damit oberhalb von Balduinstein und Hausen befinden sich große landwirtschaftlich genutzte Flächen. Jene rund 25 Hektar befinden sich im Großteil in Hanglage und entwässern gen Ortsbebauung (Abbildung 4.1).

Die Flächen bestehen zu einem kleinen Teil aus Wiese/ Weideflächen, zum Großteil aus ackerbaulich genutzten Schlägen. Besonders aus den ackerbaulich genutzten Einzugsgebieten kam es bei größeren Regenereignissen zu hohen oberirdischen Abflüssen sowie zu starken Erosionserscheinungen und Flächenabtrag.

Von Nordosten führt ein Wirtschaftsweg/ asphaltierte Straße über einen Anschluss an die K25 in den Ortsteil Hausen. Neben der Straße befindet sich ein offener Graben, welcher im Kombination mit kleinen Querschlägen die einzige geregelte Entwässerung im Außengebiet darstellt (Abbildung 4.2).

Vor dem Ortsteil Hausen übergibt der Graben ein Einlaufbauwerk mit Anschluss an die Mischwasserkanalisation der Verbandsgemeindewerke Diez (Abbildung 4.3).



Abbildung 4.1: Übersichtskarte mit Beschriftung
(abgewandelt von: Google, nd), abgerufen am 25.02.24 von <https://maps.app.goo.gl/ZUM7gvcTv6CNqGLP9>



Abbildung 4.2: Wirtschaftsweg mit Graben



Abbildung 4.3: Außengebiet oberhalb Hausen (li) & Einlaufbauwerk (re)

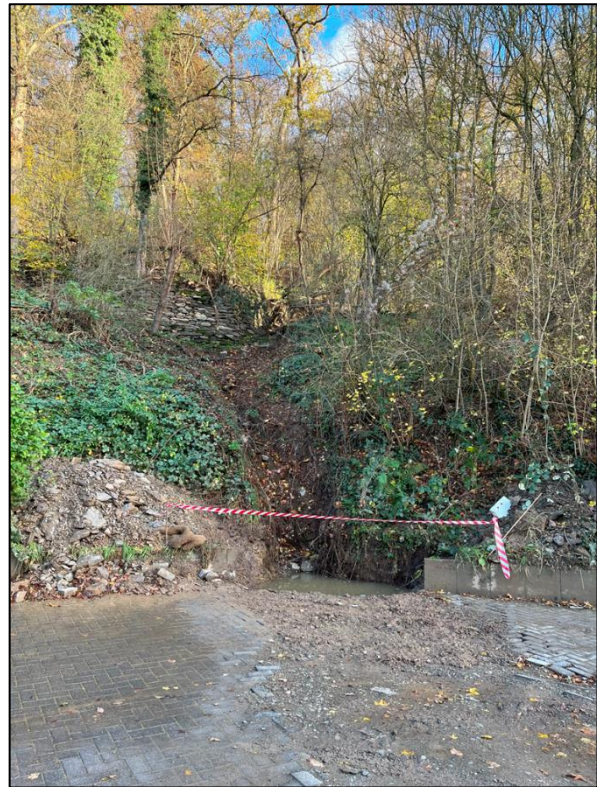


Abbildung 4.4: Wirtschaftsweg/ Erosion (li) & Auswirkung „Am Rießberg 8a“ (re)



Abbildung 4.5: li. Einlaufbauwerk Straßenentwässerung Kreuzung „Auf der Ecke“/ K25; re. Einlaufbauwerk Bachlauf K25



Abbildung 4.6: Einlaufbauwerk Graben Kreuzung „Auf der Ecke“/K25



Abbildung 4.7: Retentionsfläche 1 „Am Stollen“ mit Ablaufschacht



Abbildung 4.8: Retentionsfläche 2 „Am Stollen“ ohne Ablauf

In Abhängigkeit zu einem geringen Infiltrationsvermögen des Bodens und/ oder Starkniederschlägen stellt sich im Einzugsgebiet oberhalb von Hausen ein Oberflächenabfluss ein. Die vorhandene Grabenstruktur ist nicht mehr dazu in der Lage die Abflüsse kontrolliert und damit schadlos abzuführen¹. Im Bereich der natürlichen Geländesenken sammelt sich jener Abfluss und fließt wild gen Bebauung ab.

Aus der seit November 2023 zur Verfügung stehenden Sturzflutgefahrenkarte des *Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität* und einer DGM-Analyse lassen sich vor Hausen zwei maßgebliche Fließpfade ausmachen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Zum einen jener Fließpfad, welcher in Verlängerung des Wirtschaftsweges durch die Bebauung in Hausen floss und im Bereich der Hausnummer 8a „Am Rießberg“ spürbaren Schaden verursachte und zum anderen jener Fließpfad, welcher parallel zur Walnussplantage verläuft und in Verlängerung zur „Brühlstraße“ in die Lahn mündet. Beide Fließpfade charakterisieren sich über kleinere, parallel verlaufende Seitenabflüsse sowie zusätzlich einem schwer bis nicht zugänglichen Einzugsgebiet zwischen Hausen und Balduinstein.

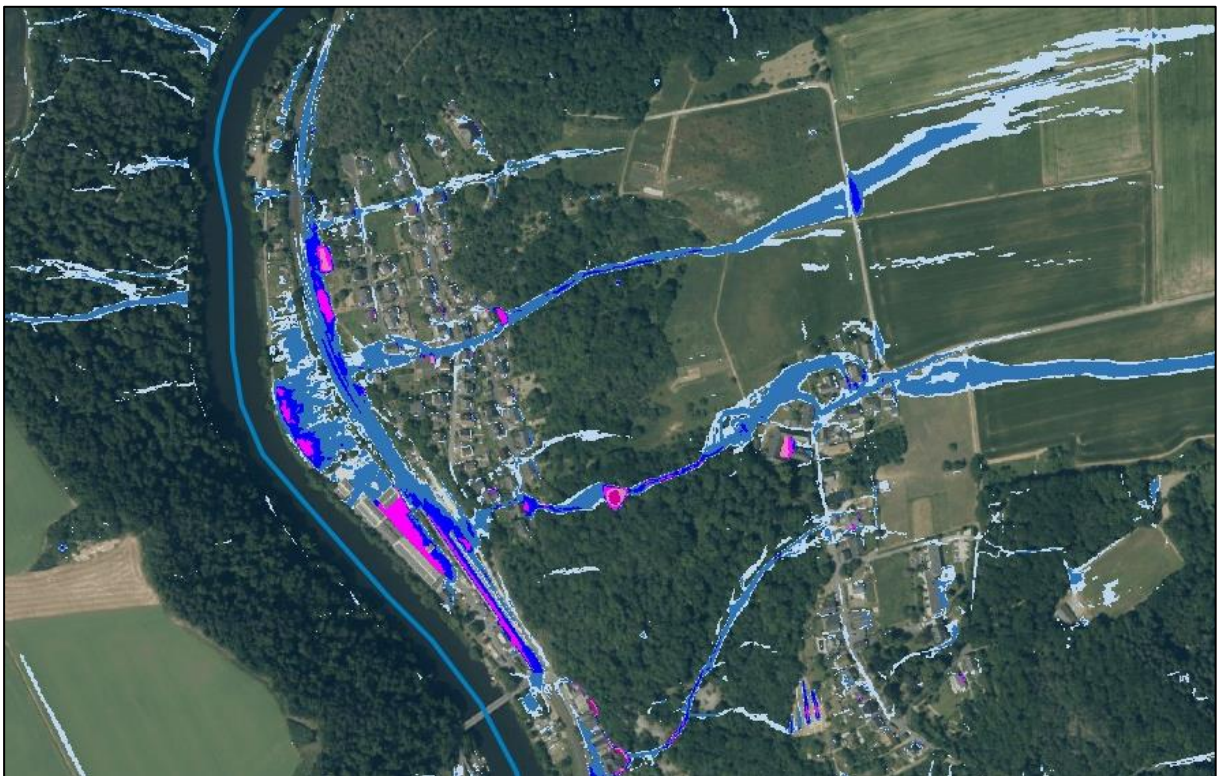


Abbildung 4.9: Sturzflutkarte Hausen SRI 7 1 h

Für einen Starkregenindex 7 (rd. 46 mm/h) stellen sich Fließtiefen zwischen 0,3 bis zu 1,0 m und Fließgeschwindigkeiten von über 1,0 m/s (schießender Abfluss) ein. An dieser Stelle wird auf den beiliegenden Lageplan verwiesen.

¹ In Teilbereichen ist gar keine Grabenstruktur vorhanden.

4.2 Ansatz

Am Beispiel aus dem September vergangenen Jahres lässt sich ein Ausmaß bei möglichen Starkregenereignissen abschätzen. Die naheliegende hydrometeorologische Station in Nentershausen gibt für den 12. September 2023 in der Spitzenstunde² eine Niederschlag von 30,2 mm aus. In Anlehnung an Tabelle 5.1 entspräche dies einen rund 20-jährigen Wiederkehrintervall.

Aus dem Einzugsgebiet oberhalb von Hausen dürften sich überschlägig ermittelt Abflüsse von bis zu 0,3 m³/s eingestellt haben. Bei einem Starkregenindex 7 ist von einer weiteren Verdoppelung der Abflussspitze auf 0,76 m³/s auszugehen (siehe Abbildung 5.1). Das Schadenspotenzial in Balduinstein lässt sich im Zuge der Machbarkeitsstudie als hoch abschätzen.

Durch die hohe Reliefenergie innerhalb der Ortslage sowie den unzugänglichen Hangbereichen zwischen Balduinstein und Hausen soll es Ansatz sein, die Abflüsse des Außengebietes an der Ortslage vorbeizuführen.

In Anlehnung an Geländesenken und Fließpfade wurden vor der Ortsbebauung in Hause die Positionierung eines durchgehenden Grabensystems geprüft. Mit Fließrichtung von Süden nach Norden sollen die Abflüsse in Richtung der unbewohnten Lahnhänge geleitet werden. Auf den letzten rund 160 m ist der Graben zur Überwindung eines Geländehochpunktes zu verrohren.

Im Bereich des Wirtschaftsweges gen Birlenbach soll die vorhandene Grabenstruktur ausgebaut und an die Ableitung in Richtung Lahnhang angeschlossen werden. Um einen Abfluss über den Asphaltweg vorzubeugen, wird eine befahrbare Auframpung zur Ableitung empfohlen. In der Folge kann das Außengebiet vom Kanalnetz der Verbandsgemeindewerke abgehängt und der Kanal bei Starkregenereignissen entlastet werden.

Im Bereich der Walnussplantage kann durch Anhebung des vorhandenen Wirtschaftswegen Retentions- und Versickerungsfläche aktiviert werden. So können kleinere Regenereignisse gedrosselt abgeleitet, bzw. einer Versickerung zugeführt werden. In diesem Bereich setzt zudem die kanalisierte Ableitung gen Lahnhänge an.

Um der Erosion der bewirtschafteten Felder vorzubeugen sowie einer Verlandung des Grabensystem vorzubeugen, sollen Erosionsschutzstreifen vorgesehen werden.

² hier: 21 bis 22 Uhr

4.3 Maßnahmenliste

Um den Abfluss aus den Außengebietsflächen in Richtung Wohnbebauung zu reduzieren sowie die Erosionsschäden zu minimieren werden in einem ersten Schritt folgende Maßnahmen vorgeschlagen:

Tabelle 4.1: Maßnahmenliste

Nr.	Beschreibung	Förderfähigkeit
1	Pflanzung von Erosionsschutzstreifen auf den Ackerflächen (Breite ca. 12 m parallel zu Höhenlinien)	evtl. als Agrarumwelt- und Klimamaßnahme
2	Erosionsmindernde Bewirtschaftung der Flächen z.B. Bewirtschaftung quer zur Geländeneigung, ganzjährige Bodendeckung etc.	evtl. als Agrarumwelt- und Klimamaßnahme
3	Ziehen neuer Gräben entlang der Wegeparzellen und Ableiten des Wassers in Richtung der unbebauten Lahnhänge. Abklemmen des Außengebietswassers von der Kanalisation.	nicht förderfähig
4	Anheben des Wirtschaftsweges oberhalb von Hausen am Tiefpunkt um ca. 1,5 m. Herstellung von Retentionsfläche/ Versickerungsfläche.	evtl. als Wasserrückhalte- maßnahmen (Förder- bereich 2.7 Stauanlagen, Wasserspeicher)
5	Verrohrung, Überwindung Geländehochpunkt in Richtung Lahnhänge	nicht förderfähig
6	Wall aufschütten (ca. 1 m Höhe) und bepflanzen oberhalb von Balduinstein.	evtl. als Wasserrückhalte- maßnahmen (Förder- bereich 2.7 Stauanlagen, Wasserspeicher)
7	Auframpungen und Wasserführung auf asphaltiertem Weg oberhalb von Hausen.	als Maßnahme zum technischen Hochwasserschutz (Förderbereich 2.8)
8	Verbesserung/ Wiederherstellung der Einlaufsituation im Bereich der Wohnbebauung in Balduinstein.	als Maßnahme zum technischen Hochwasserschutz (Förderbereich 2.8)
9	Ausbaggern der Retentionsfläche, Anschließende Verrohrung überprüfen	nicht förderfähig

Die Positionierung der Maßnahmen kann mittels Nummerierung der Planunterlage entnommen werden. Die Förderfähigkeit ist als Einzelfallbetrachtung jeder Maßnahme unter enger Abstimmung mit der SGD Nord zu überprüfen.

Die beiden Retentionsflächen „Am Stollen“ bedürfen einer separaten Betrachtung, da die Ablaufsituation nicht vollständig geklärt ist. Bei der Fläche 1 (mit Ablaufschacht) wird empfohlen den Ablaufschacht zu optimieren und das Bauwerk auszubaggern. Die anschließende Verrohrung ist jedoch auch auf Ihren Zustand und Funktionsfähigkeit zu überprüfen.

Bei der kleineren Retentionsfläche, unmittelbar neben dem Wohnhaus, besteht das Problem, dass diese keinen Ablauf besitzt und das Wasser bei Vollfüllung der Senke über die Dammkrone überläuft und das angrenzende Haus umspült.

Wie dort die Ablaufsituation verbessert werden kann, muss geprüft werden, ist jedoch nicht Bestandteil der vorliegenden Machbarkeitsstudie.

5 Abschätzung Abflussganglinie

Um im Zuge der weiteren Planung fundierte Aussagen über den zeitlichen Verlauf der Abflüsse vor Hausen treffen zu können, wird im Zuge der Machbarkeitsstudie der Scheitelabfluss des Außengebietes bestimmt. Auf jener Grundlage wird es möglich Gräben, Kanäle und Rückhalteräume zu bemessen/ dimensionieren.

Für die Abschätzung des Abflussbeiwertes für Extremniederschläge in kleinen Einzugsgebieten wird das SCS-Verfahren des US-Soil Conservation Service angewendet. Bei diesem Verfahren wird der abflusswirksame Niederschlag (Effektivniederschlag) N_{eff} des gesamten Niederschlagsereignisses als Funktion der Niederschlagshöhe N und einer Gebietskenngröße CN beschrieben. Nach Bestimmung der Retentionsparameter und Aufteilungsfaktoren für das Einzugsgebiet, erfolgt die Ermittlung der Abflussganglinie per Parallel-Speicherkaskade.

5.1 Auswahl des Regenereignisses

Zur Berechnung werden neben Jährlichkeiten gemäß KOSTRA-DWD 2020, in Anlehnung an das DWA-M 119 und die Sturzflutgefahrenkarten des *Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Energie und Mobilität*, zwei Ereignisse im Bereich der Starkregenindexe 7 und 10 verglichen. Für das Einzugsgebiet oberhalb Balduinsteins ergibt sich der Spitzenabfluss bei einem Regenereignis von ca. 60 Minuten.

Tabelle 5.1:Auswahl Regenerereignisse/ Niederschlagshöhe

Wiederkehrintervall/ Starkregenindex [T]	Niederschlagshöhe D60 [mm]
3 Jahre	20,7
10 Jahre	27,2
30 Jahre	33,7
100 Jahre	42,0
Starkregenindex 7	46,0
Starkregenindex 10	80,5

5.2 Gebietskenngrößen

Die Gebietskenngröße CN ergibt sich als Funktion der Bodenart und Bodennutzung des Einzugsgebietes. Für Balduinstein werden Böden zwischen Typ C und D gewählt und damit Böden mit einem geringem bis sehr geringem Versickerungsvermögen angesetzt. Hierbei lassen sich in Balduinstein keine abflussmindernden oder gar Retentionsmaßnahmen im Bereich der landwirtschaftliche genutzten Flächen durch Abminderung der Eingangs-CN-Werte berücksichtigt. Es ergeben sich folgende Flächen und CN-Werte:

Tabelle 5.2: Gebietskenngrößen, Außeneinzugsgebiet Hausen

Nutzung aus ATKIS:	Fläche	CN-Wert	Flächenanteil	CN-Wert
	[m ²]		[%]	
Acker	236.838	84	89,7	75,4
Grünland	15.872	71	6,0	4,3
Wald	11.290	73	4,3	3,1
	264.000		100	
Gewählter CN-Wert:				83

5.3 Retentionsparameter und Aufteilungsfaktoren

Die Retentionsparameter und Aufteilungsfaktoren ergeben sich gemäß folgender orthographischer Grundlagen:

Länge der Vorflut: $L = 0,636 \text{ km}$

Gefälle: $I_g = 0,0708^3$

5.4 Abflusskonzentration und Abflussganglinie

Gemäß Ermittlung der Abflusskonzentrationen für die verschiedenen Regenereignisse ergeben sich folgende Abflussganglinien:

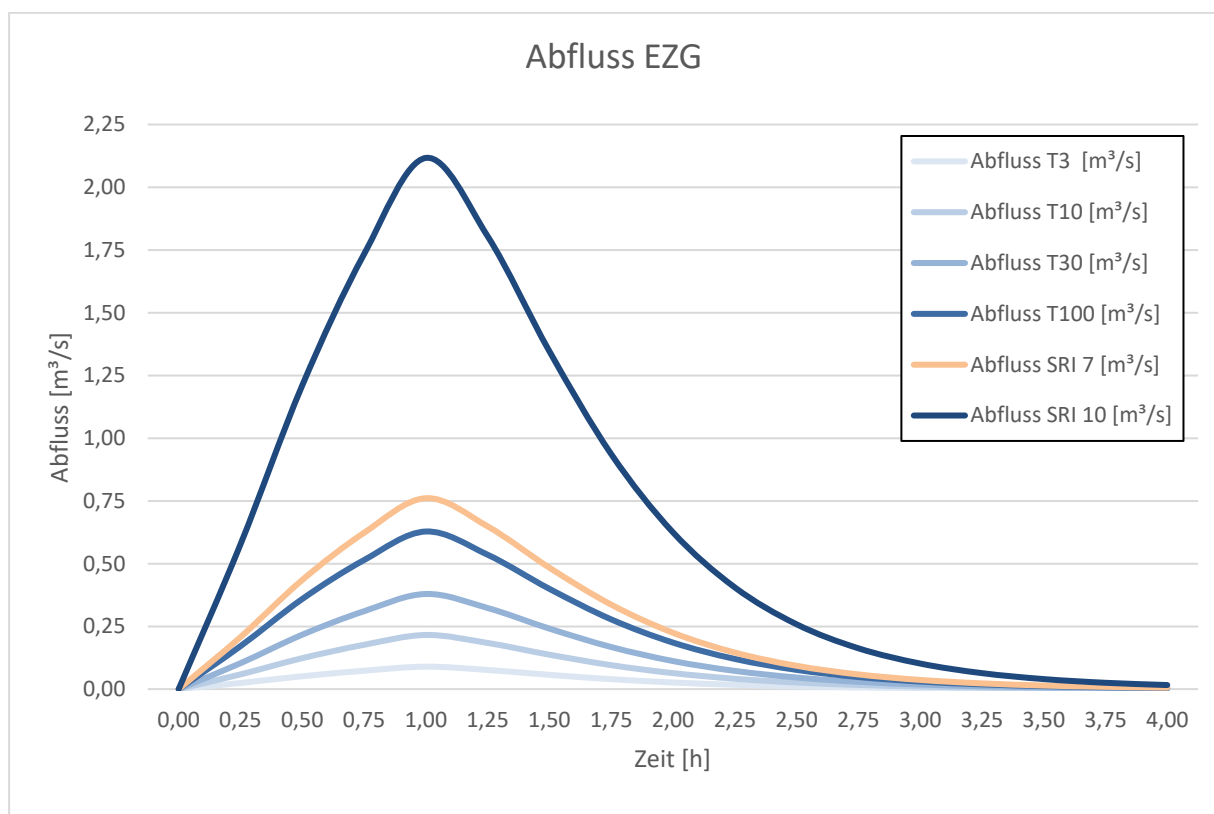


Abbildung 5.1: Abflussganglinie, Außeneinzugsgebiet Hausen

³ Gefälle vom Ausgang des Einzugsgebietes bis zur Wasserscheide

5.5 Dimensionierung Kanal & Graben

Als Bemessungsansatz wird ein Starkregenindex 7 herangezogen. Mit Ansätzen oberhalb einem 100-jährigen Wiederkehrintervall wird dem erhöhten Schadenspotenzial in Balduinstein Rechnung getragen. Gemäß SCS-Verfahren stellt sich bei einem Starkregenindex 7 ein Spitzenabfluss von bis zu 0,76 m³/s ein.

Zunächst wird eine zur Ableitung erforderliche Kanaldimension ermittelt. Beispielhaft hierfür ist die benötigte Verrohrung zur Überwindung des Hochpunktes zwischen Retentions-/ Versickerungsfläche und schadfreien Ableitung in die Lahnhänge nördlich der Ortslage. Um die Selbstreinigungswirkung der kanalisierten Ableitung zu gewährleisten, wird ein Mindestgefälle vor 1,0 % vorgesehen. Für Stahlbetonsammler ergeben sich folgende Vollfüllungsleistungen:

Tabelle 5.3: Vollfüllungsleistung, 1,0 %

DN [mm]	Q _{voll} [l/s]	Q _{teil (90 %)} [l/s]	Bemerkung:
DN 600	613	552	
DN 700	921	828	> 0,76 m ³ /s -> gewählt.
DN 800	1.309	1.178	optional.
DN 1.000	2.355	2.119	

Hydraulisch ist ein Stahlbetonsammler DN 700 bei 1,0 % Sohlgefälle dazu in der Lage einen Starkregenindex 7 abzuführen. Im Zuge der weiteren Planung, um z.B. Leistungsverluste in Form von Verlandungen etc. vorzubeugen, kann es sinnvoll werden auf einen Sammler DN 800 aufzuweiten.

Des Weiteren gilt es die Grabenstruktur nachzuweisen. Die hydraulische Leistungsfähigkeit errechnet sich gemäß Fließformel nach Gauckler-Manning-Strickler.

Tabelle 5.4: Gleichförmiger Abfluss in prismatischem Gerinne

Eingabe	Zeichen		Einheit	Bemerkung:
Fließtiefe	h =	0,5	m	Mindesttiefe
Sohlbreite	b =	0,4	m	Mindest(sohl-)breite
Gefälle	l =	1,0	%	
Böschungsneigung	m =	1,5	-	
Rauhigkeitsbeiwert	k _{St.} =	35	m ^{1/3} /s	Rasenmulde
Durchfluss	Q =	0,82	m ³ /s	> 0,76 m ³ /s -> gewählt.
Froude-Zahl	Fr =	0,83	-	Strömender Abfluss

Um die Abflüsse aus dem Außengebiet ableiten zu können wird ein Graben mit einer Mindestfließtiefe von 0,5 m und Mindestsohlbreite von 0,4 m bei einem Gefälle von 1,0 % notwendig. Richtungsänderungen sind im Zuge der weiteren Planung gesondert zu betrachten.

6 Kostenschätzung

Im Zuge der Machbarkeitsstudie werden die Kosten überschlägig abgeschätzt. Keine Berücksichtigung findet ein eventuell notwendig werdender Grunderwerb. Dieser ist im Zuge der weiteren Planung zu bestimmen. Je nach Förderbereich ist der Grunderwerb förderfähig.

Tabelle 6.1: Kostenschätzung Maßnahmen

Nr.	Beschreibung	Kosten, netto
1	Erosionsschutzstreifen:	Abstimmung Landwirtschaft!
2	Erosionsmindernde Bewirtschaftung:	Abstimmung Landwirtschaft!
3	<u>Neue Gräben:</u> 470 m x 12,50 €/m =	5.875 €
	<u>Durchlässe/ befestigte Abwinklung:</u> 3 Stück x 7.500 € =	22.500 €
4	<u>Anheben Wirtschaftsweg:</u> 735 m ³ x 75 €/m ² =	55.125 €
	<u>Einlaufbauwerk/ Auslaufbauwerk:</u> 2 Stück x 17.500 € =	35.000 € evtl. förderfähig
5	<u>Verrohrung DN 700:</u> 160 m x 515 €/m =	82.400 €
6	<u>Wall aufschütten:</u> 825 m ³ x 65 €/m ² =	53.625 € evtl. förderfähig
7	<u>Auframpungen und Wasserführung:</u> 1 Stück x 10.000 € =	10.000 € evtl. förderfähig
8	<u>Verbesserung der Einlaufsituation:</u> 4 Stück x 10.000 € =	40.000 € evtl. förderfähig
9	<u>Ausbaggern Retentionsfläche</u> 150 m ³ x 50 €/m ³	7.500 €
	Gesamt:	312.025 €