

Stadt Brühl



Fachbereich Tiefbau – Infrastruktur

Fließweganalyse

Kuhgasse, Spielmannsweg, Grüner Weg
und Kleingartenanlage an der Kuhgasse

- Erläuterungsbericht -

Aufgestellt:
Bad Honnef, im November 2022
Ingenieurbüro für Bauwesen
Schmidt GmbH

. Ausfertigung

Matteo Granatiero, M.Sc.

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines und Veranlassung	1
2	Grundlagen	2
3	Örtliche Verhältnisse	4
3.1	Betrachtungsraum	4
3.2	Schutzgebiete	6
3.3	Untergrundverhältnisse	7
3.4	Phantasialand-Busparkplatz-Kuhgasse	9
4	Starkregengefahrenhinweiskarten NRW.....	13
4.1	Allgemeines.....	13
4.2	Starkregengefahrenhinweiskarte im Betrachtungsraum	14
5	Fließweganalyse.....	16
5.1	Erstellung und Anpassung des digitalen Geländemodells	16
5.2	Senkenanalyse.....	18
5.3	Fließwege und abflussliefernde Einzugsgebietsflächen	19
6	Plausibilisierung (Ortsbegehung und Anwohnerbefragung).....	22
6.1	Spielmannsweg.....	22
6.2	Kuhgasse	23
6.3	Grüner Weg.....	26
6.4	Kleingartenanlage	27
6.5	Fazit	27
7	Niederschlagsmessungen im Betrachtungsraum	28
8	Empfohlene Maßnahmen zum Schutz vor Überflutung.....	31
9	Zusammenfassung	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Abflussbildung mit Fließrichtung am 07.04.2022 in der Kuhgasse mit Blick in Richtung Süd-Westen (Foto: Stadt Brühl)	1
Abbildung 2:	Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD 2010R für die Stadt Brühl.....	3
Abbildung 3:	Stadt Brühl mit Umgrenzung des Betrachtungsraums (Karte: TopPlusOpen).....	4
Abbildung 4:	Luftbild im Bereich des Betrachtungsraums mit ausgewiesener Fläche des B-Plans „Phantasialand-Busparkplatz-Kuhgasse“ (Karte: DOP10, ABK 1:5.000)	5
Abbildung 5:	Verzeichnete Schutzgebiete im Betrachtungsraum (ELWAS-WEB, 08/2022).....	6
Abbildung 6:	Bodenart nach KA5-Klassifizierung in der BK 50 (Geologischer Dienst NRW)	7
Abbildung 7:	Stauanässe gemäß BK 50 (Geologischer Dienst NRW).....	8
Abbildung 8:	Versickerungseignung gemäß BK 50 (Geologischer Dienst NRW)	9
Abbildung 9:	Digitale Orthofotos (DOP) – links: 2016; rechts: 2021	9
Abbildung 10:	Entwurfszeichnung des Busparkplatzes für Busse in magenta und PKW in schwarz (Schmidt- Löffelhardt GmbH & Co. KG, 2015).....	10
Abbildung 11:	Gelände der Phantasialand-Parkplatzfläche.....	10
Abbildung 12:	Gelände der Phantasialand-Parkplatzfläche an der Kuhgasse mit schematischer Darstellung interpolierter Geländeneigungsrichtungen (m NHN, DHHN2016)	11
Abbildung 13:	Max. Fließgeschw. und Wasserhöhe bei einem seltenen Starkregenereignis (T = 100 a, h _N = 47,5 mm) gemäß SGHK (Karte: ABK und Historische DOP, 2016)	14
Abbildung 14:	Integration von Gebäude- und Bauwerksstrukturen am Beispiel des Gebäudes des Seniorenzentrums Johannesstift in Brühl	17
Abbildung 15:	Prinzipschema eines Fließwegs im Höhenprofil ohne und mit Korrektur des Geländemodells durch Füllen und Durchbrechen von störenden Senken	18
Abbildung 16:	DGM1 inkl. Bauwerksstrukturen vor und nach der künstlichen Geländemodifikation im Bereich des Seniorenzentrums Johannesstift in Brühl.....	18
Abbildung 17:	Ergebnis der Senkenanalyse im Betrachtungsraum.....	19
Abbildung 18:	Ergebnis der Fließweg- und Senkenanalyse mit Darstellung der zugehörigen abflussliefernden oberirdischen Einzugsgebietsflächen (A _{Eo,i}) im Luftbild.....	20
Abbildung 19:	Fließwege mit Fließpfeilen und Einzugsgebieten im Bereich der ehemaligen Waldfläche mit digitalen Orthophotos (DOP) im Hintergrund	21
Abbildung 20:	Fließwege und Überschwemmungsflächen im Bereich der Spielmannsgasse.....	22

Abbildung 21:	Örtlichkeit im Bereich der Spielmannsgasse 26 und 35	23
Abbildung 22:	Fließwege und Überschwemmungsflächen im Bereich der Kuhgasse.....	24
Abbildung 23:	Hochwasserschutzmauer an der Kuhgasse 17	24
Abbildung 24:	Einfluss der Hochwasserschutzmauer auf Fließwege und Einzugsgebiete	25
Abbildung 25:	Gartenanlage der Kuhgasse 14 mit schematischen Fließpfeilen und Aufnahme des Eigentümers bei Überflutung des Gartens am 14.07.2021	25
Abbildung 26:	Grundstück der Kuhgasse 9b mit Gefälle in Richtung der Lichtschächte	26
Abbildung 27:	Überströmung am Grüner Weg.....	26
Abbildung 28:	Schäden und anschließende Sanierungsmaßnahmen innerhalb der Wege der Kleingartenanlage	27
Abbildung 29:	Maximale Wiederkehrzeit in Jahren (a) über alle Dauerstufen von $D = 1 - 72$ Std. auf Basis von Radardaten (RADOLAN) im Ereigniszeitraum 12. bis 19.07.21.....	28
Abbildung 30:	Niederschlagszeitreihe (Tageswerte) der Station „Bornheim-Mertener-Heide“ vom 01.08.1982 bis zum 31.10.2021.....	29
Abbildung 31:	Ganglinie und Summenkurve des Niederschlagsereignisses am 14.07.2021 (5-Minuten-Werte), gemessen an der Station „Bornheim-Mertener-Heide“	29

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Klassifizierung der Überflutungsgefahr von Senken und Fließwegen nach DWA-M 119.....	20
------------	--	----

1 Allgemeines und Veranlassung

Im Süden der Stadt Brühl – im Stadtteil Badorf – befindet sich einer der am häufigsten besuchten Freizeitparks Deutschlands, das „Phantasialand“. Wenige Hundertmeter östlich vom Freizeitpark befindet sich der kleine Ortsteil Eckdorf, in dem einige Anwohner von Hochwasserproblemen betroffen waren, die sich im letzten Jahr bei der sog. „Flutkatastrophe 2021“ am 14.07.2021 ergeben haben.

Laut Anwohnern sind z. B. am „Grüner Weg“ Wassermengen oberhalb des Siedlungsraums über die Straße geströmt, was jedoch für die umliegende Bebauung keine Gefahr darstellte. Für den Bereich der „Kuhgasse“ wurden der Stadt Brühl hingegen einige Meldungen von vollgelaufenen Kellern durch Oberflächenwasser und z. T. eindringendes Wasser aus dem Untergrund mitgeteilt. Derartige Vorkommnisse haben sich laut langansässigen Anwohnern in der Vergangenheit nie zuvor ergeben. In der nachfolgenden Abbildung 1 ist beispielweise die Abflussbildung nach einem „normalen“ Regenereignis am 07.04.2022 in der Kuhgasse, im Zulaufbereich der Wohnsiedlung dargestellt.



Abbildung 1: Abflussbildung mit Fließrichtung am 07.04.2022 in der Kuhgasse mit Blick in Richtung Süd-Westen (Foto: Stadt Brühl)

Da ein solches Ereignis wie die sog. „Flutkatastrophe 2021“ in der Region bisher nie beobachtet wurde, wurde von einigen Anwohnern als eine mögliche Ursache der Überflutungen die vom Freizeitpark errichtete Busparkfläche in Betracht gezogen, die zwischen 2017 und 2018 an der Kuhgasse fertiggestellt wurde. Die ehemalige Fläche bestand zuvor aus einer üppigen Vegetation mit topografischen Vertiefungen, die möglicherweise einen potenziellen Regenrückhalt für die Siedlungsflächen im Tal aufwiesen.

Da die Stadt Brühl (Fachbereich Tiefbau – Infrastruktur) den Meldungen der Anwohner nachkommen und die Ursache der Überflutungen analysieren möchte, wurde das Ingenieurbüro für Bauwesen Schmidt GmbH beauftragt, eine Fließweganalyse im umliegenden Bereich durchzuführen, um mögliche Ursachen sowie Gefährdungsbereiche zu identifizieren und darauffolgend ggfs. geeignete Maßnahmen zum Schutz vor Sturzfluten / Hochwasser zu empfehlen. Neben der Kuhgasse sollen zusätzlich die Straßen „Spielmannsgasse“, „Grüner Weg“ sowie eine Kleingartenanlage an der Kuhgasse mituntersucht werden, da sich diese Bereiche ggfs. auch im Einflussbereich der Busparkfläche befinden.

Hiermit wird die Fließweganalyse zur Beurteilung der o. g. wasserwirtschaftlichen Fragestellung vorgelegt.

2 Grundlagen

Im Rahmen der beauftragten Fließweganalyse sollten die nachfolgenden Aufgaben bzw. Analysen durchgeführt werden:

- Topographische Fließweganalyse (belastungsunabhängige Methode)
- Analyse der Zustände „*status quo ante*“ und „*status quo*“
- Maßnahmenkonzept zur Vermeidung von Schäden an Gebäuden und anderen Sachwerten aufgrund von Überflutungen bei Starkregenereignissen

Die Erstellung der Fließweganalyse basiert dabei auf den nachfolgenden Grundlagen:

- Ortsbegehung, durchgeführt vom Verfasser am 04.08.2022
- Fotodokumentation bei Regenereignis (Stadt Brühl, 07.04.2022)
- B-Plan 06.01 II "Phantasialand-Busparkplatz-Kuhgasse" - 1. Änderung
- Aktuelle Generalentwässerungsplanung (Ingenieurbüro für Bauwesen Schmidt GmbH, Dezember 2020)
- Digitales Geländemodell (DGM1, NRW, Dezember 2015)
- Aktuelles amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS, NRW)
- Aktuelle Bestandsunterlagen der Kanalisation Brühl einschließlich Sonderbauwerke
- Aktuell gültige Gesetze, Verordnungen, Verwaltungsvorschriften, Normen und Regelwerke (DWA Arbeits- und Merkblätter)
- GIS-Software: QGIS Version 3.22.5 LTR inkl. SAGA-Tools und WhiteboxTools
- Webbasierte geografische Informationssysteme des Landes Nordrhein-Westfalen
 - elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW (ELWAS-WEB)
Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
<https://www.elwasweb.nrw.de/>
 - Topographisches Informationsmanagement (TIM - online) des Landes NRW
Bezirksregierung Köln, Abteilung Geobasis NRW
<https://www.tim-online.nrw.de/>
- Niederschlagsdaten gemäß KOSTRA-DWD 2010R für die Stadt Brühl, siehe nachfolgende Abbildung 2

KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -



Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte: 9, Zeile: 57
Ortsname : Brühl (NW)
Bemerkung :
Zeitspanne : Januar - Dezember
Berechnungsmethode : Ausgleich nach DWA-A 531

Dauerstufe	Wiederkehrintervall T [a]															
	1		2		5		10		20		30		50		100	
	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5 min	4,8	160,0	6,5	216,7	8,7	290,0	10,5	350,0	12,2	406,7	13,2	440,0	14,5	483,3	16,2	540,0
10 min	7,6	126,7	9,9	165,0	12,9	215,0	15,2	253,3	17,5	291,7	18,9	315,0	20,6	343,3	22,9	381,7
15 min	9,5	105,6	12,2	135,6	15,8	175,6	18,6	206,7	21,3	236,7	22,9	254,4	24,9	276,7	27,6	306,7
20 min	10,9	90,8	13,9	115,8	18,0	150,0	21,1	175,8	24,1	200,8	25,9	215,8	28,2	235,0	31,3	260,8
30 min	12,7	70,6	16,3	90,6	21,1	117,2	24,8	137,8	28,4	157,8	30,5	169,4	33,2	184,4	36,8	204,4
45 min	14,2	52,6	18,6	68,9	24,3	90,0	28,6	105,9	32,9	121,9	35,4	131,1	38,6	143,0	42,9	158,9
60 min	15,2	42,2	20,1	55,8	26,5	73,6	31,3	86,9	36,2	100,6	39,1	108,6	42,6	118,3	47,5	131,9
90 min	16,7	30,9	21,7	40,2	28,2	52,2	33,2	61,5	38,2	70,7	41,1	76,1	44,8	83,0	49,8	92,2
2 h	17,8	24,7	22,9	31,8	29,6	41,1	34,6	48,1	39,7	55,1	42,7	59,3	46,4	64,4	51,5	71,5
3 h	19,6	18,1	24,8	23,0	31,6	29,3	36,8	34,1	42,0	38,9	45,0	41,7	48,8	45,2	54,0	50,0
4 h	20,9	14,5	26,2	18,2	33,2	23,1	38,4	26,7	43,7	30,3	46,8	32,5	50,7	35,2	55,9	38,8
6 h	23,0	10,6	28,4	13,1	35,5	16,4	40,9	18,9	46,3	21,4	49,5	22,9	53,4	24,7	58,8	27,2
9 h	25,2	7,8	30,7	9,5	38,0	11,7	43,6	13,5	49,1	15,2	52,3	16,1	56,4	17,4	61,9	19,1
12 h	26,9	6,2	32,6	7,5	40,0	9,3	45,6	10,6	51,2	11,9	54,5	12,6	58,7	13,6	64,3	14,9
18 h	29,6	4,6	35,3	5,4	42,9	6,6	48,7	7,5	54,5	8,4	57,8	8,9	62,1	9,6	67,8	10,5
24 h	31,6	3,7	37,5	4,3	45,2	5,2	51,0	5,9	56,9	6,6	60,3	7,0	64,6	7,5	70,5	8,2
48 h	37,9	2,2	44,8	2,6	54,0	3,1	61,0	3,5	67,9	3,9	72,0	4,2	77,1	4,5	84,1	4,9
72 h	42,1	1,6	49,7	1,9	59,7	2,3	67,4	2,6	75,0	2,9	79,4	3,1	85,0	3,3	92,6	3,6

Legende

T Wiederkehrintervall, Jährlichkeit in [a]: mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
D Dauerstufe in [min, h]: definierte Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen
hN Niederschlagshöhe in [mm]
rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit vom Wiederkehrintervall

- bei $1 \text{ a} \leq T \leq 5 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 10 \%$,
- bei $5 \text{ a} < T \leq 50 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 15 \%$,
- bei $50 \text{ a} < T \leq 100 \text{ a}$ ein Toleranzbetrag von $\pm 20 \%$

Berücksichtigung finden.

Abbildung 2: Niederschlagsdaten nach KOSTRA-DWD 2010R für die Stadt Brühl

3 Örtliche Verhältnisse

Die Stadt Brühl liegt linksrheinisch im Südosten des Rhein-Erft-Kreises zwischen Köln und Bonn. Im Osten und Süden des Stadtgebiets verläuft die Autobahn A 553. Im Westen der Stadt verläuft der Naturpark Rheinland mit einem hohen Waldanteil und den Villeseen, die durch den ehemaligen Braunkohletageabbau entstandenen sind. Im Norden grenzt das Stadtgebiet an die Städte Hürth und Köln.

Der Betrachtungsraum der durchgeführten Fließweganalyse befindet sich an der südlichen Stadtgrenze, umschließt den Freizeitpark „Phantasialand“ und den Ortsteil Eckdorf im Stadtteil Brühl-Badorf, siehe nachfolgende Abbildung 3.

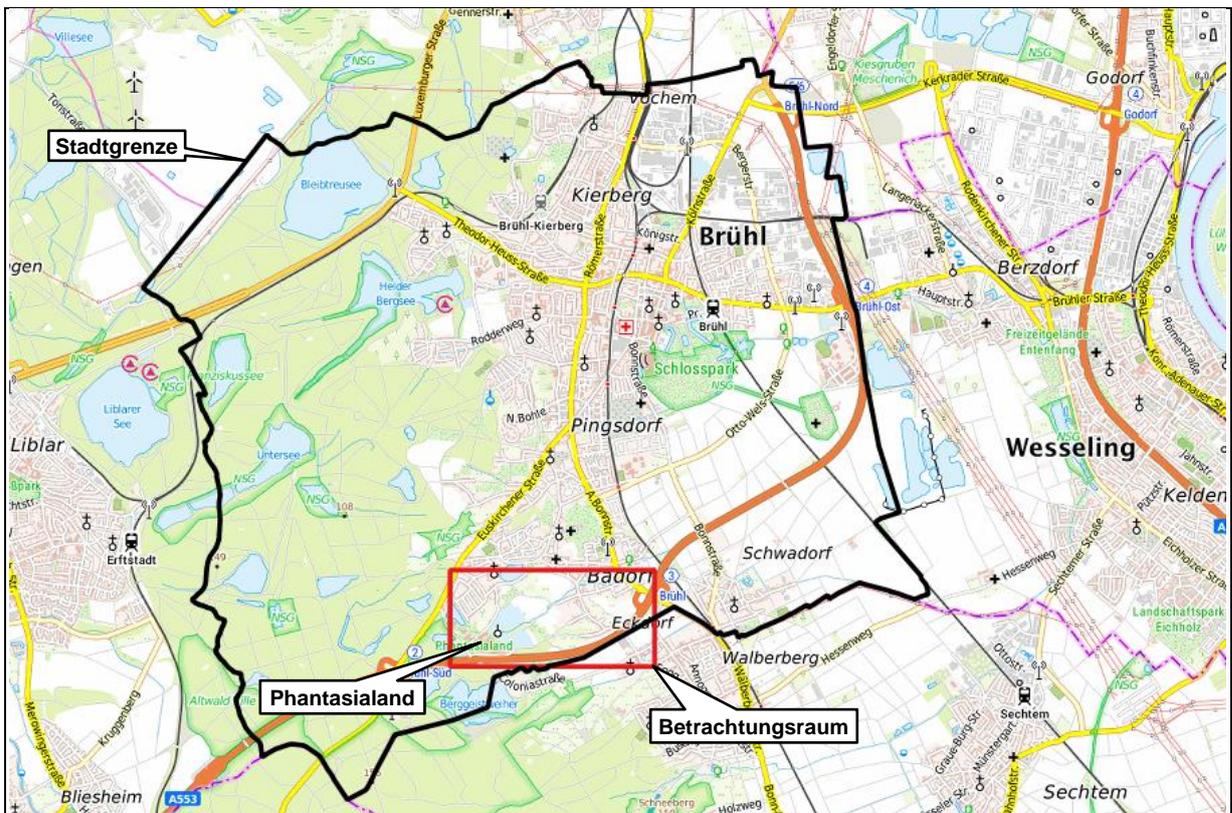


Abbildung 3: Stadt Brühl mit Umgrenzung des Betrachtungsraums (Karte: TopPlusOpen)

Der Betrachtungsraum befindet sich dabei im oberirdischen Gewässereinzugsgebiet des Dickopsbachs (im Oberlauf auch Lenterbach oder Geildorfer Bach genannt), welcher am Phantasialand entspringt und bei Wesseling in den Rhein mündet (ca. Rhein-km 669,9).

3.1 Betrachtungsraum

In der nachfolgenden Abbildung 4 ist der Betrachtungsraums im Luftbild dargestellt. Im Norden quert der Dickopsbach den Betrachtungsraum, im Süden die Autobahn A 553. Der relevante Untersuchungsbereich befindet sich zwischen dem Bachlauf und der Autobahn.



Abbildung 4: Luftbild im Bereich des Betrachtungsraums mit ausgewiesener Fläche des B-Plans „Phantasialand-Busparkplatz-Kuhgasse“ (Karte: DOP10, ABK 1:5.000)

Im Westen befindet sich der Freizeitpark „Phantasialand“ mit mehreren Parkflächen für Gäste und Mitarbeiter sowie einem Busparkplatz „Busparkplatz-Kuhgasse“. Nordöstlich des Busparkplatzes befindet sich eine Kleingartenanlage auf einem etwa 1,7 ha großen Areal. Weiter östlich schließen Siedlungsflächen an, die dem Ortsteil Eckdorf angehören, wozu die zu untersuchenden Straßenzüge Spielmannsweg, Kuhgasse und Grüner Weg gehören. Die vorhandenen Wohnbauflächen sind hier überwiegend in offener Bauweise mit Einzel- und Doppelhäusern sowie großen Gartenflächen gestaltet.

Zwischen den Siedlungsflächen und den Kfz-Parkflächenanlagen des Freizeitparks befinden sich Grünflächen, die überwiegend der Nutzung Landwirtschaft, Freizeit / Erholung und Gehölze zugeordnet sind. Zudem führt hierdurch die Kuhgasse, womit der Freizeitpark mit dem Busparkplatz-Kuhgasse, den Kleingärten und der Siedlungsfläche im Tal verbunden ist.

Gemäß der in Abbildung 4 dargestellten Höhenlinien weist die im Betrachtungsraum vorhandene Geländetopografie insgesamt ein Gefälle in Richtung Nord-Osten auf. Somit können hauptsächlich aus südwestlicher Richtung oberflächenhafte Niederschlagsabflüsse den Straßen Spielmannsweg, Kuhgasse und Grüner Weg sowie der Kleingartenanlage zufließen.

Anhand der Höhenlinien ist zudem zu erkennen, dass die im Süden befindliche Autobahn A 553 das Geländere relief so schneidet, dass die natürliche abflussliefernde Einzugsgebietsfläche durch die höherliegende und abgeböschte Autobahn begrenzt wird und somit im Betrachtungsraum als anthropogene Wasserscheide wirkt. Dabei sind Straßen, die die Autobahn unterfahren und den Austausch von oberflächenhaften Abflüssen zwischen den zerschnittenen Flächen ermöglichen, berücksichtigt.

3.2 Schutzgebiete

Innerhalb des Betrachtungsraums ist das Landschaftsschutzgebiet (LSG) „Geildorfer Bach“ (LSG-5107-0018) und das geschützte Biotop „BT-5107-0010-2005“ verzeichnet, siehe nachstehende Abbildung 5.

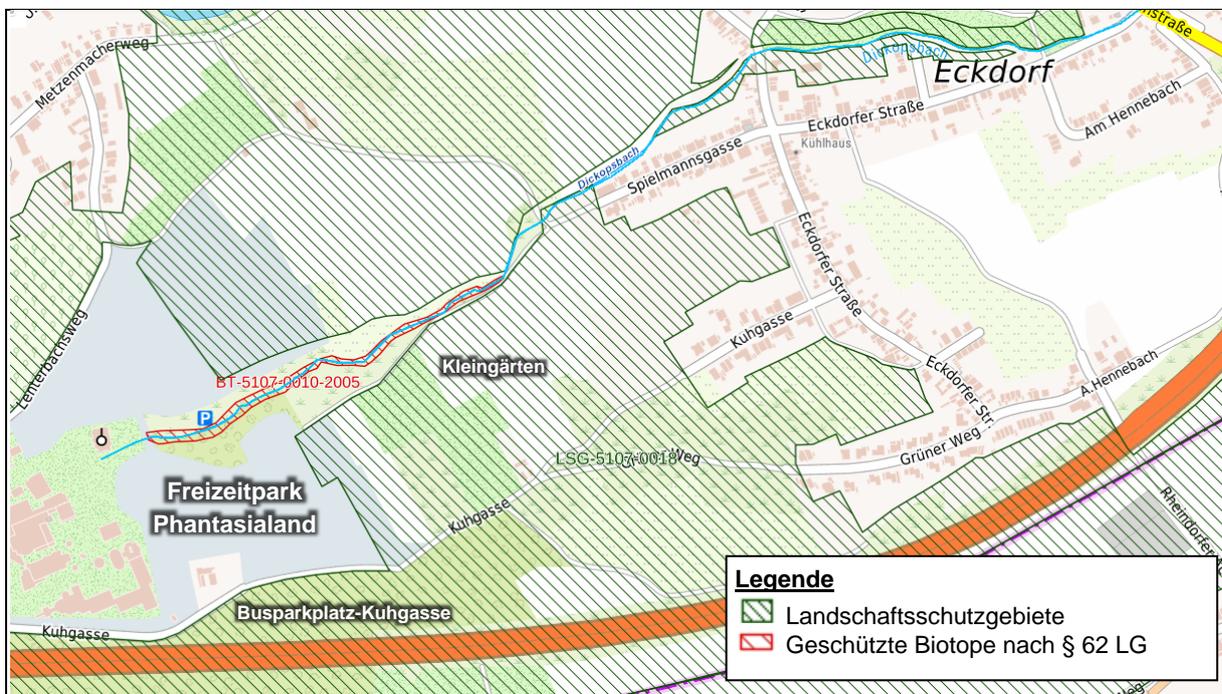


Abbildung 5: Verzeichnete Schutzgebiete im Betrachtungsraum (ELWAS-WEB, 08/2022)

Das LSG, welches im Landschaftsplan „8 Rheinterrassen“ des Rhein-Erft-Kreises vom 15.07.2014 (10. Änderung) beschrieben und rechtskräftig festgesetzt ist, umschließt dabei u. a. die gesamte Landschaft zwischen dem Freizeitpark und den Siedlungsflächen des Ortsteils Eckdorf, die als potenzieller Maßnahmenraum ggfs. in Frage kommt.

Gemäß der textlichen Ausführung des Landschaftsplans sind prinzipiell „nach § 34 Abs. 2 des Landschaftsgesetzes (LG) in den Landschaftsschutzgebieten alle Handlungen verboten, die den Charakter des Gebietes verändern können oder dem besonderen Schutzzweck zuwiderlaufen. [...] Von den Geboten und Verboten dieses Landschaftsplans kann nach § 67 BNatSchG die untere Landschaftsbehörde auf Antrag eine Befreiung erteilen, wenn

1. dies aus Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses, einschließlich solcher sozialen und wirtschaftlichen Art, notwendig ist oder
2. die Durchführung der Vorschriften im Einzelfall zu einer unzumutbaren Belastung führen würde und die Abweichung mit den Belangen von Naturschutz und Landschaftspflege vereinbar ist.“

Die vorhandene Biotop-Fläche im Bereich des Freizeitparks, im Oberlauf des Dickopsbach, ist für die nachstehenden Untersuchungen nicht von Bedeutung und wird deshalb an dieser Stelle nicht weitergehend beschrieben.

3.3 Untergrundverhältnisse

Hauptbodenarten und Schichtenprofil

Nach vorhandenen Bodenkarten (BK 50) sind die Hauptbodenarten im Betrachtungsgebiet durch Sande, Schluffe und Tone überwogen, siehe nachfolgende Abbildung 6.

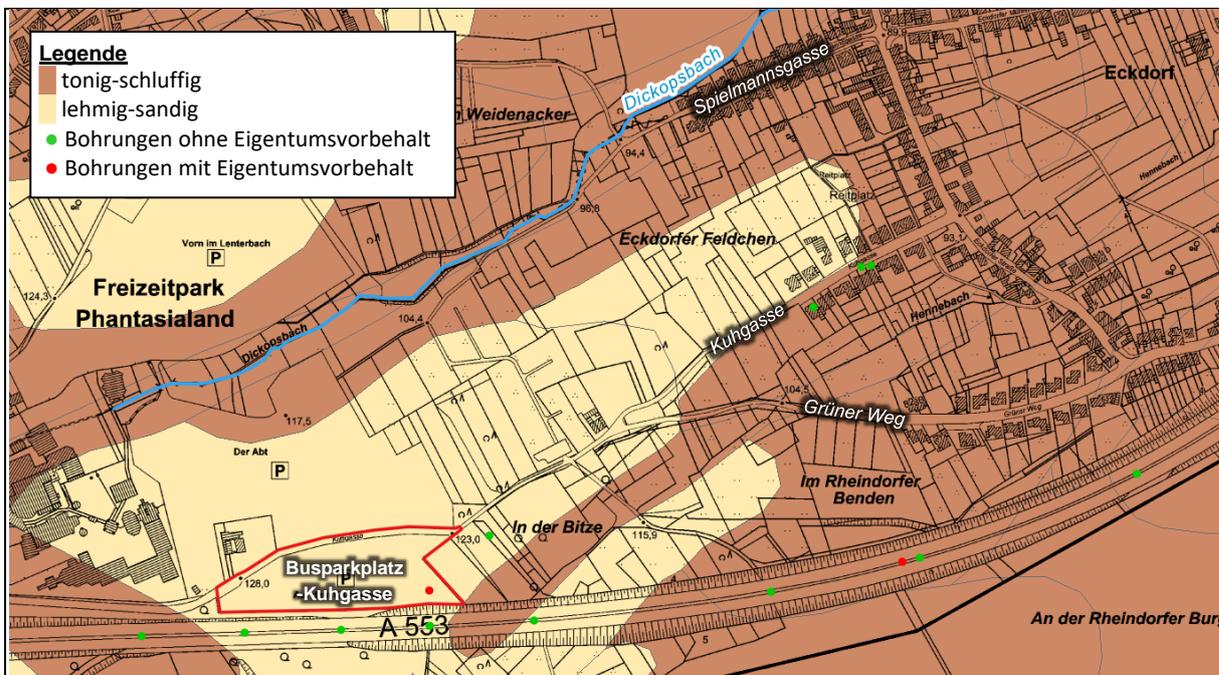


Abbildung 6: Bodenart nach KA5-Klassifizierung in der BK 50 (Geologischer Dienst NRW)

Gemäß vorhandener Schichtenverzeichnisse aus der Datenbank für Aufschlüsse und Bohrungen (DABO, Geologischer Dienst NRW) sind innerhalb der ersten ca. 4 m, Schichten von durchlässigem, lockerem Bodenmaterial aufgeführt, wie Lockergestein, Grobkies, Kies, Sand und lockere Kohle.

Im Bereich der Kuhgasse (3 Bohrungen innerhalb des Siedlungsraums vorhanden) sind erste Tonschichten bereits ab einer Tiefe von 2,6 m mit einer Mächtigkeit von bis zu 5 m anzutreffen. Unterhalb dieser Schicht wechseln sich die Vorkommnisse zwischen Tone und Sande mehrfach ab. Im Bereich des Busparkplatzes hingegen, bei „In der Bitze“, ist die erste Tonschicht erst ab einer Tiefe von 9,8 m verzeichnet.

Grundwasserverhältnisse

Der Grundwasserflurabstand (lotrechter Abstand zwischen Geländeoberkante und oberes Grundwasserstockwerk) wurde aus den Grundwassergleichen-Karten von 2008 abgeleitet, die auf den gemessenen Grundwasserständen von April 1988 basieren. Diese Grundwasserstände repräsentieren dabei für das Land NRW den fast landesweiten Grundwasserhöchststand und dienen damit i. d. R. als geeignete Referenzzustände für diverse Bauvorhaben, da in Folgejahren diese Grundwasserstände nur lokal übertroffen wurden.

Für das Untersuchungsgebiet wurden nach den Grundwassergleichen-Karten Flurabstände zwischen ca. 67 m am Busparkplatz des Phantasialands und ca. 46 m im Tal an der Kreuzung

zung Kuhgasse / Eckdorfer Straße abgeleitet. Aufgrund der sehr hohen Flurabstände verzeichnen die Bodenkarten des geologischen Dienstes NRW grundwasserfreie Untergrundverhältnisse im gesamten Bereich des Betrachtungsraums.

Gemäß Auskünften von einigen Anwohner in der Kuhgasse und in der Spielmannsgasse soll Grundwasser bereits ab einer Tiefe von ca. 1,30 m anzutreffen sein, was jedoch Bodenkarte und Bodenschichtenprofile aus der in unmittelbarer Nähe durchgeführten Bohrungen nicht wiedergeben. Weitergehend berichtete auch ein von Hochwasser betroffener Anwohner aus der Kuhgasse 9b, dass nachdem das Starkregenereignis endete und das Oberflächenwasser abfloss, es noch einen halben Tag andauerte, bis kein Wasser mehr aus dem Untergrund in das Kellergeschoss drückte.

Aufgrund der vorliegenden Feststellungen handelt es sich bei dem temporär vorliegenden, unterirdischen Wasserspiegel ggfs. vielmehr um drückendes Schichtenwasser / Stauwasser, welches durch die vorhandenen Untergrundverhältnisse bei Niederschlag durch Sickerwasser temporär ansteht.

Stauanässe und Versickerungseignung

Bei Stauwasser handelt es sich um oberflächennahes, temporär auftretendes Bodenwasser, dessen Versickerung ins Grundwasser durch eine Stauwassersohle gehemmt ist. Die Entwässerung von Stauwasser erfolgt oberhalb der wasserundurchlässigen Bodenschichten.

Gemäß Bodenkarte liegen im Betrachtungsraum Staunässegrade von schwacher bis mittlerer Staunässe vor, siehe nachfolgende Abbildung 7.

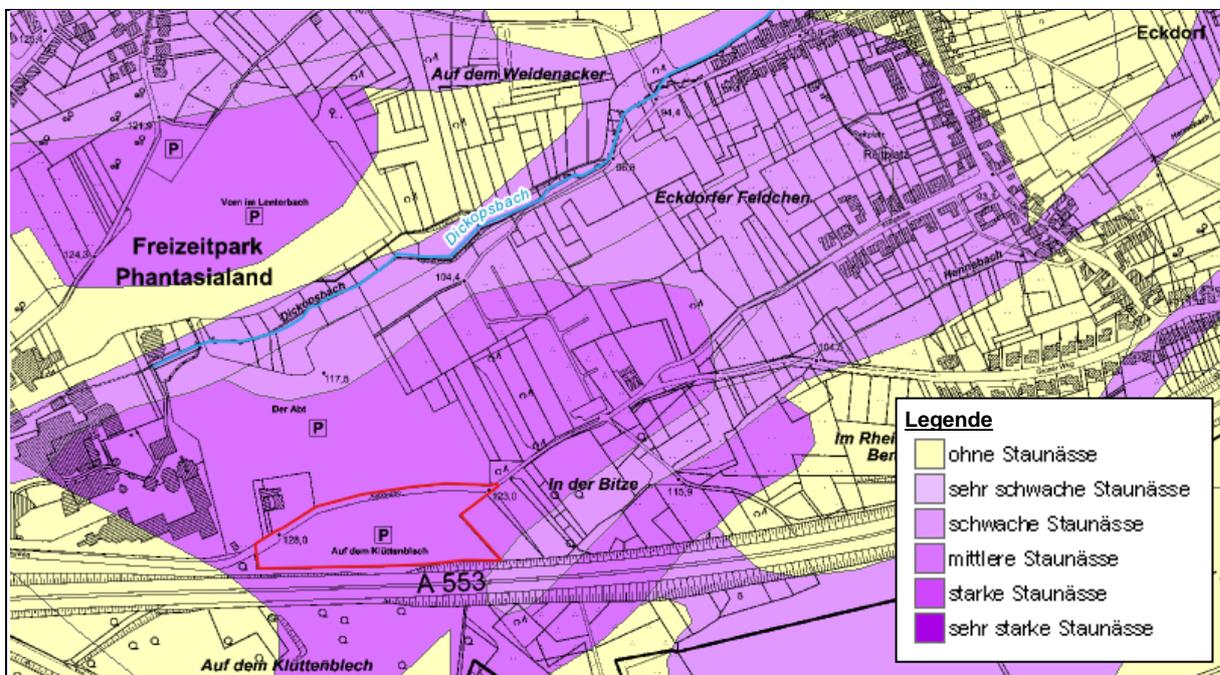


Abbildung 7: Staunässe gemäß BK 50 (Geologischer Dienst NRW)

Die Versickerungseignung im 2-Meter-Raum wird als „staunass“ bis „ungeeignet“ bewertet, wodurch Versickerungsmaßnahmen im Sinne der Regenwasserbewirtschaftung ggfs. nur als

aufwändige Bewirtschaftung mit gedrosselter Ableitung nach Passage von Mulden oder Rigolen (Mulden-Rigolen-Systemen) umsetzbar sind, siehe nachstehende Abbildung 8.

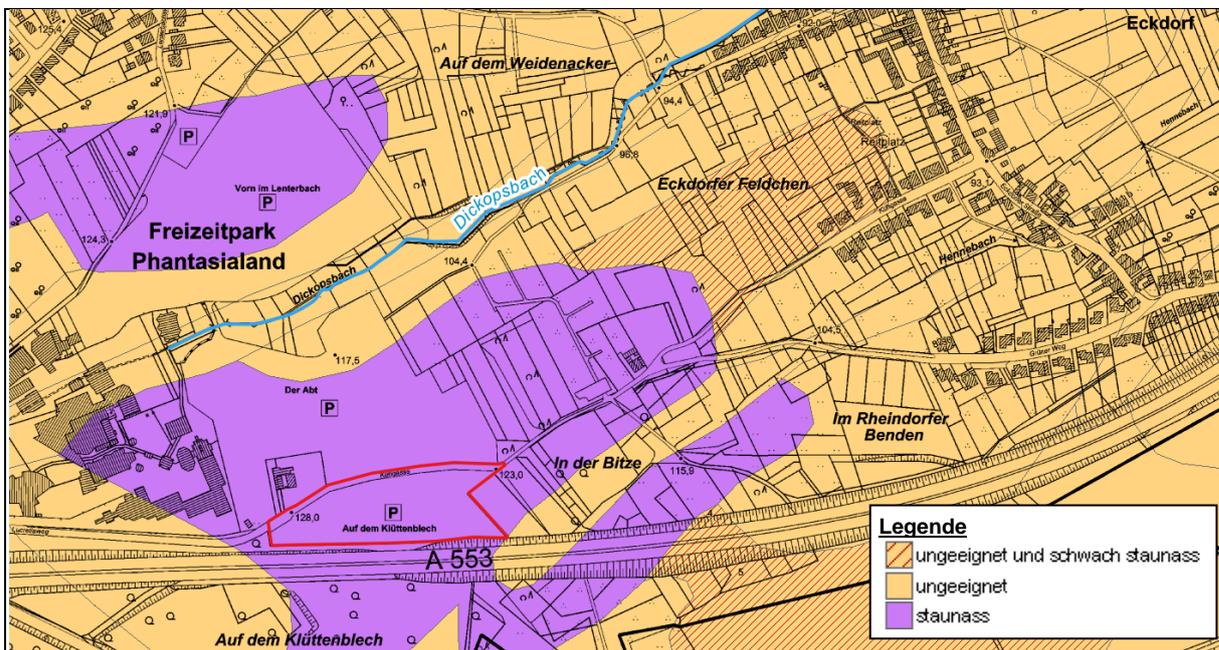


Abbildung 8: Versickerungseignung gemäß BK 50 (Geologischer Dienst NRW)

3.4 Phantasialand-Busparkplatz-Kuhgasse

Laut der vorhandenen Begründung des Bebauungsplans 06.01./ II „Phantasialand-Busparkplatz-Kuhgasse“ – 1. Änderung (Becker GmbH, 03.08.2021) wurde mit der erfolgten rechtskräftigen Aufstellung des Bebauungsplans 06.01/II (Oktober, 2005) der B-Plan-Bereich als Sondergebiet mit der Zweckbestimmung „Freizeitpark – Fläche für Stellplätze (Busparkplatz)“ festgesetzt. Im ursprünglichem B-Plan war die Fläche zuvor als Waldfläche festgesetzt. Die nachfolgende Abbildung 9 verdeutlicht die Veränderung im B-Plan-Gebiet durch die Gegenüberstellung des historischen Luftbilds (2016) und des aktuellen Luftbilds (2021).



Abbildung 9: Digitale Orthofotos (DOP) – links: 2016; rechts: 2021

Das B-Plan-Gebiet umfasst eine Fläche von 1,62 ha und gehört zum Areal des Freizeitparks Phantasialand. Durch die Fertigstellung des Busparkplatzes reduzierte sich der Anteil an Wald- / Grünflächen im B-Plan-Gebiet von zuvor 89 % auf 25 %.

Seit der Fertigstellung wurde die Fläche auch als Stellplatzfläche für Busse genutzt, jedoch wird aufgrund der geringen Flächenausnutzung durch Busse das Ziel verfolgt, den Parkplatz auch für andere Kraftfahrzeuge verfügbar zu machen, wie es bereits in einer Entwurfszeichnung als Alternative konzipiert wurde, siehe Abbildung 10.



Abbildung 10: Entwurfszeichnung des Busparkplatzes für Busse in magenta und PKW in schwarz (Schmidt- Löffelhardt GmbH & Co. KG, 2015)

Gemäß einer vom Verfasser durchgeführten Ortsbegehung am 04.08.2022 wird die Fläche auch bereits heute von anderen Fahrzeugen (außer Bussen) genutzt, siehe Abbildung 11.



Abbildung 11: Gelände der Phantasialand-Parkplatzfläche

Gefälle- / Geländeverhältnisse

Da die Parkplatzfläche des Freizeitparks von einigen Anwohnern als mögliche Ursache für die Überflutungsschäden in Betracht gezogen wurde, die im Rahmen der sog. „Flutkatastrophe 2021“ entstanden sind, ist eine Analyse der Gefälle- / Geländeverhältnisse erforderlich, die seit der Errichtung der Parkplatzfläche vorliegen.

Vorhandene digitale Geländehöheninformation liegen im Betrachtungsraum derzeit nur aus dem Jahre 2015 vor, also vor der Herstellung des Parkplatzes. Die zuständige Bezirksregierung Köln gibt dazu an, dass die Datengrundlage für digitale Geländemodelle im 5-Jahresturnus erfasst werden, jedoch wurden bereits seit 7 Jahren keine aktualisierten Daten im Bereich der Stadt Brühl herausgegeben. Auch vermessene Höhen stehen nicht zur Verfügung, so dass sich auf eine optische Bewertung aus der Ortsbegehung sowie auf vorhandene Höhen im unberührten Grünstreifenbereich (um den Parkplatz herum) aus dem digitalen Geländemodell (DGM1, 2015) bezogen wurde.

Aus der optischen Wahrnehmung heraus wurde das Gelände der Parkplatzfläche nahezu eben ausgeführt, so dass sich aus den Höheninformationen im Randbereich die Gefällerrichtung der heutigen Parkplatzfläche in etwa herleiten lässt.

Anhand der abgelesenen Höheninformationen aus dem DGM wurden vom Verfasser interpolierte Höhenlinien gleicher Geländehöhen gesetzt (grün gestrichelt), mit deren Hilfe die ungefähre Geländeneigungsrichtungen (gelbe Pfeile) abgeleitet wurden. Aus der Analyse der Randpunkte konnte somit eine vorherrschende Geländeneigung in Richtung Nordosten festgestellt werden, siehe nachstehende Abbildung 12.

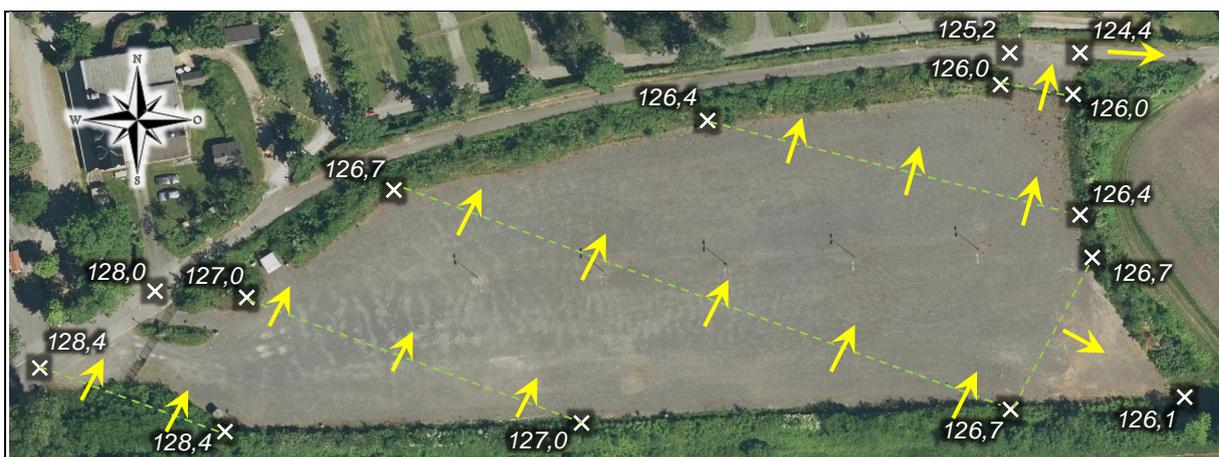


Abbildung 12: Gelände der Phantasialand-Parkplatzfläche an der Kuhgasse mit schematischer Darstellung interpolierter Geländeneigungsrichtungen (m NHN, DHHN2016)

Bei Betrachtung der Geländehöhen im Bereich der heutigen Ein- / Ausfahrten liegt dabei ein Höhenunterschied von ca. 1,7 m vor, woraus sich ein Gefälle von ca. 1 % (= 1,7 m / 175 m) in Richtung Nordosten ableiten lässt, was in etwa dem Gefälle der heutigen Parkplatzfläche entsprechen sollte.

Niederschlagswasserbeseitigung / Entwässerung

Gemäß der vorliegenden Begründung des Bebauungsplans 06.01./ II (Becker GmbH, 03.08.2021) wurde die Niederschlagswasserbeseitigung entsprechend einer gutachtlichen Empfehlung (Bodenuntersuchung Mayat-Consulting vom 22.10.2003) in Form einer flächenhaften Versickerung auf den nicht versiegelten Flächen des Plangebiets (Grünflächen und wasserdurchlässige Parkplatzflächen) hergestellt, da aufgrund der Bodenverhältnisse (Ton) keine sinnvolle Alternative für eine punktuellere Versickerung zur Verfügung stand.

Fazit

Die Analyse der Geländehöhen des neuen Parkplatzes hat gezeigt, dass das Gelände mit einem Gefälle von ca. 1 % in Richtung Nordosten fällt. Die Entwässerung des Parkplatzes erfolgt dabei durch eine flächenhafte Versickerung über die unbefestigte Schotteroberfläche in den anstehenden Untergrund. Bei sehr seltenen Starkregenereignissen kann es u. U. jedoch vorkommen, dass die Versickerungsleistung der Schotterfläche nicht ausreicht, das Niederschlagswasser vollständig in den Untergrund zu versickern, so dass ein entsprechender Anteil des Niederschlagswasser auch oberflächenhaft in Richtung Kuhgasse abgeleitet wird und von hieraus zu den tieferliegenden Bereichen im Nordosten strömt.

Inwiefern die neu hergestellte Parkplatzfläche des Phantasialands ggfs. einen Einfluss (hinsichtlich der Abflussverhältnisse) auf die tieferliegenden Siedlungsflächen und Kleingartenanlagen im Nordosten hat, wird im Kapitel 5.3 anhand einer Fließweganalyse und einer Abschätzung der möglicherweise geänderten Überflutungsgefahrenlage beurteilt.

4 Starkregengefahrenhinweiskarten NRW

Die Starkregengefahrenhinweiskarten (SGHK) stellen die Berechnungsergebnisse einer zweidimensionalen hydrodynamischen Simulation von Starkregenereignissen grafisch für das Gebiet des Landes NRW dar und bieten somit einen Überblick über die Gefahrenbereiche von Starkregenereignissen. Die Ergebnisse können auch als Basis für detailliertere Analysen verwendet werden. Dabei ist zu beachten, dass die vorhandene Kanalisation bei der Modellierung nicht berücksichtigt wurde und der aufkommende Niederschlag daher vollständig oberflächenhaft abfließt und nicht (über Einläufe) durch die Kanalisation abgeführt wird. Die Berechnungsergebnisse liegen somit eher auf der sicheren Seite.

4.1 Allgemeines

Im Rahmen der SGHK wurde eine zweidimensionale hydrodynamische Simulation für die beiden nachfolgenden Berechnungsszenarien durchgeführt:

- Szenario 1: seltener Starkregen (100-jährliches Ereignis)
 - Wiederkehrzeit $T_N = 100$ a
 - Regendauer $D = 60$ Minuten
 - Regenhöhe $h_N =$ regionaler Wert nach KOSTRA-DWD 2010R (s. Abbildung 2)
- Szenario 2: extremer Starkregen (seltener als 100-jährliches Ereignis)
 - Wiederkehrzeit $T_N > 100$ a
 - Regendauer $D = 60$ Minuten
 - Regenhöhe $h_N = 90$ mm (für ganz NRW)

Die Simulationsdauer betrug jeweils 120 Minuten mit einer 60-minütigen Niederschlagsbelastung als Blockregen und einer 60-minütigen Nachlaufzeit. Beim Szenario 1 wurden die regionalen Regendaten nach KOSTRA-DWD 2010R als Niederschlagsbelastung verwendet, während beim Szenario 2 unabhängig der regionalen Lage für ganz NRW pauschal eine Niederschlagshöhe von 90 mm als Niederschlagsbelastung angesetzt wurde. Die in den entsprechenden SGHK dargestellten Berechnungsergebnisse beziehen sich auf die maximale Wasserstandshöhe und die maximale Fließgeschwindigkeit, die innerhalb des gesamten Simulationszeitraums von 120 Minuten ermittelt wurden.

Wesentliche Grundlage für die berechneten Ergebnisse sind ein digitales Geländemodell mit einer Gitterweite von 1 m (DGM1, NRW), das amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem (ALKIS, NRW), die KOSTRA-Daten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und weitere ergänzende Geodaten, wie z. B. Gewässereinzugsgebiete (GSK3c) und Gewässerstationierungskarte (GSK3c).

Für die Modell- und Ergebniserstellung wurden überwiegend die GIS-Software QGIS und das 2D-Berechnungsmodell HiPIMS (*high-performance integrated hydraulic and hydrological modelling software*) sowie weitere Hilfswerkzeuge verwendet. Die hydrodynamische Simulation des Oberflächenabflusses wurde durch das Lösen der Flachwassergleichungen mit dynamischen Zeitschritten durchgeführt, wobei die vorhandene Kanalisation nicht berücksichtigt wurde, so dass der aufkommende Niederschlag vollständig oberflächenhaft abfließt.

Eine detaillierte Beschreibung des Modellaufbaus / -ansätze kann unter dem nachstehenden Hyperlink (Stand: August 2022) eingesehen werden:

- <https://www.lanuv.nrw.de/klima/klimaanpassung-in-nrw/fis-klimaanpassung-nordrhein-westfalen/hochwasserschutz/parameter#c17856>

4.2 Starkregengefahrenhinweiskarte im Betrachtungsraum

In der nachfolgenden Abbildung 13 ist ein Auszug aus der SGHK für ein seltenes 100-jährliches Starkregenereignis im Bereich des Betrachtungsraums dargestellt. Die dargestellten maximalen Wasserstandshöhen und Fließgeschwindigkeiten basieren dabei auf den lokalen Regendaten für die Stadt Brühl nach KOSTRA-DWD 2010R mit einer 60-minütigen Niederschlagshöhe von $h_N = 47,5$ mm, siehe nachfolgende Abbildung 13.

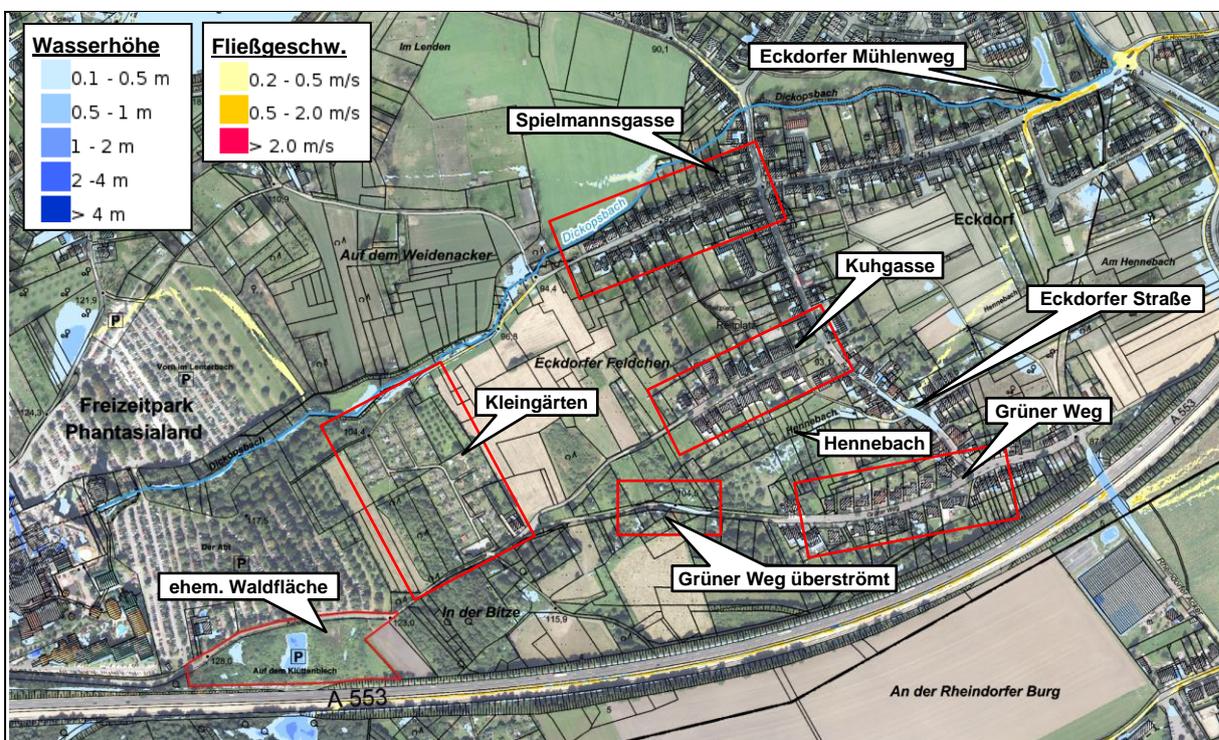


Abbildung 13: Max. Fließgeschw. und Wasserhöhe bei einem seltenen Starkregenereignis ($T = 100$ a, $h_N = 47,5$ mm) gemäß SGHK (Karte: ABK und Historische DOP, 2016)

Da das für die vorliegenden SGHK verwendete digitale Geländemodell die umgesetzte Busparkfläche nicht beinhaltet, stellen die Ergebnisse den „status quo ante“ dar, also den Zustand vor der Errichtung der Parkplatzfläche.

Unter Berücksichtigung der erwähnten Geländetopografie ist aus dem dargestellten Auszug der SGHK bereits ersichtlich, dass die oberflächenhaften Niederschlagsabflüsse überwiegend über den Dickopsbach abgeleitet werden und dieser lediglich auf unbebaute Flächen z. T. auszufert.

Gemäß den Ergebnissen der SGHK konnte sich in der ehem. Waldfläche (heutige Busparkfläche) während eines 100-jährlichen Niederschlagsereignisses ein maximaler Wasserstand von rd. 1 m einstellen. Nach überschlägiger Rechnung entspricht dieser Wasserstand einem Rückhaltevolumen von etwa 500 m³.

Im westlichen Bereich des Grüner Wegs ist zu erkennen, dass auch in den SGHK ein Abschnitt der Straßen im Oberlauf des Hennebachs (ein kleiner Bachlauf, welcher in Gewässerkarten nicht verzeichnet ist) überströmt ist, was sich mit der Aussage der Anwohner deckt, welche im Kapitel 1 bereits erwähnt wurde.

Bis auf einige gefüllte Senken zwischen Gebäuden und Hangseiten geben die vorhandenen SGHK das von den Anwohnern geschilderte Hochwasser-Szenario, in dem u. a. die Kuhgasse und die Spielmannsgasse geflutet wurden, nicht wieder. Kritische Überflutungsbereiche sind vielmehr im Bereich der Eckdorfer Straße und des Eckdorfer Mühlenwegs zu erkennen, die jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung sind.

Um die Abflussverhältnisse detaillierter beurteilen zu können, wurde vom Verfasser im nachfolgenden Kapitel eine Fließweg- und Senkenanalyse durchgeführt.

5 Fließweganalyse

Ein Fließweg ist gekennzeichnet durch die Konzentration des Oberflächenabflusses entlang einer Linie mit den tiefsten Punkten eines Tals oder kleinerer linearer Vertiefungen in der Landschaft, wie Straßengraben, Feldfurchen oder Straßenböschungen und beschreibt den abströmenden Weg des Wassers durch das Gelände.

Die topographische Fließweganalyse ist eine belastungsunabhängige Methode, die lediglich ein digitales Geländemodell in Rasterdarstellung voraussetzt, um die Fließwege eines potenziellen Oberflächenabflusses im Gelände abzuschätzen. Dabei können kritische und gefährdete Bereiche identifiziert werden, in denen sich der Abfluss ggfs. sammelt. Als weitere Information kann aus der Fließweganalyse die abflussliefernde Fläche (oberirdisches Gewässereinzugsgebiet) an jedem Punkt des analysierten Fließwegs ermittelt werden, weshalb diese Methode u. a. auch Einzugsgebiets- oder Abflussakkumulationsanalyse genannt wird. Eine direkte quantitative Information über Wasserstände, Fließgeschwindigkeiten und Wassermengen kann diese belastungsunabhängige Methode nicht liefern, da keine Belastungen durch Niederschlagsereignisse simuliert werden. Eine Aussage auf dieser Ebene ist daher nur qualitativ und unter Betrachtung der Verteilung des Geländegefälles möglich. Die Fließweganalyse mit der Ermittlung der oberirdischen Einzugsgebiete kann jedoch als Grundlage für weiterführende Niederschlagsabflussberechnungen dienen.

Zur Abschätzung des potenziellen Fließwegs existieren viele Algorithmen mit unterschiedlichen Ansätzen der Abflussverteilung. Am bekanntesten sind dabei *Deterministic 8* (D8), *Rho 8*, *Deterministic Infinity* (D^∞) und *Multiple Flow Direction* (MFD). All diese Algorithmen und einige mehr stehen in der verwendeten Geoinformationssoftware QGIS zur Verfügung.

Die durchgeführte vorliegende Fließweganalyse basiert auf dem D8-Algorithmus nach O'CALLAGHAN & MARK (1984). Dieser Algorithmus sucht nach dem steilsten Gefälle zwischen der betrachteten Zelle in der Mitte und ihren 8 Nachbarzellen und legt diese Richtung als diejenige fest, in die das gesamte Wasser abgeleitet wird. Als nächster Schritt werden die Akkumulationswerte in jeder Zelle berechnet, die über eine Art Zufluss-Kaskade miteinander verbunden sind. In den nachfolgenden Ergebnissen entspricht diese Zahl der Größe der abflussliefernden Fläche. Je höher dieser Wert ist, desto mehr Wasser / Abfluss ist dementsprechend an dieser Stelle zu erwarten.

Zur Ermittlung von kontinuierlichen Fließwegen muss i. d. R. das vorliegende Geländemodell vorab angepasst werden, da die Fließweganalyse ein senkenfreies Geländemodell mit kontinuierlichem Gefälle voraussetzt. Die vom Verfasser durchgeführte Anpassung des verwendeten Geländemodells ist im nachfolgenden Kapitel 5.1 näher erläutert.

5.1 Erstellung und Anpassung des digitalen Geländemodells

Das für die Fließweganalyse verwendete digitale Geländemodell mit einer Gitterweite von 1 Meter (DGM1) ist für das Untersuchungsgebiet innerhalb der Stadt Brühl frei auf der Internetseite des Landes NRW für Geodaten erhältlich (<https://www.opengeodata.nrw.de>). Die Höhengengenauigkeit wird laut der Bezirksregierung Köln mit $\pm 0,2$ m angegeben. Dabei wird auf höhere Abweichungen in bewaldeten Flächen, stark geneigtem Gelände und Siedlungsräumen hingewiesen. Objekte wie Gebäude und Vegetation werden nicht dargestellt, da das

DGM die natürliche Geländeform der Erdoberfläche beschreibt. Solche Höheninformationen werden in einem digitalen Oberflächenmodell (DOM) zur Verfügung gestellt.

Integration von Gebäude- und Bauwerksstrukturen

Strukturen wie Gebäude, Garagen, Schuppen, etc. stellen in der Realität ein deutliches Fließhindernis dar, so dass solche Barrieren bei der Fließweganalyse berücksichtigt werden müssen. Da beim vorliegenden DGM solche Strukturen jedoch herausgerechnet sind, wurden diese mittels der vorhandenen Polygone aus dem amtlichen Liegenschaftskatastersystems (ALKIS, NRW) wieder ergänzt. Dabei mussten die Polygone zunächst in ein Rasterformat mit der gleichen Rasterweite wie im DGM1 konvertiert und anschließend mit dem DGM1 vereinigt werden, siehe Beispiel in nachfolgender Abbildung 14.

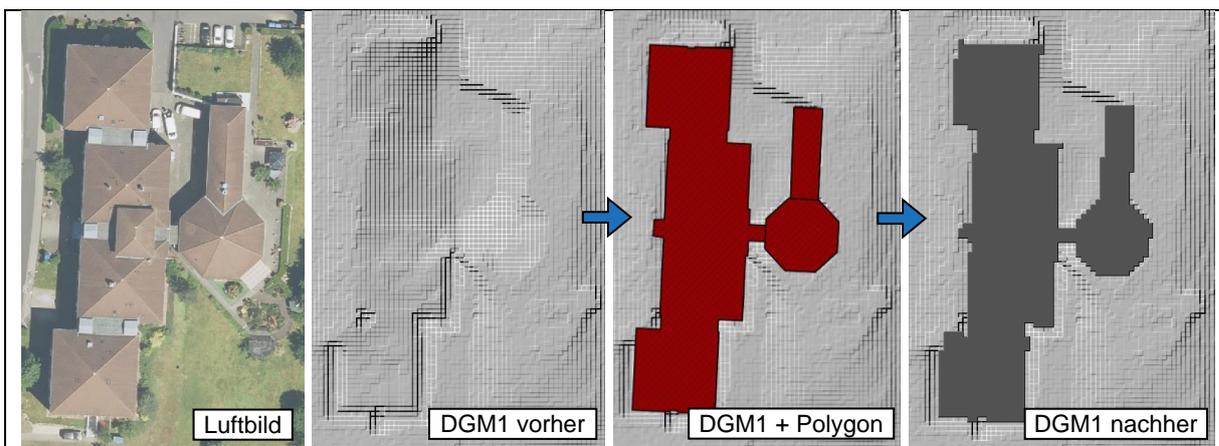


Abbildung 14: Integration von Gebäude- und Bauwerksstrukturen am Beispiel des Gebäudes des Seniorenzentrums Johannesstift in Brühl

Die vorhandenen Dachformen und Gebäudehöhen wurden dabei vereinfacht als Flachdach mit einer pauschalen Höhe von 15 m angesetzt, da diese Informationen im vorliegenden Fall keinen Einfluss auf die Qualität der Resultate haben. Eine deutliche Erhöhung des Geländes genügt hier als Fließhindernis.

Anpassen vorhandener Senken im Geländemodell

Senken sind topographische Vertiefungen im Gelände, die einen lokalen Tiefpunkt aufweisen, so dass kein weiteres kontinuierliches Gefälle vorliegt. Bei einer Fließweganalyse führen solche Senken im Geländemodell dazu, dass der Fließweg „gefangen“ wird und in der Senke endet. Dabei ist es irrelevant, wie groß die Dimension der Senke ist. Um die Fließweganalyse durchführen zu können, ist es daher zwingend notwendig, diese Vertiefungen so zu modifizieren, dass diese künstlich aufgefüllt und / oder durchbrochen werden, damit ein kontinuierlicher Fließweg vorliegt, siehe Prinzipschema in der nachfolgenden Abbildung 15.

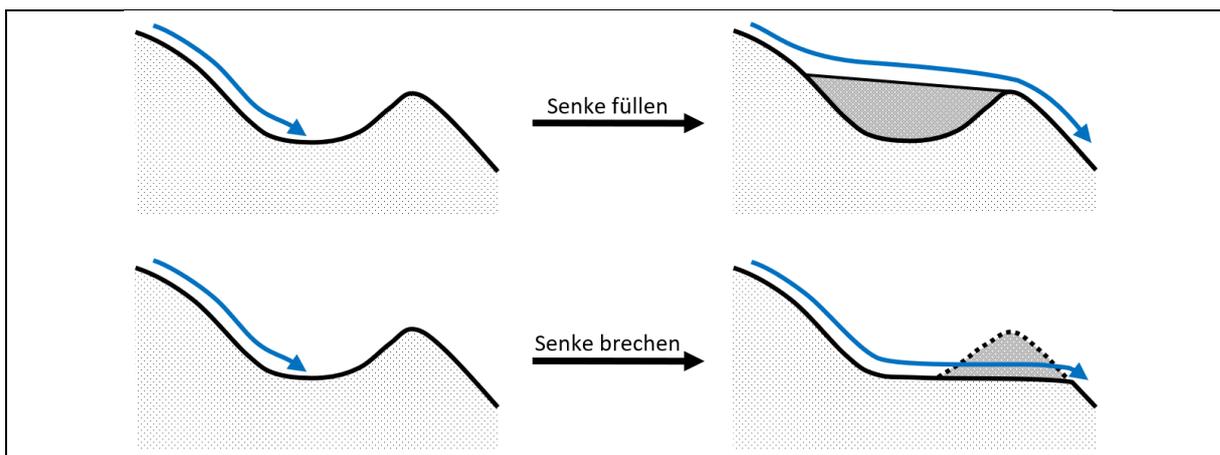


Abbildung 15: Prinzipschema eines Fließwegs im Höhenprofil ohne und mit Korrektur des Geländemodells durch Füllen und Durchbrechen von störenden Senken

Mit Hilfe des Algorithmus nach LINDSAY (2016) zum Füllen und Durchbrechen von Senken wurden im verwendeten DGM (inkl. ergänzter Bauwerksstrukturen) alle Senken entsprechend angepasst. Der Algorithmus füllt dabei sämtliche Senken bis zur Höhe des topographischen Überlaufpunktes der jeweiligen Senke auf. Anschließend wird ein minimales Gefälle erzeugt, welches sich zum Überlaufpunkt der Senke neigt, so dass ein kontinuierlicher Fließweg an dieser Stelle und im weiteren Verlauf gewährleistet wird, siehe Beispiel in nachfolgender Abbildung 16.

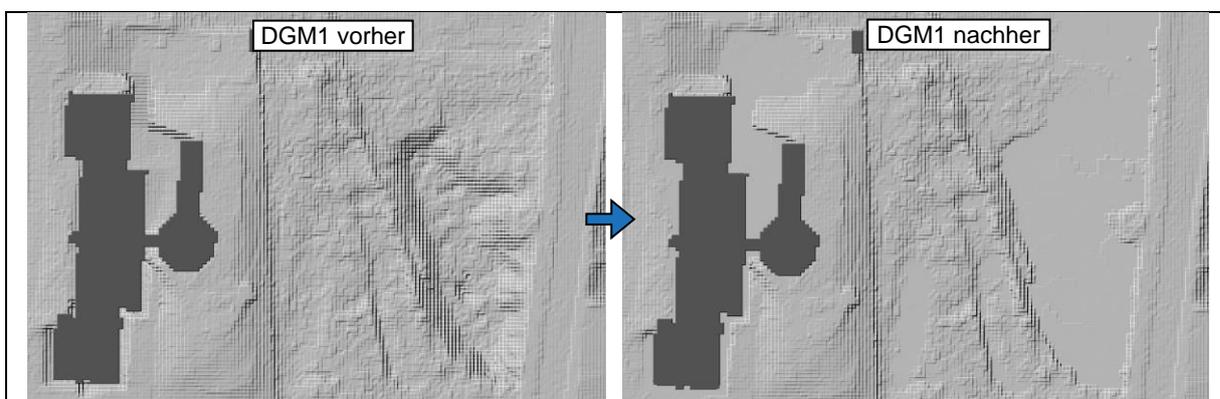


Abbildung 16: DGM1 inkl. Bauwerksstrukturen vor und nach der künstlichen Geländemodifikation im Bereich des Seniorenzentrums Johannesstift in Brühl

Mit den o. g. Anpassungen wurde das Geländemodell so vorbereitet, dass anschließend eine Senkenanalyse sowie die Fließweganalyse durchgeführt werden konnte, siehe nachfolgendes Kapitel 5.2 bzw. 5.3.

5.2 Senkenanalyse

Auf Basis des erzeugten / angepassten DGM mit ergänzter Gebäudestruktur wurde anschließend eine Senkenanalyse durchgeführt, um Gebiete zu identifizieren, die ggfs. bei Starkregen vollständig oder zum Teil gefüllt werden und als Retentionsfläche- / raum wirken.

Mittels der Senkenanalyse können Volumen, Oberfläche und Tiefe der Senken ermittelt werden. Hierfür wird ein Algorithmus nach ANTONIĆ, HATIC, & PERNAR (2001) verwendet, der das vorhandene DGM (ohne gefüllte Senken) mit dem künstlich aufgefüllten DGM verschneidet und die statische Tiefe jeder Rasterzelle innerhalb einer geschlossenen topografischen Vertiefung darstellt. Das Resultat der durchgeführten Senkenanalyse ist in der nachfolgenden Abbildung 17 für den relevanten Ausschnitt des Betrachtungsraums dargestellt, wobei für eine bessere Übersichtlichkeit kleine Senken mit Tiefen von weniger als 10 cm ausgeblendet wurden.

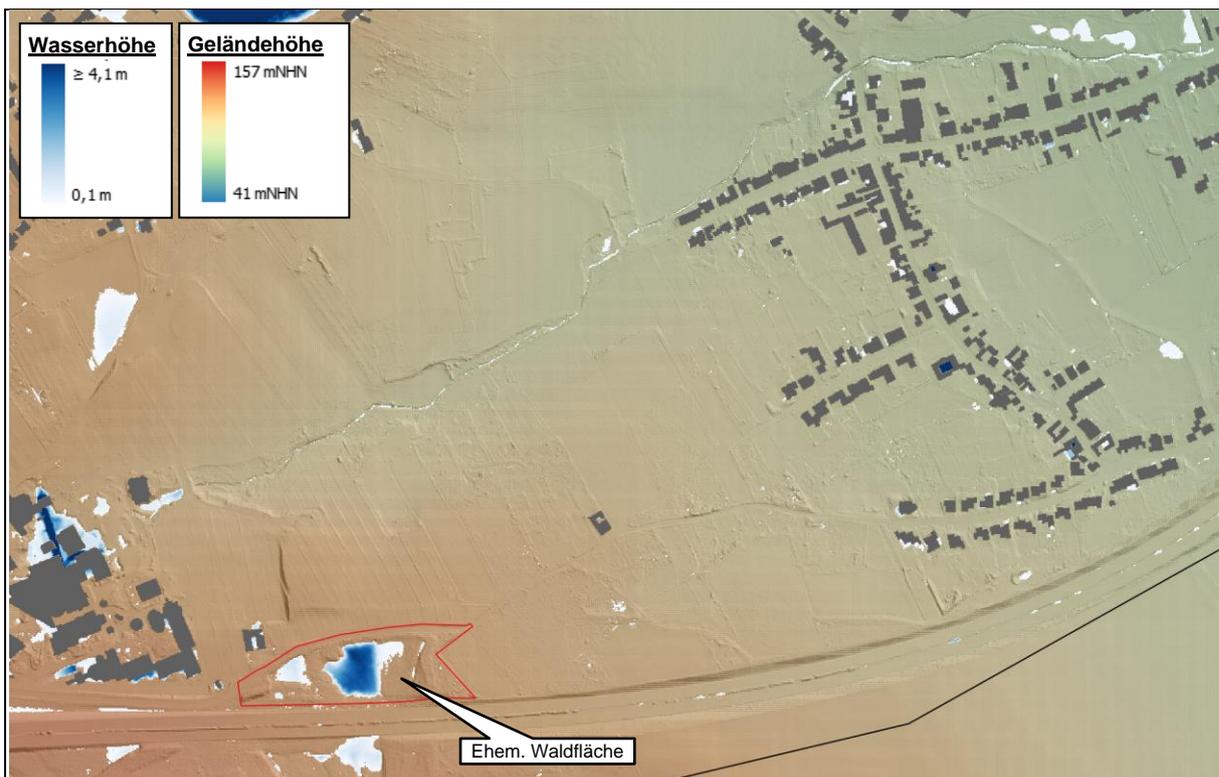


Abbildung 17: Ergebnis der Senkenanalyse im Betrachtungsraum

Mit Hilfe der Senkenanalyse wurde insbesondere das ehemalige Retentionsvolumen am heutigen Busparkplatz ermittelt. Demnach wies die ehemalige Waldfläche ein potenzielles Retentionsvolumen von rd. 7.400 m³ mit einer Wasseroberfläche von rd. 5.700 m² auf. Die maximale Tiefe betrug rd. 4 m bei einer mittleren Tiefe von ca. 1,3 m. Aus den Starkregengefahrenhinweiskarten konnte bei einem 100-jährlichen Regenereignis eine Füllung von 500 m³ abgeleitet werden, was einem Anteil von lediglich rd. 7 % des Gesamtpotenzials entspricht.

Bis auf diesen Bereich konnten keine weiteren Senken / Mulden identifiziert werden, die über ein bedeutsames potenzielles Volumen für die im Betrachtungsraum vorhandene Bebauung verfügen.

5.3 Fließwege und abflussliefernde Einzugsgebietsflächen

In der nachfolgenden Abbildung 18 ist das Ergebnis der Fließweganalyse grafisch dargestellt. Dabei wurden Fließwege mit einer Einzugsgebietsfläche < 500 m² für eine bessere

Übersichtlichkeit ausgeblendet. Weitergehend sind insgesamt 8 ermittelte Einzugsgebietsflächen farblich differenziert dargestellt, die einen Abfluss zu den untersuchten Straßenabschnitten und Kleingärten liefern. Somit ist detaillierter zu erkennen, welche Flächen bei einem Niederschlagsabflussereignis einen Einfluss auf die oberflächenhafte Abflussbildung in den relevanten Bereichen haben.

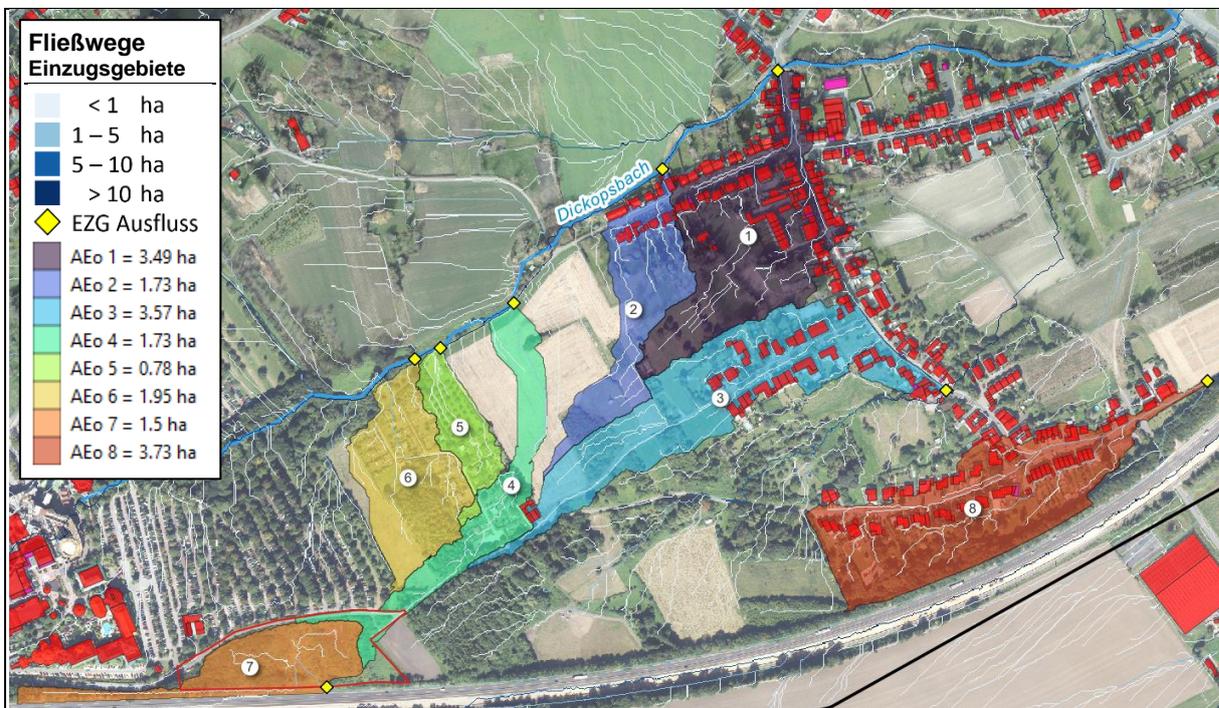


Abbildung 18: Ergebnis der Fließweg- und Senkenanalyse mit Darstellung der zugehörigen abflussliefernden oberirdischen Einzugsgebietsflächen (AEo,i) im Luftbild

Das hinterlegte Luftbild (DOP 2016) zeigt den Zustand vor der Umsetzung des Busparkplatzes, worin die ehemalige Waldfläche noch erkennbar ist und worauf auch die Ergebnisse der vorliegenden Fließweganalyse basieren. Gebäudestrukturen sind zur besseren Erkennung in Rot hervorgehoben und basieren auf den Informationen des aktuellen ALKIS (2022).

Die Fließwege in der obigen Abbildung 18 (siehe auch Legende) wurden farblich in 4 Klassen (Blautöne) unterteilt und beschreiben anhand der Einordnung, wie groß die akkumulierte Einzugsgebietsfläche oberhalb des jeweiligen Fließweges in Hektar (ha) ist. Die Klassifizierung richtet sich dabei nach dem Vorschlag zur Einteilung in Gefährdungsklassen gemäß dem DWA-Merkblatt 119, siehe nachfolgende Tabelle 1.

Tabelle 1: Klassifizierung der Überflutungsgefahr von Senken und Fließwegen nach DWA-M 119

Gefahrenklasse	Überflutungsgefahr	Spezifisches Retentionsvolumen einer Senke	Akkumulierte Einzugsgebietsfläche entlang eines Fließwegs
1	gering	abseits einer Senke	abseits eines Fließwegs (< 1 ha)
2	mäßig	100 m ³ /ha bis > 500 m ³ /ha	1 ha bis 5 ha
3	hoch	50 m ³ /ha bis 100 m ³ /ha	5 ha bis 10 ha
4	sehr hoch	< 50 m ³ /ha	> 10 ha

Gemäß dieser Einteilung lässt sich bereits eine qualitative Aussage darüber treffen, wie hoch die potenzielle Überflutungsgefahr entlang eines Fließweges ist. Mit einer Einzugsgebietsfläche von 0,1 ha in den Zulaufbereichen der Siedlungsflächen bzw. Kleingärten bis hin zu 3,7 ha in den Auslaufbereichen der Einzugsgebiete (gelbe Rauten in Abbildung 18) kann damit den untersuchten Straßenzügen und Kleingärten eine Überflutungsgefahr von überwiegend „gering“ (< 1 ha) bis maximal „mäßig“ (1 – 5 ha) zugeordnet werden.

Mithilfe der ermittelten Fließwege ist in der nachstehenden Abbildung 19 zu erkennen, dass die ehemalige Waldfläche am heutigen Busparkplatz zuvor keinen oberflächenhaften Retentions-Einfluss auf die im Nord-Osten befindlichen Flächen hatte. Bei theoretischer Vollerfüllung der ehemals vorhandenen Mulde befand sich der natürliche Ableitungsweg auf der Südseite, so dass eine Entlastung aus der Mulde entlang der Autobahnböschung erfolgte (siehe schwarze Fließpfeile in Abbildung 19).



Abbildung 19: Fließwege mit Fließpfeilen und Einzugsgebieten im Bereich der ehemaligen Waldfläche mit digitalen Orthophotos (DOP) im Hintergrund

Anhand der dargestellten Einzugsgebiete und Fließwege lässt sich jedoch erkennen, dass durch die Errichtung der Parkplatzfläche mit der einhergegangenen Einebnung des Geländes die Parkplatzfläche heutzutage an das Einzugsgebiet Nr. 4 anschließt. Somit ist es theoretisch möglich, dass bei sehr seltenen Starkregenereignissen der Niederschlagswasseranteil, der ggfs. nicht vollständig über die Parkplatzfläche versickern kann, oberflächenhaft über die Kuhgasse zum nordöstlichen Einzugsgebiet Nr. 4 abgeleitet wird, siehe blaue Fließpfeile in obiger Abbildung 19. Dies könnte ggfs. einen (geringfügigen) Einfluss auf einige Kleingartenparzellen (in Abbildung 19 rot gestrichelt umgrenzt) haben. Die abflussliefernde Fläche des Einzugsgebiets Nr. 4 hat sich durch den Parkplatz dabei (theoretisch) um rd. 1,5 ha vergrößert. Auf die Straßen Grüner Weg, Spielmannsgasse und (untere) Kuhgasse hat die Parkplatzfläche dagegen keinen Einfluss, da auftretende Oberflächenabflüsse über das Gebiet Nr. 4 dem Dickopsbach zuströmen.

6 Plausibilisierung (Ortsbegehung und Anwohnerbefragung)

Zur Beurteilung der Örtlichkeit und Plausibilisierung der Ergebnisse der Fließweganalyse wurde vom Verfasser am 21.04.2022 eine Ortsbegehung inkl. Anwohnerbefragung zum Starkregenereignis vom 14.07.2021 durchgeführt. Dabei gliedert sich die nachstehende Beschreibung zur Plausibilisierung folgendermaßen:

- 6.1 - Spielmannsweg
- 6.2 - Kuhgasse
- 6.3 - Grüner Weg
- 6.4 - Kleingartenanlage

Abschließend folgt ein Gesamtfazit zur Plausibilisierung der Ergebnisse der durchgeführten Fließweganalyse.

6.1 Spielmannsweg

Laut Anwohnern ist die Spielmannsgasse sowie die südliche Hangseite der Grundstücke am 14.07.2021 von oberflächenhaften Regenabflüssen überströmt worden, wie es auch die Ergebnisse der Fließweganalyse zeigen, siehe nachfolgende Abbildung 20.

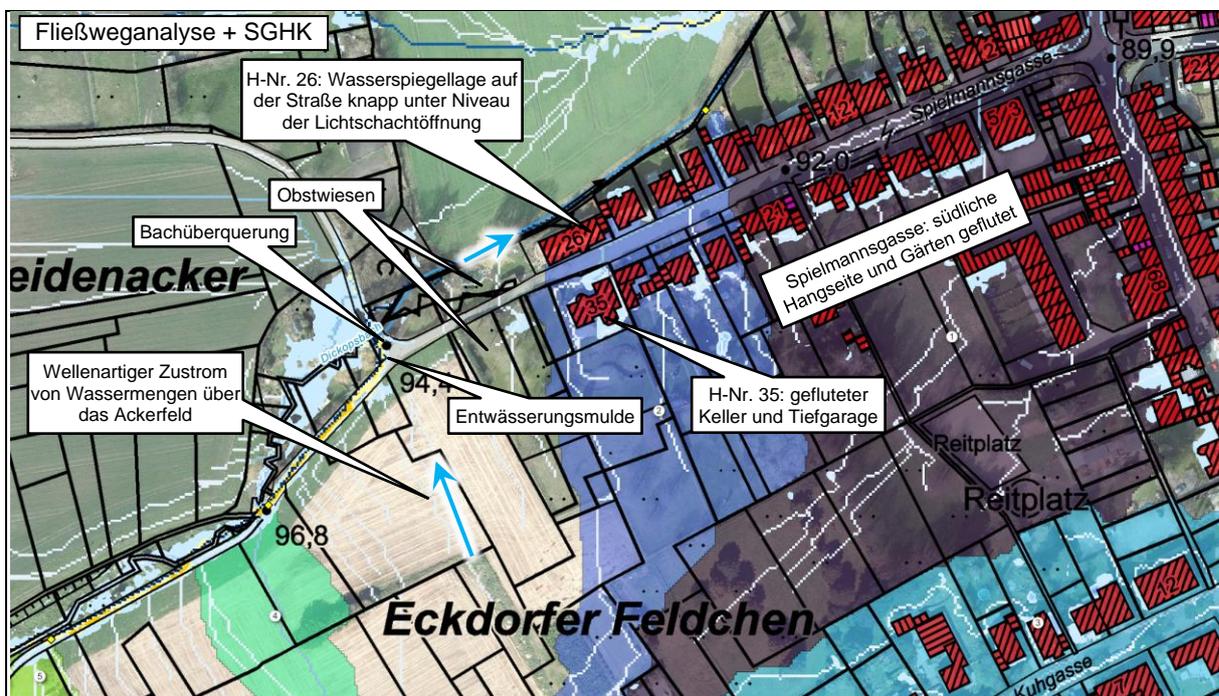


Abbildung 20: Fließwege und Überschwemmungsflächen im Bereich der Spielmannsgasse

Anwohner beschrieben, dass große wellenartig zuströmende Wassermengen aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen am „Eckdorfer Feldchen“ beobachtet wurden, die von hier aus die Spielmannsgasse überströmten und im Anschluss dem Dickopsbach auf Höhe der

vorhandenen Bachüberquerung zuströmen. An dieser Stelle befindet sich bereits eine Entwässerungsmulde zur Ableitung von Niederschlagsabflüssen. Parallel zu diesem Strom fließen weitere Wassermengen von den Feldern am Hang durch Obstwiesen, Gärten und Grundstücke der Wohnungssiedlung, wobei auch hier die Spielmannsgasse überströmt wurde und der Abfluss abschließend dem Dickopsbach zukam, vergleiche obige Abbildung 20. Oberhalb der Bachüberquerung soll es zudem zu Erosionsschäden an der Bachsohle sowie an den Böschungen des Dickopsbachs gekommen sein.

Innerhalb der Wohnbauflächen haben die Eigentümer des Grundstücks der Spielmannsgasse 35 bekanntlich den größten Schaden am 14.07.2021 erlitten. Dabei ist am Ereignistag die tiefergelegene Garage samt Kellerräumen bis über Straßenniveau von der Hang- und Straßenseite aus geflutet worden. In Abbildung 21 ist das Grundstück von der Straßenseite aus fotografiert, um ein Bild der gegebenen Situation darzustellen. Das gegenüberliegende Grundstück (H-Nr. 26) konnte dabei Überflutungsschäden entgehen, da der Wasserspiegel auf der Spielmannsgasse nur bis knapp unter den vorhandenen Lichtschächten reichte, was einem Wasserstand von schätzungsweise 10 bis 15 cm über Straßenniveau entspricht.



Abbildung 21: Örtlichkeit im Bereich der Spielmannsgasse 26 und 35

6.2 Kuhgasse

Laut Anwohnern ist die Kuhgasse sowie die Gärten der südlichen Grundstücke am 14.07.202 überflutet worden, wie es auch die Ergebnisse der Fließweganalyse zeigen, siehe nachfolgende Abbildung 22.

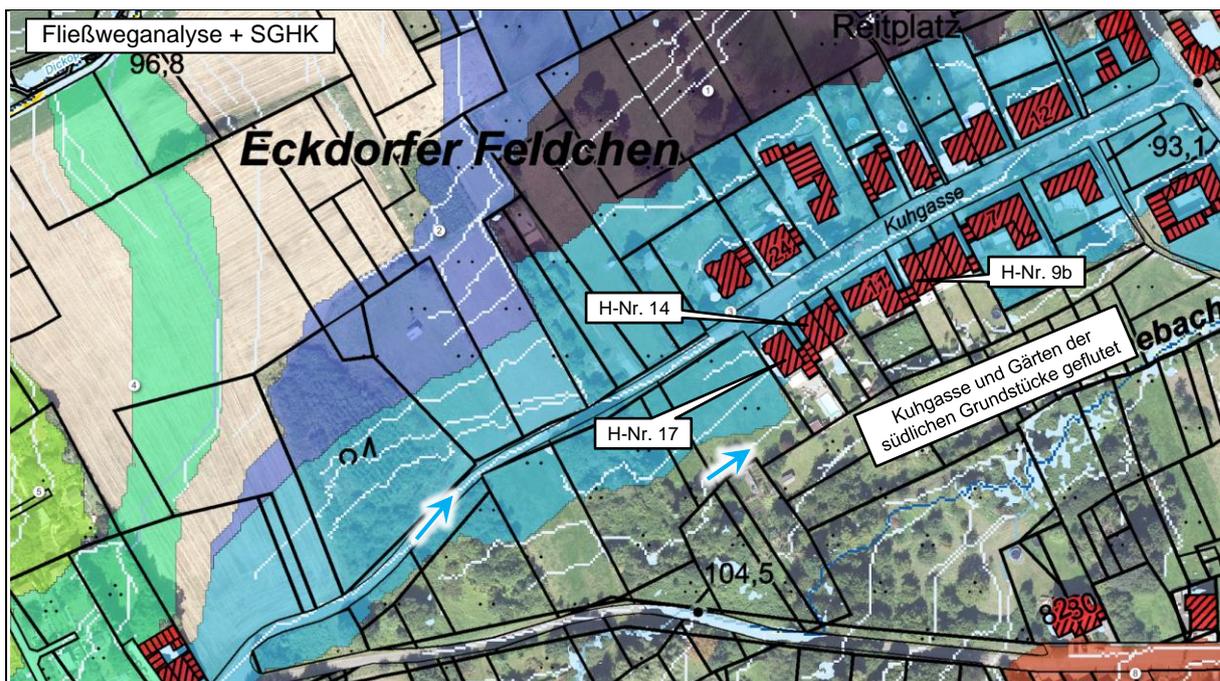


Abbildung 22: Fließwege und Überschwemmungsflächen im Bereich der Kuhgasse

Laut Anwohnern wurde u. a. der Keller der Eigentümer der Kuhgasse 17 geflutet. Hier drang das Oberflächenwasser über die Lichtschächte ein. Der Eigentümer hat daraufhin eine massive Hochwasserschutzmauer errichten lassen, die ein erneutes Eindringen von Wassermengen verhindern soll, siehe nachfolgende Abbildung 23.



Abbildung 23: Hochwasserschutzmauer an der Kuhgasse 17

Dabei beeinflusst die Errichtung der Hochwasserschutzmauer einige Fließwege und die damit direkt verbundene Größe der abflusswirksamen Einzugsgebiete. Durch diese Maßnahme wird insbesondere der Fließweg, der zuvor durch die Gärten der südlichen Grundstücke an der Kuhgasse führte, dahingehend umgeleitet, dass dieser jetzt an den nächsten nördlich parallel führenden Fließweg anschließt und damit das Einzugsgebiet Nr. 3 um rd.

0,5 ha (14 %) vergrößert, siehe nachfolgende Abbildung 24. Hiermit erfährt die Kuhgasse zukünftig ggfs. eine entsprechend höhere Belastung durch niederschlagsbedingte Oberflächenabflüsse, wohingegen einige Gärten entlastet werden und voraussichtlich zukünftig nicht erneut überschwemmt werden.

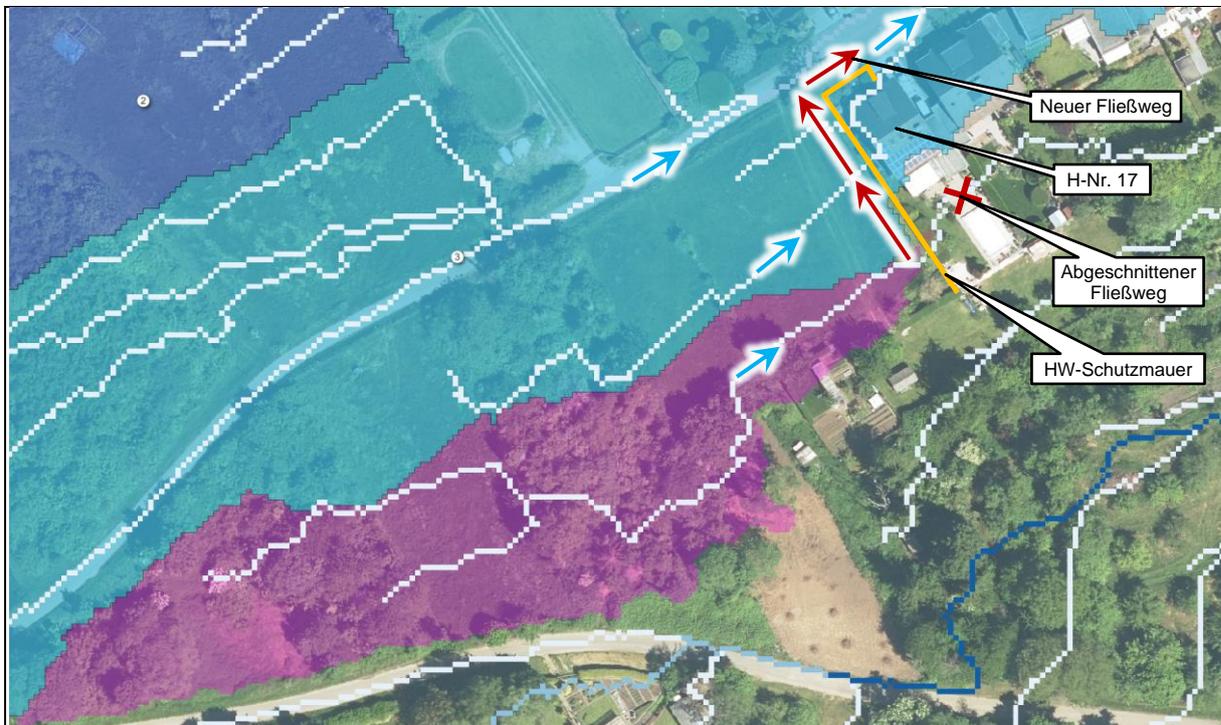


Abbildung 24: Einfluss der Hochwasserschutzmauer auf Fließwege und Einzugsgebiete

Der Garten des Grundstücks Kuhgasse 14, welches das nordöstlich gelegene Nachbarhaus der Hausnummer 17 ist und am 14.07.2021 ebenfalls von der Überflutung betroffen war, ist z. B. einer der Flächen, die zukünftig von der errichteten Hochwasserschutzmauer profitieren wird, siehe nachfolgende Abbildung 25.



Abbildung 25: Gartenanlage der Kuhgasse 14 mit schematischen Fließpfeilen und Aufnahme des Eigentümers bei Überflutung des Gartens am 14.07.2021

Den Eigentümern des Grundstücks Kuhgasse 9b wurden ebenfalls die Kellerräume über die vorhandenen Licht-/Luftschächte geflutet. Die tiefer liegende Gebäudesohle mit vorhandenem ungünstigem Gefälle von der Straße hin zum Gebäude begünstigte dabei die Überflutung, siehe nachfolgende Abbildung 26.



Abbildung 26: Grundstück der Kuhgasse 9b mit Gefälle in Richtung der Lichtschächte

Zusätzlich berichtete der Eigentümer über eindringendes Wasser aus dem Untergrund, selbst noch nach 13 Stunden nach dem Regenereignis. Dieser Fall wurde bereits im Kapitel 3.3 „Untergrundverhältnisse“ zum Thema Grundwasser und Staunässe erläutert. Dabei wurde auf temporäre Staunässe / Schichtenwasser durch die vorhandene Stauwassersohle (toniger Boden) geschlossen.

6.3 Grüner Weg

Gebäude und Grundstücke am Grüner Weg waren laut Auskünften vom Starkregenereignis nicht betroffen. Lediglich im Oberlauf des Hennebachs wurde der Grüner Weg in einem Abschnitt von Wassermengen überströmt. Dies ergab auch die Fließweganalyse sowie auch die Starkregengefahrenhinweiskarten, siehe nachstehende Abbildung 27.

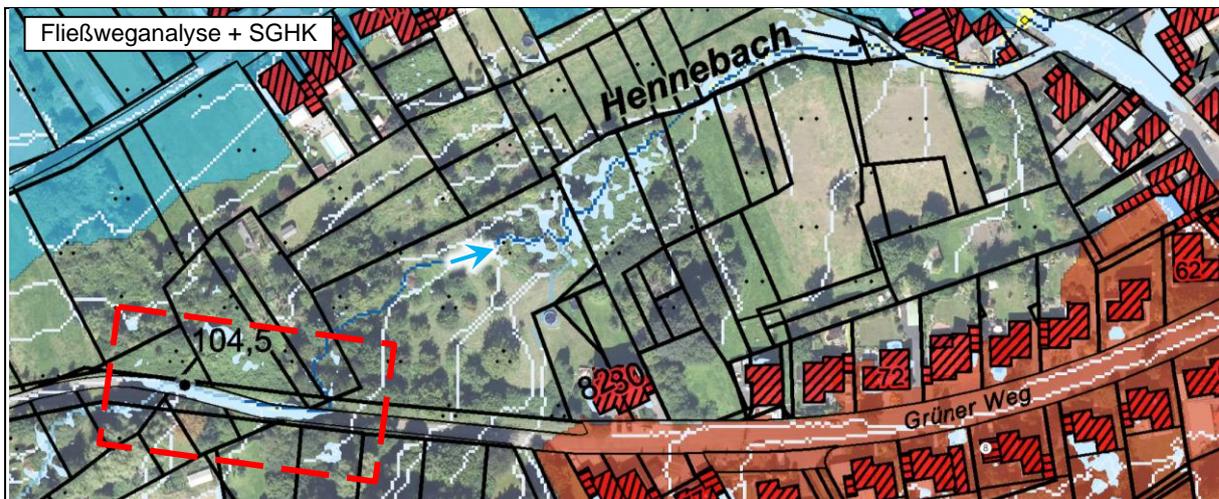


Abbildung 27: Überströmung am Grüner Weg

6.4 Kleingartenanlage

Am Tag der Ortsbegehung konnten keine Anwohner Auskünfte über Folgen des Starkregenereignisses für das Areal der Kleingärten mitteilen, jedoch waren entsprechende Informationen zum Starkregenereignis auf der Internetseite des Kleingärtnervereins Brühl e.V. zu finden (www.kleingaertnerverein-bruehl.de, Stand: 15.09.2022). Hier heißt es, dass die durch das Starkregenereignis entstandenen Oberflächenabflüsse dazu führten, dass tiefe Furchen in die unbefestigten Wege gespült wurden. Weitere Schäden sind dabei auf dem Areal ausgeblieben, wobei die Wege bereits saniert wurden. In der nachstehenden Abbildung 28 sind einige Fotos von der Internetseite zu den genannten Schäden und den anschließenden Sanierungsmaßnahmen dargestellt.



Abbildung 28: Schäden und anschließende Sanierungsmaßnahmen innerhalb der Wege der Kleingartenanlage

Aufgrund der Furchenbildung in den Wegen hat sich der Regenabfluss überwiegend auf den Wegen der Kleingartenanlage konzentriert und wich damit z. T. von den Fließwegen aus der durchgeführte Fließweganalyse ab. Der Hauptfließweg im Areal der Kleingartenanlage konnte jedoch trotzdem plausibilisiert werden. Bei diesem handelt es sich um den Hauptweg, in dem die Entwässerungsrinne angebracht ist, siehe letztes Foto in der obigen Abbildung 28 (vgl. auch Fließwege in Abbildung 19 im Kapitel 5.3, Einzugsgebiet Nr. 6).

6.5 Fazit

Die Ergebnisse der Fließweganalyse decken sich nahezu vollständig mit den Aussagen der Anwohner und der durchgeführten Ortsbegehung, so dass die Ergebnisse hiermit als plausibel zu erachten sind. Lediglich die beschriebenen Wassermengen aus der Anwohnerbefragung erscheinen hinsichtlich der kleinen analysierten abflusswirksamen Einzugsgebietsflächen im Verhältnis zu groß zu sein. Auch die Ergebnisse der vorhandenen Starkregenengefahrenhinweiskarten für ein seltenes 100-jährliches Regenereignis ($T = 100$ a) geben die beschriebenen Wassermengen so nicht wieder, so dass es sich bei dem Regenereignis am 14.07.2021 um ein deutlich selteneres Ereignis ($T > 100$ a) gehandelt haben muss mit entsprechenden Niederschlagshöhen, die zu den beschriebenen Wassermengen der Anwohner führen könnten. Dieser Fragestellung wird im nachfolgenden Kapitel 7 mit Hilfe von Niederschlagsmessungen nachgegangen.

7 Niederschlagsmessungen im Betrachtungsraum

Da die beschriebenen Wassermengen der Anwohner sehr hoch erschienen, wurden Niederschlagsdaten von in der Nähe befindlichen Regenstationen betrachtet, um die aufgezeichneten Zeitreihen um den 14. Juli 2021 zu begutachten. Dabei befindet sich das betrachtete Datum im Zeitraum der sog. „Flutkatastrophe 2021“, als es in West- und Mitteleuropa zu schweren Sturzfluten und Überschwemmungen kam. Ausgeprägte Starkregenereignisse in Mittel- und Westdeutschland im Zeitraum vom 12. bis 15.07.2021 wurden vom Deutschen Wetterdienst mindestens einem Jahrhundert-Ereignis ($T \geq 100$ a) zugeordnet und in vielen Teilen Deutschlands wurde diese Marke sehr deutlich überschritten (DWD, 2021 – *Hydroklimatologische Einordnung der Stark- und Dauerniederschläge in Teilen Deutschlands im Zusammenhang mit dem Tiefdruckgebiet „Bernd“ vom 12. bis 19. Juli 2021*). Die Stadt Brühl befindet sich dabei innerhalb des beschriebenen Bereiches (violett = $T \geq 100$ a), siehe nachfolgende Abbildung 29.

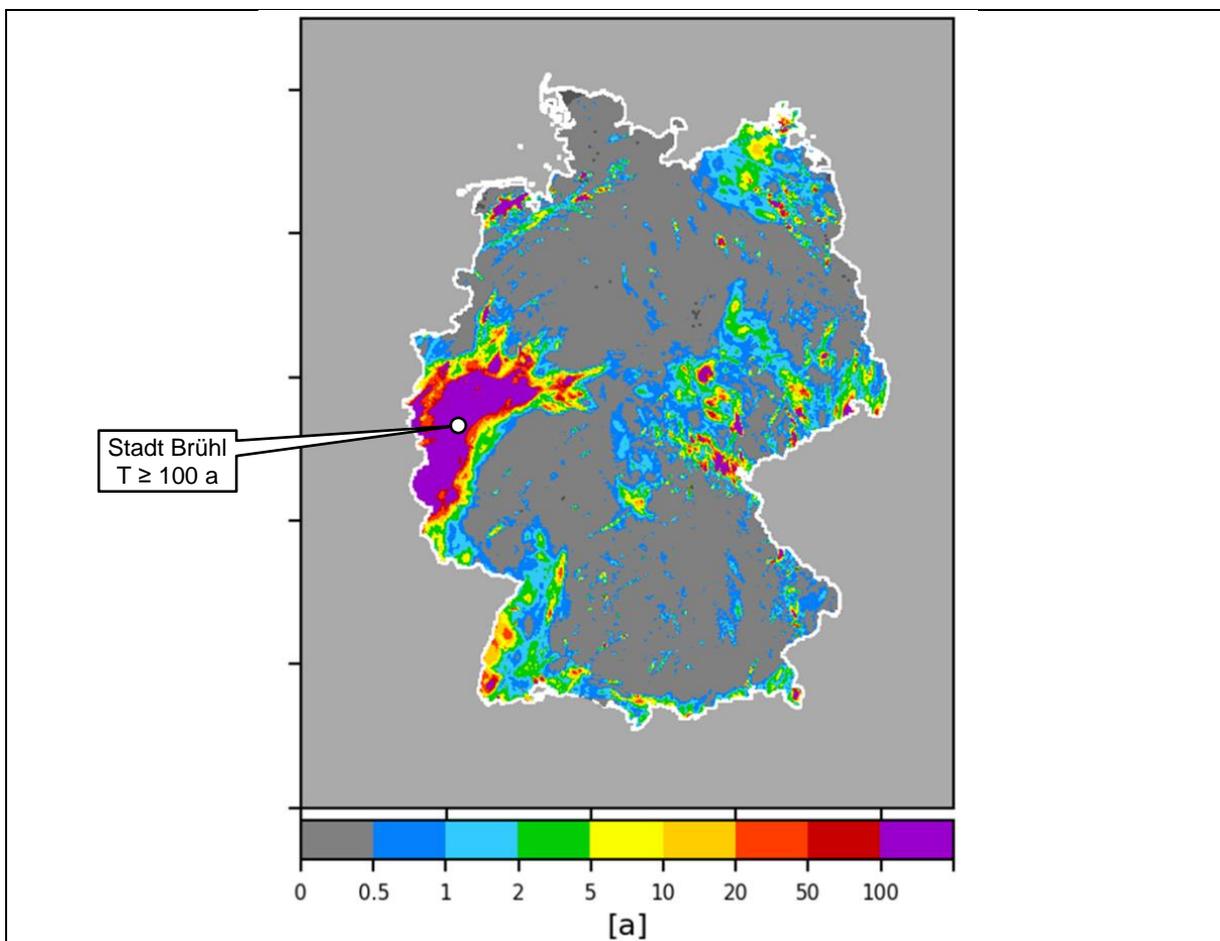


Abbildung 29: Maximale Wiederkehrzeit in Jahren (a) über alle Dauerstufen von D = 1 - 72 Std. auf Basis von Radardaten (RADOLAN) im Ereigniszeitraum 12. bis 19.07.21.

Als geeignete Niederschlagsstation wurde die vom LANUV betriebene Messstation „Bornheim-Mertener-Heide“ (Stations-Nr.: 07120600) gewählt, die vom 01.08.1982 bis zum 31.10.2021 in 5-minütigen Intervallen quasi-kontinuierlich aufgezeichnet hat und sich ca. 3,5 km südlich des Betrachtungsraums befindet. In Abbildung 30 sind zur Übersicht die Tageswerte der gesamten aufgezeichneten Niederschlagszeitreihe (rd. 39 Jahre) dargestellt.

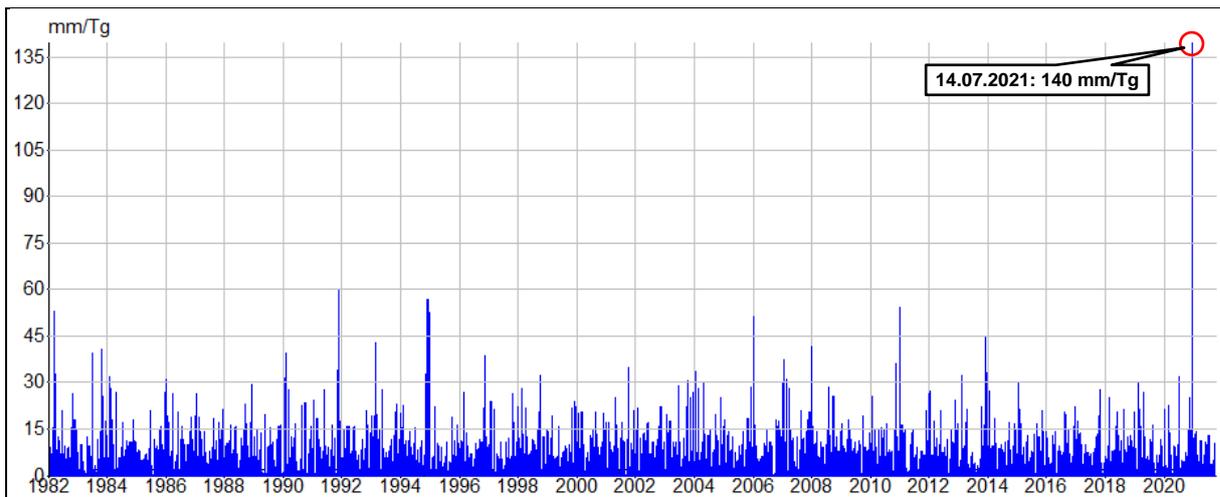


Abbildung 30: Niederschlagszeitreihe (Tageswerte) der Station „Bornheim-Mertener-Heide“ vom 01.08.1982 bis zum 31.10.2021

Dabei sticht am Ende der Zeitreihe besonders ein Tageswert hervor, welcher im Vergleich zu den vergangenen Peaks eine vielfach höhere kumulierte Niederschlagshöhe aufzeigt. Eine ähnliche Tagesmenge wurde von dieser Messstation zuvor nie aufgezeichnet. Bei genauerer Betrachtung wird deutlich, dass es sich hierbei um die Niederschlagstagesumme der sog. „Flutkatastrophe 2021“ vom 14.07.2021 handelt. Hier fielen innerhalb von 12,5 Stunden (7:30 Uhr bis 20:00 Uhr) insgesamt 140 mm Niederschlag. Dabei ergaben sich die höchsten Niederschlagsintensitäten von bis zu 3,2 mm je 5 Minuten im hinteren Drittel der Ereignis-Ganglinie, wo der Gebietsrückhalt (im Einzugsgebiet durch Interzeption, Muldenrückhalt, Bodenfeuchte und Grundwasser zurückgehaltene Wassermengen) bis zu diesem Zeitpunkt bereits weitestgehend erschöpft war und das u. a. zu entsprechend hohen oberflächenhaften Niederschlagsabflüssen geführt hat, siehe nachfolgenden Abbildung 31.

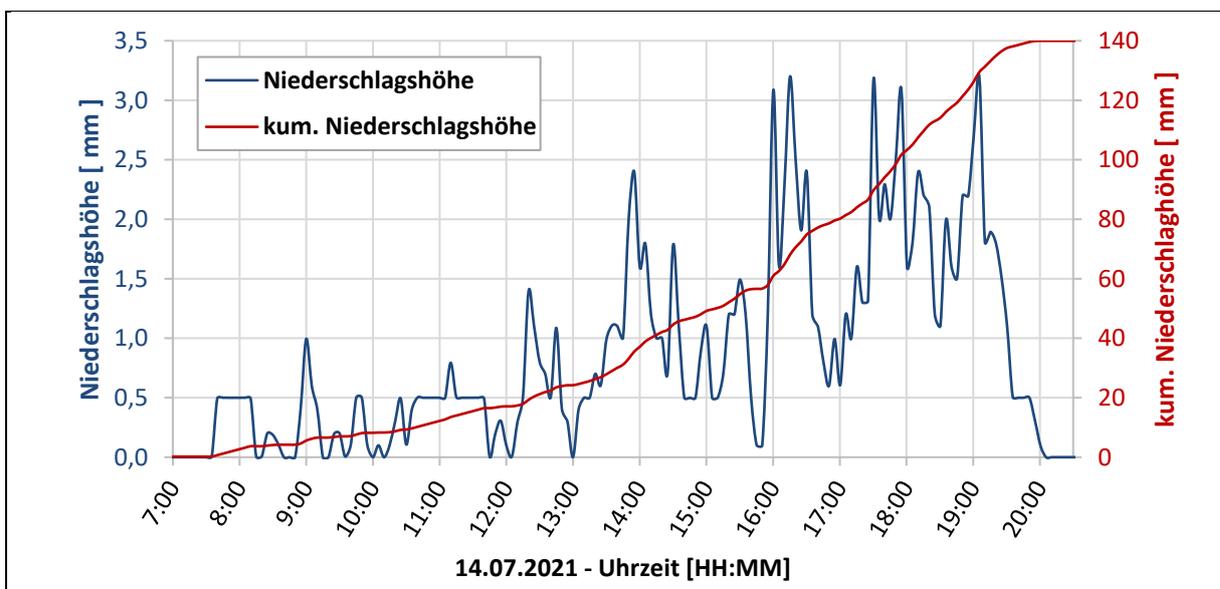


Abbildung 31: Ganglinie und Summenkurve des Niederschlagereignisses am 14.07.2021 (5-Minuten-Werte), gemessen an der Station „Bornheim-Mertener-Heide“

Um das obige Regenereignis in Relation setzen zu können, können die tatsächlich gemessenen Regenmengen mit den KOSTRA-Regendaten verglichen werden, die vom Deutschen Wetterdienst (DWD) für ganz Deutschland für verschiedene Wiederkehrzeiten und Regendauern statistisch ausgewertet wurden. Für das Stadtgebiet Brühl zeigt sich dabei, dass bei einem 100-jährlichen Regenereignis mit einer Dauerstufe von 12 Stunden statistisch gesehen eine Niederschlagshöhe von rd. 64 mm zu erwarten ist, vergleiche Abbildung 2 in Kapitel 2. Die Niederschlagshöhe der Flutkatastrophe vom 14.07.2021 liegt mit einer Niederschlagshöhe von rd. 140 mm (innerhalb von rd. 12,5 Stunden) dagegen um den Faktor 2,2 höher als das statistische 100-jährliche Regenereignis. Bei der sog. Flutkatastrophe vom 14.07.2021 hat es sich somit um ein Ereignis gehandelt, welches statistisch gesehen deutlich seltener als alle 100 Jahre auftritt – vermutlich sogar seltener als alle 1000 Jahre.

Ein sehr ähnliches Bild wird durch die rd. 9 km nordöstlich des Betrachtungsraums gelegene Regenmessstation „Köln-Rondorf“ (01.11.1967 – 01.11.2021, 5-minütige Messung) bestätigt, auf der eine Regenmenge von 127 mm innerhalb von rd. 13 Stunden (7:00 Uhr – 20:00 Uhr) aufgezeichnet wurde.

Derartig seltene Regenereignisse wie im Juli 2021 können von den überwiegenden (natürlichen) Gewässersystemen nicht schadlos abgeleitet werden, was insbesondere in den umliegenden Gebieten, wie z. B. in Erftstadt und im Ahrtal, leider deutlich sichtbar wurde. Auch technische Entwässerungssysteme (wie Kanalisationsnetze) werden in Deutschland für solche Extremwerte nicht ausgelegt, da eine solche Auslegung wirtschaftlich nicht realisierbar ist. Ein Maßnahmenkonzept für solche Katastrophenereignisse umzusetzen mit dem Ziel, zukünftig sämtliche potenziellen Überflutungsschäden verhindern zu können, ist daher nicht zielführend und auch nicht umsetzbar. In Abhängigkeit der örtlichen Verhältnisse kann bei solchen Katastrophenereignissen (wie im Juli 2021) ggfs. kein absoluter Schutz gegen Überflutungsschäden gewährleistet werden. Dennoch werden im nachfolgenden Kapitel 8 potenzielle technische und / oder verhaltensvorsorgliche Hochwasserschutzmaßnahmen erläutert, die für den Betrachtungsraum ggfs. geeignet sind, die Gefahr von Überflutungsschäden zu reduzieren, da zumindest theoretisch ein derartiges Regenereignis wie im Juli 2021 (oder schlimmer) zeitnah wieder auftreten könnte, auch wenn dies statistisch gesehen extrem unwahrscheinlich ist.

8 Empfohlene Maßnahmen zum Schutz vor Überflutung

Zur Rückhaltung von hohen Wassermengen sind prinzipiell entsprechend große Rückhaltevolumina erforderlich, in denen diese Wassermengen gesammelt und allmählich gedrosselt abgeleitet werden können. Als technische Bauwerke bzw. zentrale Maßnahmen kämen bspw. Hochwasserrückhaltebecken oder Flutpolder in Frage, die jedoch aufgrund der vorliegenden topographischen Gegebenheiten nicht effizient zu konzipieren, da u. a. der zurückzuhaltende Abfluss aus mehreren kleinen, steilen oberirdischen Einzugsgebieten mittels mehrerer separater Einzelbecken direkt oberhalb der Siedlungsbereiche gefasst werden müsste. Auch Geländemodellierungen, in Form von Rinnen oder Mulden zur Umleitung von Wassermengen direkt in den Dickopsbach, sind in Anbetracht des vorhandenen Landschaftsschutzgebietes nicht denkbar, da es einen zu großen unwiderruflichen Eingriff bedeuten würde, der aus rechtlicher Sicht voraussichtlich nicht umsetzbar ist. Zudem würden diese umgeleiteten Wassermengen lediglich auf die unterhalb befindlichen Bereiche verlagert werden, womit sich dann die Hochwassersituation für Unterlieger verschärfen würde.

Zielführend ist stattdessen vielmehr, das Schadenspotenzial bei solchen Katastrophenereignissen möglichst gering zu halten. Neben möglicherweise geeigneten zentralen Maßnahmen sind hierbei insbesondere auch die Anwohner gefragt, objektbezogene konstruktive Vorsorgemaßnahmen auf den eigenen Grundstücken zu treffen, damit oberflächennahe Niederschlagsabflüsse nicht zu einer Überflutung von schützenswertem Gut und somit zu entsprechenden Schäden führen, wie es bspw. der Eigentümer an der Kuhgasse 17 mittels der errichteten Hochwasserschutzmauer getan hat. Im Falle von ungünstig errichteten Luft- / Lichtschächten, die sich im Betrachtungsraum (z. B. Kuhgasse 9b) z. T. unterhalb des Straßenniveaus mit entsprechend zulaufendem Gefälle befinden, sind diese gegen Hochwasser (z.B. hochgezogene Randeinfassungen) nachzurüsten. Auch Kellerräume, die von drückendem Wasser aus dem Untergrund betroffen waren, sind zu prüfen und ggfs. nachträglich gegen drückendes Wasser abzudichten. Dabei obliegen die zu treffenden Vorsorgemaßnahmen, wie bspw. das private Fahrzeug auf einem höher liegenden und sicheren Ort abzustellen, Sachwerte aus dem Keller zu räumen oder das Anbringen des mobilen Hochwasserschutzes, den potenziell Betroffenen selbst (vgl. WHG, § 5 – Allgemeine Sorgfaltspflichten, Absatz 2).

Nochmals anzumerken ist jedoch, dass einem potenziellen Überflutungsschutz in Abhängigkeit der Örtlichkeit ggfs. Grenzen gesetzt sind, wie es die Flutkatastrophe 2021 im Ahrtal zeigte, wo die Ahr teilweise zu einer Überflutung bis hin zum 2. Stockwerk geführt hat und ganze Häuser, Kraftfahrzeuge, Fels- und Erdmassen, etc. weggespült wurden. Wie die Flutkatastrophe vom Juli 2021 jedoch gezeigt und die durchgeführte Fließweganalyse bestätigt hat, liegt der Betrachtungsraum aufgrund der relativ kleinen oberirdischen Einzugsgebiete nicht in einem solch hohen Gefährdungsbereich. Die o.g. dezentralen Maßnahmen, die von den jeweiligen Anwohnern selbst zu treffen sind, sind daher prinzipiell geeignet, mögliche Schäden bei entsprechend sehr seltenen Starkregenereignissen zu minimieren bzw. zu vermeiden.

9 Zusammenfassung

Aufgrund der sich im letzten Jahr bei der „Flutkatastrophe 2021“ ereigneten Hochwasserschäden im Ortsteil Eckdorf wurde das Ingenieurbüro für Bauwesen Schmidt GmbH von der Stadt Brühl (Fachbereich Tiefbau – Infrastruktur) beauftragt, eine Fließweganalyse für die Straßen Kuhgasse, Spielmannsweg und Grüner Weg sowie das Areal der Kleingartenanlage an der Kuhgasse durchzuführen und ggfs. geeignete Hochwasserschutzmaßnahmen zu empfehlen. Dabei sollte insbesondere die oberhalb liegende neue Parkplatzfläche des Phantasialands (an der Kuhgasse) mituntersucht werden, inwiefern sich hierdurch die Abflussverhältnisse für die o. g. Bereiche ggfs. verändert haben, da von einigen Anwohnern eine Mitsächlichkeit an den Hochwasserschäden vermutet wird. Die neue Parkplatzfläche bestand dabei ehemals aus Wald-/Grünflächen, die eine muldenförmige Geländetopografie aufwies und somit möglicherweise eine Rückhaltefunktion für die unterliegenden Gebiete aufwies.

Die Ergebnisse der durchgeführten Fließweganalyse haben dabei gezeigt, dass aufgrund der relativ kleinen oberirdischen Einzugsgebiete das Überflutungsrisiko des Betrachtungsraums generell als eher gering eingeschätzt werden kann. Von der neu errichteten Parkplatzfläche können dabei unter Umständen bei sehr seltenen Starkregenereignissen geringe zusätzliche Oberflächenabflüsse in Richtung des Betrachtungsraums abfließen, da das dort anfallende Niederschlagswasser ggfs. nicht vollständig über die unbefestigten Schotterflächen des Parkplatzes versickert werden kann. Von diesen geringfügigen zusätzlichen Oberflächenabflüssen ist jedoch lediglich ein kleiner Teilbereich der Kleingartenanlage betroffen, da der weitergehende Fließweg über landwirtschaftlich genutzte Felder bis zum Dickopsbach verläuft und somit keinen Einfluss auf die zu untersuchenden Straßen Kuhgasse, Spielmannsweg und Grüner Weg hat. Die analysierten Fließwege wurden anschließend anhand einer Ortsbegehung und Anwohnerbefragung mit nahezu vollständiger Übereinstimmung plausibilisiert. Die Ortsbegehung zeigte dabei auch, dass die besonders stark von Hochwasserschäden betroffenen Grundstücke und Gebäude entsprechend konstruktive Missverhältnisse aufwiesen, wie z. B. unterhalb des Straßenniveaus liegende Garagenzufahrten, Lichtschächte, Eingänge, etc., so dass oberflächenhaft über die Straße abfließendes Wasser in Kellerräume, Garagen, etc. eindringen und Sachschäden verursachen konnte.

Da die durchgeführte Fließweganalyse ein eher geringes Überflutungsrisiko für das betrachtete Gebiet aufweist, einige Anwohner jedoch von ungewöhnlich hohen Wassermengen mit einhergehenden Schäden berichteten, wurde das Niederschlagsereignis vom 14.07.2021 genauer analysiert. Hierfür wurden die Niederschlagsdaten einer in der Nähe befindlichen Regenstation ausgewertet und mit den statistisch ausgewerteten KOSTRA-Regendaten des Deutschen Wetterdienstes in Relation gesetzt. Dabei konnte gezeigt werden, dass beim Regenereignis vom 14.07.2021 die gemessene Niederschlagshöhe von rd. 140 mm (innerhalb von rd. 12,5 Stunden) um den Faktor 2,2 höher war als die Niederschlagshöhe von rd. 64 mm, die statistisch gesehen für das Stadtgebiet Brühl bei einem 100-jährlichen Regenereignis (in 12 Stunden) zu erwarten ist. Daher handelt es sich bei dem Starkregenereignis vom 14.07.2021 um ein Ereignis, das statistisch gesehen deutlich seltener als alle 100 Jahre stattfindet, vermutlich sogar seltener als alle 1.000 Jahre. Basierend auf den durchgeführten Untersuchungen und den erlangten Erkenntnissen sind unter Berücksichtigung der örtlichen Verhältnisse daher auch keine zentralen Hochwasserschutzmaßnahmen geeignet, um eine zukünftige Überflutungsgefahr zu reduzieren. Als zielführend werden stattdessen objektbezogene konstruktive Vorsorgemaßnahmen auf den einzelnen Grundstücken der Eigentümer selbst angesehen, um mögliche Hochwasserschäden zu minimieren. Dies spiegelt auch der § 5 Abs. 2 des Wasserhaushaltsgesetzes wider, dass die potenziell von Hochwasser Betroffenen selbst entsprechende Vorsorgemaßnahmen zu treffen haben.