

**STADT.  
CITY.  
VILLE.  
BONN.**

Überflutungsschutz  
Bonn „Am Sonnenberg“

Erläuterungsbericht

Im Auftrag des

## **Tiefbauamtes der Bundesstadt Bonn**

bearbeitet durch

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Holzdam 8, 50374 Erfstadt

  
(Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Bresser)

  
(B. Eng. L. Hermlé)

Erfstadt, im Juli 2018

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Veranlassung</b>	<b>8</b>
<b>2.</b>	<b>Planungsgrundlagen</b>	<b>9</b>
<b>3.</b>	<b>Vermessung</b>	<b>10</b>
<b>4.</b>	<b>Vorgehensweise</b>	<b>10</b>
<b>5.</b>	<b>Entwässerungsgebiet</b>	<b>11</b>
5.1.	Lage	11
5.2.	Vorhandene Situation	12
5.3.	Überflutungsschutz	13
5.4.	Topografie	15
5.5.	Gewässer	16
5.6.	Schutz- und Überschwemmungsgebiete	16
5.7.	Bodengutachten	17
5.8.	Entwässerung	18
5.9.	Sonderbauwerke	18
5.10.	Einzugsgebiet	19
5.11.	Einwohner	19
5.12.	Schmutzwasseranfall	19
5.13.	Fremdwasseranfall	19
5.14.	Niederschlagsdaten	19
<b>6.</b>	<b>Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes</b>	<b>22</b>
<b>7.</b>	<b>Programme und Berechnungsverfahren</b>	<b>24</b>
7.1.	Kopplungspunkte	26
7.2.	Berechnungsparameter	26
7.3.	Individualkonzept	27
<b>8.</b>	<b>Kanalnetzberechnung Ist-Zustand</b>	<b>28</b>
<b>9.</b>	<b>Befragung der betroffenen Haushalte</b>	<b>32</b>
<b>10.</b>	<b>Kanalnetzberechnung Sanierungs-Zustand</b>	<b>32</b>
<b>11.</b>	<b>Sanierungsvarianten</b>	<b>32</b>
11.1.	Variante 1	33
11.2.	Variante 2	35
11.3.	Variante 3	36
11.4.	Bewertung der Varianten 1,2 und 3.	38
11.5.	Optimierung der Variante 1	38
11.6.	Variante 1.1	38

11.7.	Variante 1.2	39
11.8.	Variante 1.3	42
11.9.	Variante 1.4	44
11.10.	Variante 1.5	47
11.10.1.	Topografische Tiefpunkte / Restentwässerung nach Überstauereignis	53
11.11.	Weitere, denkbare Varianten	53
11.12.	Bewertung der Varianten 1.2, 1.3, 1.4 und 1.5	54
<b>12.</b>	<b>Fließgeschwindigkeiten</b>	<b>55</b>
<b>13.</b>	<b>Einsatzfall bei Überflutung Spielplatz</b>	<b>57</b>
<b>14.</b>	<b>Hygienegutachten</b>	<b>58</b>
<b>15.</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>60</b>

### ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abb. 5-1:	Einzugsgebiete	12
Abb. 5-2:	Überfluteter Spielplatz am 20.06.2013	13
Abb. 5-3:	Hauseingang mit ebenerdigem Lichtschacht	14
Abb. 5-4:	Hauszugang auf Straßenniveau	14
Abb. 5-5:	Blick auf das Straßenprofil	15
Abb. 5-6:	DGM-Datensatz von Bonn „Am Sonnenberg“	16
Abb. 5-7:	Ausschnitt der Hochwassergefahrenkarte Rhein für HW <sub>100</sub>	17
Abb. 5-8:	Lage der Regenstationen	21
Abb. 5-9:	Grafik N-Summenlinien der N-Messungen und Mittel sowie 30 % Abweichung - Ergebnis vom 20.06.2013 (ohne Vorregen)	22
Abb. 7-1:	Definition von Einstau, Überstau und Überflutung	25
Abb. 8-1:	Legenden für die 2D Darstellung	29
Abb. 8-2:	Auszug aus der Hystem-Extran Ergebnisdatei	30
Abb. 8-3:	Ist-Zustand für T = 100 a, D = 90 min	30
Abb. 8-4:	Istzustand - Starkregen vom 20.06.2013	31
Abb. 11-1:	Legende	32
Abb. 11-2:	Variante 1 - Oberflächenmaßnahmen	33
Abb. 11-3:	Variante 1.0 - Oberflächenmaßnahmen für T =100 a, D = 90 min	34

Abb. 11-4:	Variante 1 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min	35
Abb. 11-5:	Variante 2 - Kanalsanierung für T = 100 a, D = 90 min	36
Abb. 11-6:	Variante 3 - Kanalsanierung für T = 100 a, D = 90 min	37
Abb. 11-7:	Spielplatz - südlicher und nördlicher Bereich	40
Abb. 11-8:	Variante 1.2 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min	40
Abb. 11-9:	Fußgänger-/Radweg - Blick auf den Spielplatz, nach Nord-Westen	41
Abb. 11-10:	Trennung des nördlichen Spielplatzes vom südlichen	41
Abb. 11-11:	Variante 1.3 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min	43
Abb. 11-12:	Variante 1.4 - Überlaufstellen	44
Abb. 11-13:	Variante 1.4 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min	46
Abb. 11-14:	Bereiche für Geländemodellierung	47
Abb. 11-15:	Angepasstes Geländemodell	48
Abb. 11-16:	Visualisierung der Höhendifferenzen	49
Abb. 11-17:	Simulation mit Modellregen T = 100 a, D = 90 min	50
Abb. 11-18:	Fließgeschwindigkeit im südlichen Bereich des Spielplatzes	51
Abb. 11-19:	Fließgeschwindigkeit im nördlichen Bereich des Spielplatzes	52
Abb. 12-1:	Maximale Fließgeschwindigkeit im Istzustand T=100a	55
Abb. 12-2:	Maximale Fließgeschwindigkeit im Sanierungsfall T =100a – Vorzugsvariante 1.5	56

### TABELLENVERZEICHNIS

Tab. 5-1:	Daten des Pumpwerks PW 041	18
Tab. 5-2:	Flächendaten	19
Tab. 5-3:	Regenstationen im EZG Bonn- Beuel	20
Tab. 6-1:	Empfohlene Überflutungshäufigkeiten (Quelle: DIN EN 752)	23
Tab. 6-2:	Empfohlene Überstauhäufigkeiten (Quelle: DWA-A 118)	23
Tab. 7-1:	Parametereinstellungen: Hystem-Extran	27
Tab. 7-2:	Berechnungsansätze Individualkonzept	27
Tab. 7-3:	Ermittlung der Häufigkeit von Hausanschluss/Straßeneinlauf pro 100 m Haltung	28

## LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Arbeitshilfe für die Durchführung von Messungen im Kanalnetz zur Ermittlung des abflusswirksamen Anteils der befestigten Flächen in Nordrhein-Westfalen;  
Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen 2008
- [2] DIN EN 752 Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden  
Beuth Verlag GmbH, Berlin April 2008
- [3] DWA- Regelwerk Arbeitsblatt DWA-A 118 Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen,  
März 2006
- [4] StGB NRW-Mitteilung 517/2014 vom 04.08.2014, Az.: II/2 24-30 qu-ko, Mitteilungen - Umwelt, Abfall und Abwasser,  
Städte und Gemeindebund Nordrhein-Westfalen
- [5] DIN 18034 Spielplätze und Freiräume zum Spielen Anforderungen für Planung, Bau und Betrieb,  
Stand September 2012;  
Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin
- [6] Leitfaden für Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg (8/2016)  
LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz, Dezember 2016
- [7] DGUV Information 202-019 (GUV-SI 8014) – Naturnahe Spielräume, Ausgabedatum: August 2000,  
Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV), Berlin
- [8] Kinderfreundliche Umwelt, MERKBLATT Haftpflichtversicherungsschutz für naturnahe Spielräume,  
Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz, Mainz, November 2001
- [9] Qualität der Badegewässer (bis 2014) EU-Richtlinie 76/160/EWG des Rates vom 8. Dezember 1975  
über die Qualität der Badegewässer (ABl. L 031, 5.2.1976, p.1)

## **ANLAGENVERZEICHNIS**

- Anlage 1: KOSTRA DWD-2000- und DWD-2010 R-Tabelle
- Anlage 2: Regenreihe Euler Typ II für T = 20 a, T = 100 a
- Anlage 3: Dimensionierung der Kastenrinnen
- Anlage 4: Scoringtabellen
- Anlage 5: Bürgerbefragung
- Anlage 6: Kostenberechnung
- Anlage 7: Lagepläne

## 1. Veranlassung

Am 19. Juni 2013 und insbesondere am 20. Juni 2013 ereigneten sich heftige Sommer-Unwetterereignisse. Am 20. Juni 2013 kam es auch zu einem stadtgebietsweiten Extremniederschlag über Bonn mit einhergehenden Überflutungen. Betroffen war die Wohnbebauung im Wohngebiet „Am Sonnenberg“. Hierzu wird das Überflutungsproblem in einem Antrag an die Bezirksvertretung Beuel wie folgt beschrieben:

*„Den Antragstellern ist jedoch aufgefallen, dass sich Regenwasser auch außerhalb von Starkregenereignissen in den Straßen des Wohngebiets neben den Einläufen in die Kanalisation sammelt, anstatt sofort in den Kanal abzufließen. Dadurch bilden sich Pfützen und ‚Seen‘, die sich im Falle von Starkregen rasch ausbreiten und über Lichtschächte usw. in die Häuser der Anlieger laufen. Bereits mit dem bloßen Auge ist bei Regen erkennbar, dass sich diese Pfützen zwischen zwei Einläufen bilden und das Gefälle zu den Einläufen hin nicht ausreicht. Es ist daher angezeigt, Anzahl und Position der Einläufe des Kanals zu überprüfen und die Situation so zu korrigieren, dass ein sofortiger ungehinderter Ablauf von Regenwasser möglich ist.“*

Vor dem Hintergrund der aufgetretenen Überflutungen war es nun erforderlich, eine Gefährdungsabschätzung und Risikoanalyse durch Nutzung eines gekoppelten Modells von Kanal und Oberfläche durchzuführen und ein hydraulisches und oberflächiges Sanierungskonzept zu entwickeln, mit dem die Überflutungen in sensiblen Wohnbereichen reduziert werden können.

Ziel ist somit die Erarbeitung von möglichen Maßnahmen zur Verhinderung oder Minimierung möglicher Schäden im Starkregenfall durch schadlose Ableitung von Oberflächenwasser. Der Fokus soll dabei auf einer Ableitung des Überstauwassers in Richtung Spielplatz liegen. Dieser Spielplatz stellt den topografisch tiefsten Punkt im Wohngebiet dar. Neben der Planung der reinen Maßnahmen zur Entwässerung, sind auch Aspekte der veränderten Flächennutzung (multifunktionale Flächen, Gesundheits- und Unfallrisiken) zu berücksichtigen.

Für die Untersuchung wurde ein Antrag auf Gewährung einer Zuwendung im Dezember 2014 bei der Bezirksregierung Köln gestellt. Die Bewilligung erfolgte im Oktober 2015 zur Förderung des Projektes „Überflutungsschutz Am Sonnenberg“ - Phase 1. Das Tiefbauamt der Bundesstadt Bonn hat am 20.08.2015 der Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH den Auftrag zur Überflutungsbetrachtung Bonn „Am Sonnenberg“ erteilt.

Der hier vorgelegte Bericht erläutert die Grundlagen, die Vorgehensweise und die erarbeiteten planerischen Lösungen. Zudem werden Hinweise für vergleichbare Projekte gegeben.

Wir danken der Bezirksregierung Köln für die erfolgreiche Unterstützung und den fachlichen Austausch.

## 2. Planungsgrundlagen

Die Bearbeitung des Entwurfs erfolgte auf der Grundlage nachfolgend aufgeführter Unterlagen.

Planungsunterlage	Quelle	Stand
Kanalnetzdaten aus Kanalinformationssystem Kanal++; DYNA	Bundesstadt Bonn, Tiefbauamt Abt. 66-21	2015
Deutsche Grundkarte DGK 5	Bezirksregierung Köln	2015
Einwohnerzahlen, aus Kanalinformationssystem Kanal++; DYNA	Bundesstadt Bonn, Tiefbauamt Abt. 66-21	2015
KOSTRA DWD 2000 - Modellregen Datensätze, ab Variante 1.5 KOSTRA DWD 2010 R	Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main	2009
Flächendaten, aus Kanalinformationssystem Kanal++; DYNA	Bundesstadt Bonn, Tiefbauamt Abt. 66-21	-
Vorhandene Sonderbauwerksdaten / Bauwerkspläne	Bundesstadt Bonn, Tiefbauamt Abt. 66-21	12/2015
Vermessung „Am Sonnenberg“ (.dwg)	Bundesstadt Bonn, Tiefbauamt Abt. 66-21	2015
Auflistung Regenschreiber Stadt Bonn (Oberholthorf, KoenigsKA, GodesbergKA, AdenauerPW)	Bundesstadt Bonn, Tiefbauamt Abt. 66-21	2015
DGM Daten (aus 2013, Raster 1 x 1 m)	Bundesstadt Bonn, Tiefbauamt Abt. 66-21	2015
Rechtsgutachten zur Finanzierung von Maßnahmen zur Vorsorge gegen Katastrophenregen (urbane Sturzfluten)	Bundesstadt Bonn	2015
Merkblatt „Kinderfreundliche Umwelt“ MERKBLATT Haftpflichtversicherungsschutz für naturnahe Spielräume	Ministerium für Umwelt und Forsten Rheinland-Pfalz	9/2001
DGUV Information 202-019 / Naturnahe Spielräume	Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV)	2006
Hygienisch-medizinisches Gutachten zu Wasseraustritten aus dem Mischwasserkanal im Bereich „Am Sonnenberg“, Bonn	Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit Universität Bonn	2016
Bodengutachten Baugebiet am Schießberg	Bundesstadt Bonn	01/1999
Hochwassergefahrenkarte Rhein HQ100, Kartenblatt 102/104	Bezirksregierung Köln	11/2013

### 3. Vermessung

Eine Vermessung des Wohngebietes zwischen Küdinghovener Straße und Schießbergweg liegt vor. Die von der Bezirksregierung Köln erhaltenen DGM-Daten wurden mit den Daten aus der Vermessung von der Stadt Bonn verschnitten, um für das betrachtete Gebiet ein möglichst genaues, digitales Höhenmodell zu erstellen. Die Deckelhöhen des Kanalnetzes im Bereich des Wohngebietes wurden angepasst.

### 4. Vorgehensweise

Im Rahmen dieses Projektes wird folgender Fahrplan zugrunde gelegt:

1.	Untersuchungs- gebiet	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung des Gebietes nach vorliegender Überflutungsdokumentation und nach Ortsbegehung</li> </ul>	Kapitel: 5.1 - 5.7
2.	Beteiligte	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Festlegung der zu beteiligenden Fachbehörden /-Fachämter z.B.: MKULNV Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz NRW; Bezirksregierung; Gesundheitsamt; Amt für Stadtgrün, Planung und Unterhaltung; Rechtsamt; Tiefbau; Stadtentwässerung; Hygieneinstitut; Ingenieurbüro; KSA kommunaler Schadenausgleich westdeutscher Städte; betroffene Bürger</li> </ul>	
3.	Berechnungs- grundlagen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kanalnetz</li> <li>• Flächen- und Einzugsgebietsdaten</li> <li>• Digitales Geländemodell DGM (Höhendaten)</li> <li>• Gebäude- und Straßenflächen</li> <li>• Ergänzungsvermessung</li> <li>• Niederschlagsdaten (Bodenmessungen oder Radarmessungen)</li> <li>• Starkniederschlagsstatistiken (z.B. KOSTRA-DWD 2010 R)</li> <li>• Anforderung an die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes</li> </ul>	5.8 - 5.14
4.	Berechnungs- verfahren	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gekoppelter Abfluss- und Überflutungssimulation (Kanalnetz, Oberfläche)</li> </ul>	6. 7.
5.	Berechnung Ist-Zustand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Berechnung mit Schadereignis; Ortsvergleich der simulierten Abflusswege; Anpassung der Oberfläche im Modell; bedarfsweise Nachvermessung; Neuberechnung; Klassifizierung der Überflutung nach DWA M 119; Beschreibung der Qualität und Menge des Überflutungswassers; Anpassen nach erster Überflutungsberechnung</li> </ul> <p>Ergebnis: detaillierter Überflutungsflächenplan</p>	8.
6.	Einwohner- befragung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragebogen an betroffene Bürger versenden, Gespräche und Beratung den Bürgern anbieten, Gespräche und Ursachen der Überflutung protokollieren</li> </ul>	9.
7.	Vorstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Beteiligten Ergebnisse vorstellen; Verfügbare Freiflächen und offene Ableitungswege ermitteln; städtische und kommunale Planungen integrieren; konzeptionelle Maßnahmen und Lösungen gemeinsam entwickeln; zusätzliche Fachgutachter bei Bedarf einbinden (Hygiene)</li> </ul>	Kapitel:

8.	Berechnung Lösungsszenarien	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bewertung der Ergebnisse unter rechtlichen, hygienischen und sicherheitsrelevanten Fragenstellungen</li> <li>• Einbau Maßnahmen, Anpassung des Modells, Berechnung</li> <li>• Variantenuntersuchung</li> <li>• Ergebnis: detaillierter Überflutungsflächenplan nach Sanierung</li> </ul>	11.
9.	Planung von Maßnahmen	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentliche Maßnahmen zur Gefahrenabwehr</li> <li>• Private Maßnahmen zur Gefahrenabwehr</li> </ul>	
10.	Vorstellung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Den Beteiligten Ergebnisse vorstellen und besprechen</li> <li>• Der betroffenen Öffentlichkeit die Planung vorstellen</li> </ul>	
11.	Maßnahmenumsetzung	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Öffentliche Maßnahmen zur Gefahrenabwehr umsetzen</li> <li>• Beratung zur Umsetzung privater Maßnahmen zur Gefahrenabwehr anbieten</li> </ul>	

## 5. Entwässerungsgebiet

### 5.1. Lage

Das Untersuchungsgebiet „Am Sonnenberg“ liegt in Bonn-Beuel. Das modelltechnisch berücksichtigte Kanalgesamteinzugsgebiet kann der folgenden Abbildung (Abb. 5-1) entnommen werden. Neben dem reinen Untersuchungsgebiet wurde im Kanalnetzmodell ein größeres Kanaleinzugsgebiet berücksichtigt, um auch Wechselwirkungen durch Zuflüsse von außen ermitteln zu können. Begrenzt wird es im Norden von der Autobahn A 59 und im Osten von der B 562. Von Süden nach Westen verläuft eine Bahntrasse.

Der größte Teil des Einzugsgebietes ist durch Wohnnutzung geprägt; gewerbliche oder industrielle Nutzungen sind keine vorhanden.

Das Kanalgesamteinzugsgebiet (rot) und das Untersuchungsgebiet (blau) sind in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.

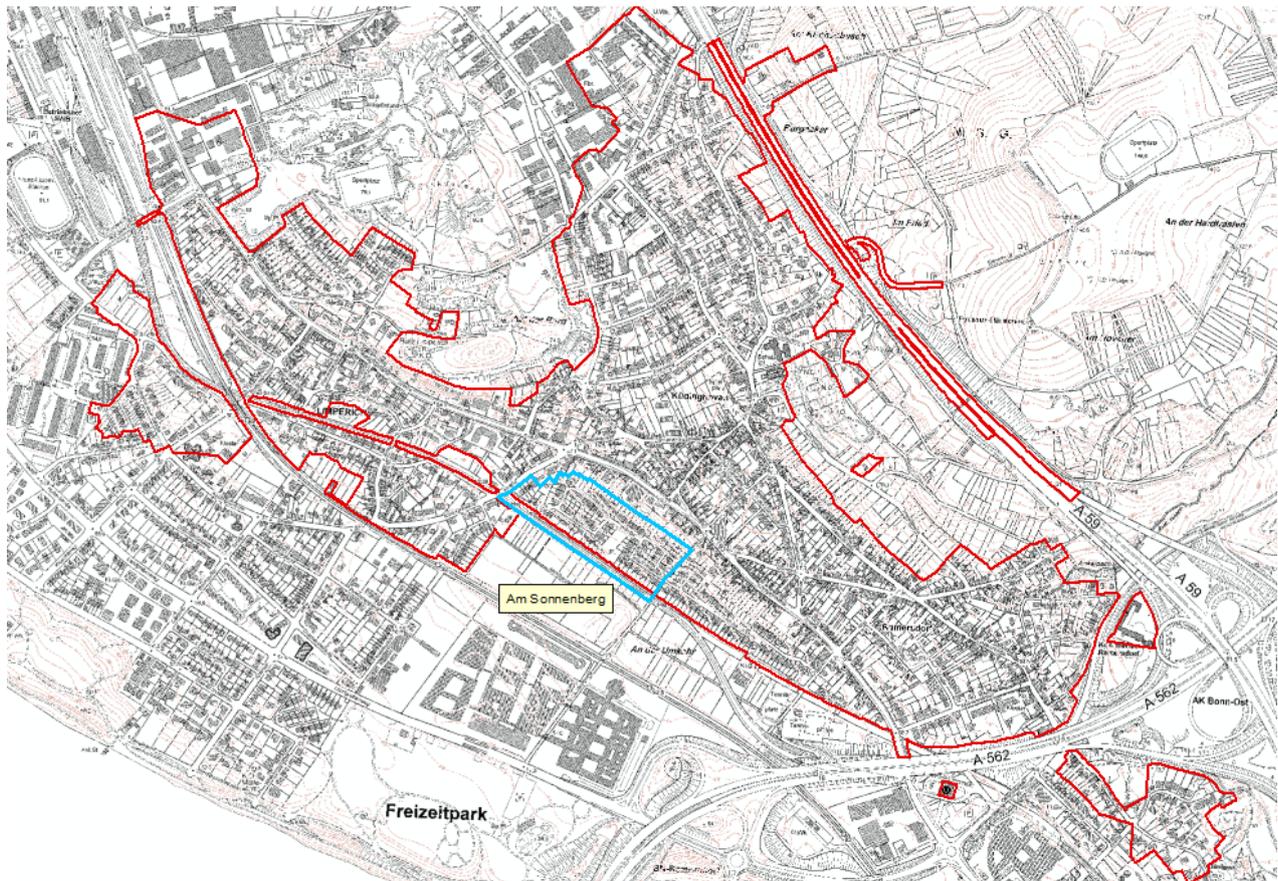


Abb. 5-1: Einzugsgebiete

## 5.2. Vorhandene Situation

Das Baugebiet „Am Sonnenberg“ ist ein reines Wohngebiet mit Einzel- und Doppelhaushälften und wurde vor wenigen Jahren abschließend bebaut. Die Entwässerung erfolgt im Mischverfahren. Zentral innerhalb des Wohngebietes liegt der Spielplatz im topografischen Tiefpunkt. Bei dem Regenereignis vom 20.06.2013 kam es innerhalb des Wohngebietes zu mehreren Überstaunungen und zu Überflutungen von öffentlichen Straßen und privaten Grundstücken sowie auf dem Spielplatz.



Abb. 5-2: Überfluteter Spielplatz am 20.06.2013

### 5.3. Überflutungsschutz

Die Rückstauhöhe ist gemäß Satzung der Bundesstadt Bonn die Straßenoberkante (§ 10, Abs. 2). Die vorhandene Einzel- und Doppelhausbebauung weist in vielen Bereichen eine annähernd straßenniveaugleiche Höhenplanung auf. Lichtschächte sind vielfach nicht ausreichend hoch gemäß DIN 1986 Teil 100 gebaut, wie zum Beispiel in Abb. 5-3 zu sehen ist.



Abb. 5-3: Hauseingang mit ebenerdigem Lichtschacht

Teilweise fallen Zuwegungen zur Bebauung ab und liegen tiefer als die Fahrbahn. Hohe Bordsteine sind nicht vorhanden, so dass innerhalb der Straßenfläche kaum Rückhalteraum für Oberflächenwasser aktiviert werden kann.



Abb. 5-4: Hauszugang auf Straßenniveau

Durch die Straßengestaltung bietet der Straßenraum nur einen geringen Rückhalt für Überflutungswasser.



Abb. 5-5: Blick auf das Straßenprofil

#### 5.4. Topografie

Bonn-Beuel liegt auf der rechten Rheinseite und ist ca. 800 m von den Rheinufern entfernt. In diesem Bereich ist das Gelände flach, beginnt aber ab der südlichen Grenze vom Einzugsgebiet nach Norden und Nordosten hin anzusteigen. Innerhalb des Einzugsgebietes liegen die Geländehöhen zwischen 51 und 100 mNN. In der direkten Umgebung des Untersuchungsgebietes „Am Sonnenberg“ sind die Unterschiede nicht so groß, hier liegt die Geländehöhe zwischen 51 und 64 mNN.

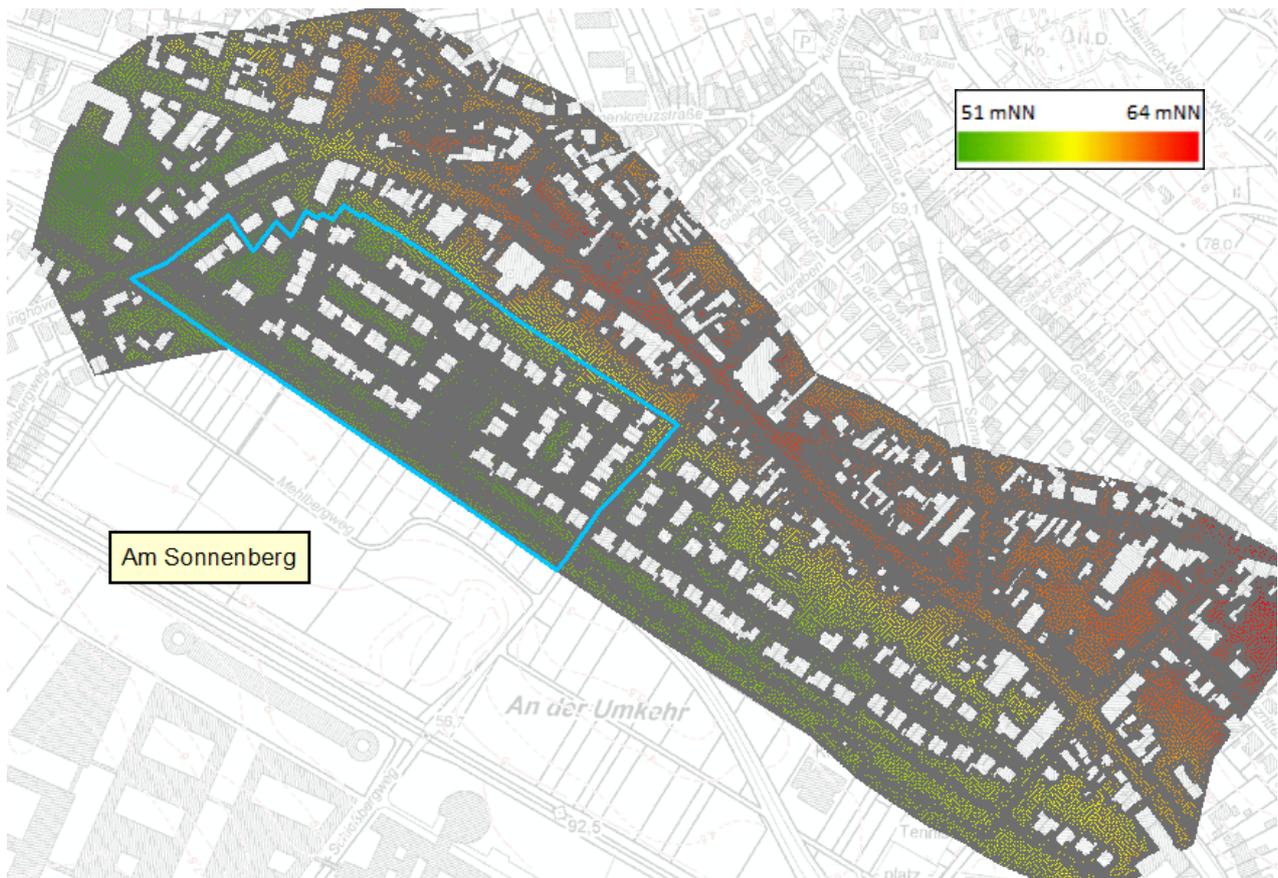


Abb. 5-6: DGM-Datensatz von Bonn „Am Sonnenberg“

### 5.5. Gewässer

Östlich vom Einzugsgebiet verläuft der Ankerbach in Entfernung von ca. 500 m, dieser mündet in den südlich gelegenen Rhein.

### 5.6. Schutz- und Überschwemmungsgebiete

Teile des Einzugsgebietes liegen nach der Hochwassergefahrenkarte der Bezirksregierung Köln im Falle eines  $HW_{100}$  im Rhein innerhalb der durch Hochwasserschutzanlagen geschützten Tieflgebiete in Beuel. Das Untersuchungsgebiet „Am Sonnenberg“ - und insbesondere der Spielplatzbereich - ist dabei betroffen, wie aus Abb. 5-7 hervorgeht.

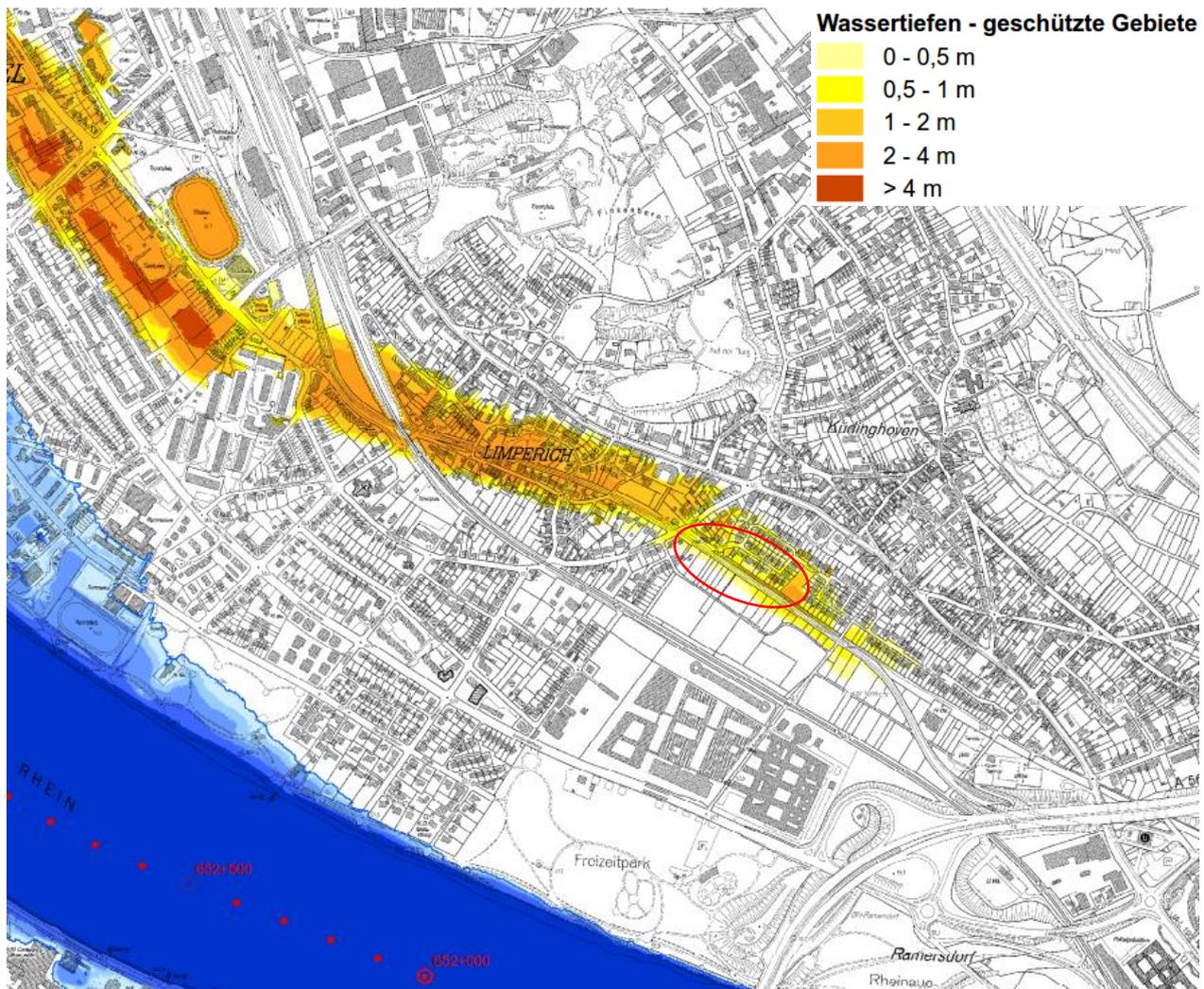


Abb. 5-7: Ausschnitt der Hochwassergefahrenkarte Rhein für HW<sub>100</sub>

Nach vorliegendem Bodengutachten wurden in benachbarten Grundwassermessstellen beim Weihnachtshochwasser 1993 Grundwasserstände von 51,15 (B12) und 51,69 (B3) gemessen. Diese liegen in Höhe der tieferen Geländeflächen des Spielplatzes und bereichsweise darüber.

### 5.7. Bodengutachten

Nach dem Bodengutachten liegen die Bohrungen B10 und B12 dem Untersuchungsgebiet am nächsten. Die bodengeologischen Angaben beziehen sich auf den unbebauten Zustand von 1994 und eine Geländehöhe von ca. 52,00. Die Höhe entspricht der Höhe des Radweges entlang der südlich verlaufenden Siebengebirgsbahn.

In der Bohrung war teilweise aufgefüllter Boden vorhanden, unter dem Mutterboden folgen Schluffe und Feinsande mit wechselndem Tongehalt. Diese Hochflutablagerungen reichen bis zu 1 m unter Gelände. Die Durchlässigkeit der schluffigen Feinsande beträgt ca.  $3 \cdot 10^{-6}$  bis  $3 \cdot 10^{-7}$  m/s. Daran anschließend beginnt der Kiessand bei ca. 49,2 m. Die Dicke des Kiessandes mit den Hochflutablagerungen beträgt im Bebauungsgebiet 12,5-20 m. Die Durchlässigkeit des Kiessandes beträgt  $1-3 \cdot 10^{-3}$  m/s.

### 5.8. Entwässerung

Die Entwässerung im Einzugsgebiet erfolgt im Mischverfahren. Der östliche Gebietsteil des Kanalnetzes wird über das im Südosten liegende Adenauer-Pumpwerk entwässert. Das Niederschlagswasser im Haupteinzugsgebiet fließt über den Hauptsammler in den Stauraumkanal RRB 093 in der Limpericher Straße und wird dort gedrosselt über eine Pumpe weiter in das unterliegende Netz abgeleitet.

Das untersuchte Kanalnetz im Einzugsgebiet weist im Ist-Zustand eine Gesamtlänge von 20,58 km auf, davon sind 20,44 km Mischwasser- und 0,14 km Schmutzwasserkanäle.

### 5.9. Sonderbauwerke

Am Ende des berechneten Teilgebietes liegt der Stauraumkanal RRB 093. Der Stauraumkanal (DN 2200 mit TW-Rinne) wird über einen Kanal DN 500 und einen vorgeschalteten Schieber auf  $Q_p = 265$  l/s gedrosselt. Ab einer Einstauhöhe von 2,5 m über der Sohle kann das zufließende Abwasser über eine 2,6 m lange Querschwelle direkt in den Kanal DN 500 ablaufen.

Der Kanal DN 500 ist an dem Pumpwerk P 041 Limpericher Straße angeschlossen. Die maximale Förderleistung bei Parallelbetrieb von zwei Regenwasserpumpen beträgt  $Q_{p, ges} = 560$  l/s.

Das Pumpwerk PW 041 verfügt über insgesamt vier Pumpen, zwei Trockenwetterpumpen sowie zwei Regenwasserpumpen. Bei den Pumpen handelt es sich um redundante Ausführungen, welche nur bei maximalem Zufluss parallel arbeiten:

Tab. 5-1: Daten des Pumpwerks PW 041

Aggregat	Fördermenge		Förderhöhe	Ein [mNN]	Aus [mNN]	Schaltfolge
	m³/h	l/s				
RW PW 1	1000 m³/h	277 l/s	7,5 m	46,375	45,975	Im Wechsel
RW PW 2	1000 m³/h	277 l/s	7,5 m	46,375	45,975	Im Wechsel
RW Max	1000 m³/h	277 l/s	7,5 m	47,225	47,125	Parallel
SW PW 1	36 m³/h	10 l/s	6,1 mWs	45,630	45,430	Im Wechsel

Aggregat	Fördermenge		Förderhöhe	Ein [mNN]	Aus [mNN]	Schaltfolge
SW PW 2	36 m³/h	10 l/s	6,1 mWs	45,830	45,430	Im Wechsel
SW Max	36 m³/h	10 l/s	7,5 m	47,225	47,125	Parallel

### 5.10. Einzugsgebiet

Das Einzugsgebiet weist gemäß der Kanaldaten eine Größe von 125,43 ha auf. Für die Ermittlung der Fläche des Einzugsgebietes wurden die in Kanal++, DYNA hinterlegten Flächendaten genutzt.

Tab. 5-2: Flächendaten

Gesamtfläche AE [ha]	Bef. Grad	Bef. Fläche AE,b [ha]	Unbefestigte Fläche
125,43 ha	47,81 %	59,97 ha	65,46 ha

Im Wohngebiet „Am Sonnenberg“ wurde der Befestigungsgrad einheitlich auf 60 % gesetzt.

### 5.11. Einwohner

Für das Einzugsgebiet wurde die Einwohnerdichte von der Stadt Bonn mit 50 E/ha angegeben.

### 5.12. Schmutzwasseranfall

Zur Ermittlung des spezifischen häuslichen Schmutzwasseranfalls wurde die Einwohnerzahl mit einem durchschnittlichen Wasserverbrauch von  $w_d = 150 \text{ l/EW/d}$  multipliziert, das Stundenmittel beträgt 10 h/d.

Da keine gewerblichen Großeinleiter bekannt sind, entfällt dieser Ansatz.

### 5.13. Fremdwasseranfall

Entsprechend des DWA-A 118 wurde ohne genaueren Nachweis das Fremdwasser als Pauschalwert, d. h. als Vielfaches  $m = 1$  des Schmutzwasserabflusses angesetzt.

### 5.14. Niederschlagsdaten

Die Überflutungsbetrachtung erfolgt mit den KOSTRA 2000-Daten für das Rasterfeld Bonn, Spalte: 11, Zeile: 58.

Ab der Variante 1.5 wurden die KOSTRA DWD 2010 R-Daten verwendet.

Für die instationäre Simulation werden die folgenden Modellregen verwendet:

T = 20 a; D = 90 min

T = 100 a; D = 90 min

Die Dauerstufe von D = 90 min wird anhand der maßgebenden Fließzeit bestimmt. Die für das Untersuchungsgebiet relevante Fließzeit beträgt  $t_f = 40$  Minuten. Bestimmt wird diese durch den längsten Fließweg (2.448 m), die Fließgeschwindigkeit wird mit 1 m/s angenommen. Durch die Verdopplung der Fließzeit  $t_f$  soll sichergestellt werden, dass die maximale Belastung des Modellregens simuliert wird. Die maßgebende Niederschlagsdauer beträgt somit ca. 90 Minuten. Weiterhin wird das Starkregenereignis vom 20.06.2013 betrachtet, welches den Modellregen mit der Jährlichkeit T = 100 a noch an Intensität übertrifft.

Um eine möglichst genaue Berechnung durchzuführen, wird betrachtet, welche Regenschreiber in der Nähe von Bonn-Beuel liegen:

Tab. 5-3: Regenstationen im EZG Bonn- Beuel

<b>Name Regenstation</b>	<b>Koordinaten Standort (X:Y)</b>	<b>Höhenlage (mNN)</b>
Oberholtorf	372016 : 5620891	162,00
Königswinter KA	371087 : 5618460	57,00
Godesberg KA	369269 : 5619273	55,00
Adenauer PW	369225 : 5620608	61,00

In der folgenden Abbildung ist die Lage der Regenstationen dargestellt.

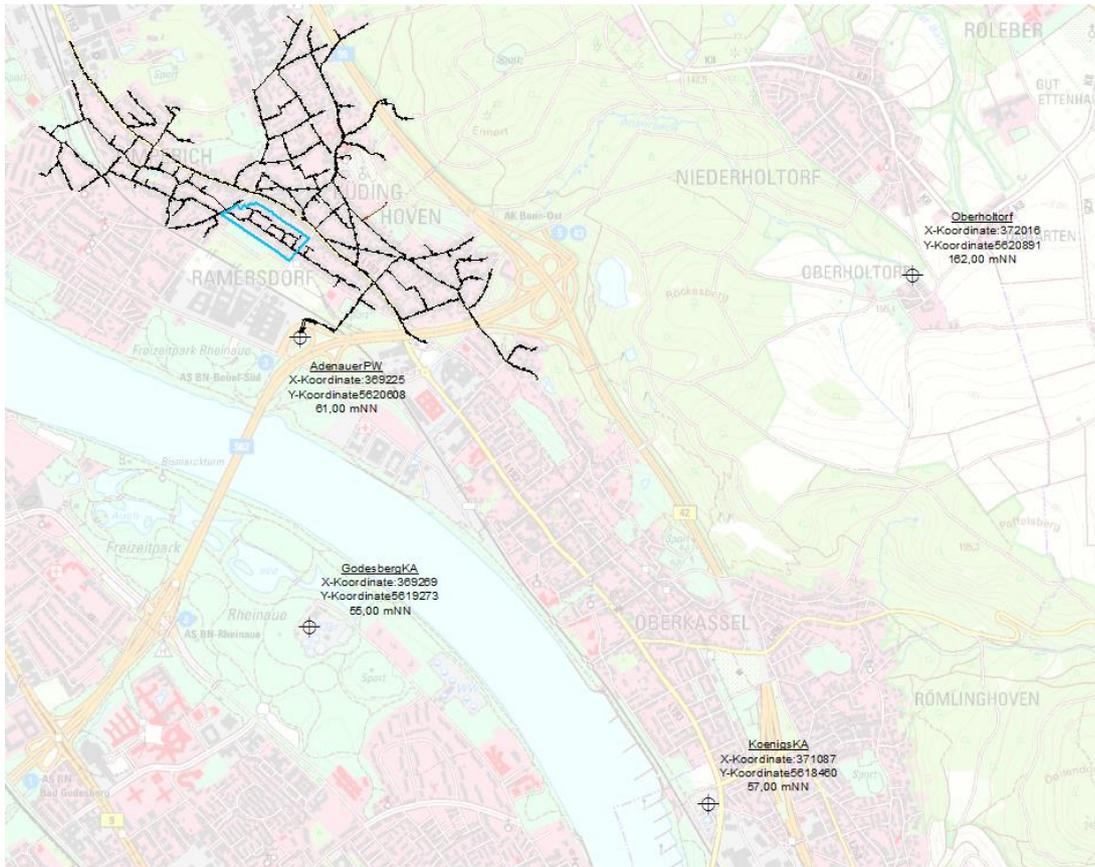


Abb. 5-8: Lage der Regenstationen

Die Verteilung der Regenstationen auf die Einzugsgebietsflächen erfolgte mittels Thiessen-Polygonen. Die Regenschreiber „Oberholtorf“, „KoenigsKA“ (Kläranlage Königswinter) und „GodesbergKA“ (Kläranlage Bad Godesberg) lagen im Vergleich zum Regenschreiber „AdenauerPW“ zu weit außerhalb und wurden daher nicht berücksichtigt.

Neben der lagebezogenen Auswahl wurden die Regenschreiber auch in Bezug auf die Niederschlagsmessungen durch eine Gegenüberstellung der Niederschlagssummenlinien der vier Regenschreiber verglichen (siehe Abb. 5-9). Das Regenereignis vom 20.06.2013 zog aus südlicher Richtung über das Einzugsgebiet. Es ist zu erkennen, dass die Regen an den Messstellen in Dauer (45 min) und Niederschlagssumme (54 mm bis 72 mm) annähernd gleich verlaufen sind. Nach KOSTRA-DWD 2010 besitzt ein 100-jährlicher Modellregen nach 30 Minuten eine Intensität von 35,10 mm, nach 45 Minuten Dauer eine Intensität von 40,30 mm, nach 60 Minuten beträgt die Niederschlagssumme 44,00 mm und nach 90 Minuten beläuft sich die Niederschlagssumme auf 48,00 mm.

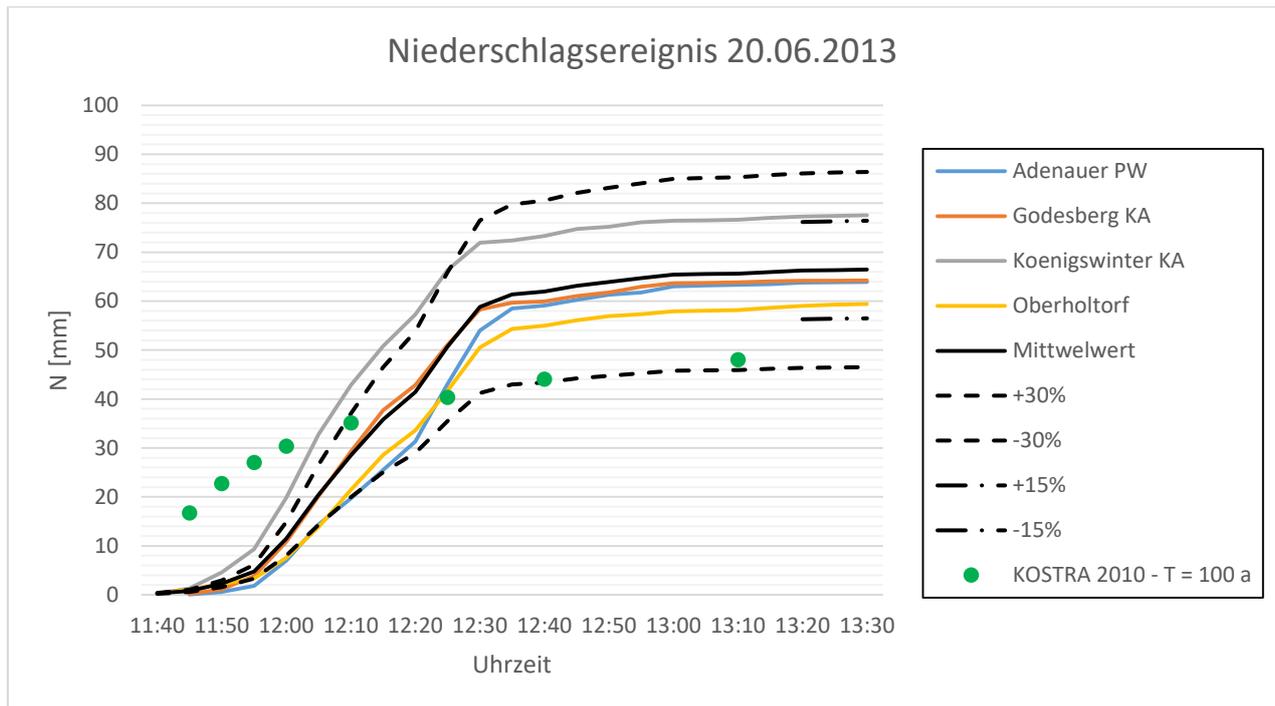


Abb. 5-9: Grafik N-Summenlinien der N-Messungen und Mittel sowie 30 % Abweichung - Ergebnis vom 20.06.2013 (ohne Vorregen)

Die Überprüfung der zeitlichen und örtlichen Gleichmäßigkeit der Niederschlagsbelastung vom 20.06.2013 erfolgt nach Vorgaben der LANUV-Arbeitshilfe für die Durchführung von Messungen in Kanalnetzen zur Ermittlung des abflusswirksamen Anteils der befestigten Flächen in Nordrhein-Westfalen [1], in dem folgende Grenzwerte genannt werden:

*„...möglichst gleichmäßige Gebietsüberregnung, d.h. die Gesamtniederschlagshöhen weichen an den benachbarten Einzelstationen wenig voneinander ab; festgelegt wird für die zulässige Abweichung der Niederschlagshöhensummen der einzelnen Niederschlagsstationen vom Mittelwert aller benachbarten Stationen [...] < 15 %. Die zeitlich aufgelösten Niederschlagssummen sollen im gesamten zeitlichen Verlauf innerhalb einer Toleranz von 30 % bezogen auf den Mittelwert der Stationen liegen.“*

Wie in Abb. 5-9 zu sehen ist, erfüllen die Messungen der Regenstation Adenauer PW die genannten Vorgaben. Damit ist diese Regenreihe gut geeignet für die Nachrechnung des Überflutungsfalles vom 20.06.2013. Die Intensität des Starkregens vom 20.06.2013 wird durch die 2D-Simulation gut wiedergespiegelt, es lässt sich das Ausmaß und die Lage der betroffenen Bereiche ermitteln.

## 6. Anforderungen an die Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes

Bei der Kanalnetzberechnung sind insbesondere die Zustände des Einstaus, Überstaus und der Überflutung von Interesse. Gemäß ATV-Arbeitsblatt A 118 bezeichnet Überstau „[...] einen

*Belastungszustand der Kanalisation, bei dem der Wasserstand ein definiertes Bezugsniveau überschreitet [...]“.*

Als Bezugsniveau ist die Geländeoberkante definiert. Als Überflutung wird ein Zustand angesehen „[...] bei dem Schmutzwasser und/oder Regenwasser aus dem Entwässerungssystem entweichen oder nicht in dieses eintreten können und entweder auf der Oberfläche verbleiben oder in Gebäude eindringen [...]“ und somit einen Schaden verursachen. Die Überstauhäufigkeit ist für jeden Schacht des Kanalnetzes nachzuweisen.

Die Anforderungen an die Leistungsfähigkeit von Entwässerungsnetzen werden in der DIN EN 752 (April 2008) [2] und im DWA-A 118 [3] über den Überflutungsschutz und die Überstauhäufigkeit in Abhängigkeit von der Gebietsnutzung und dem damit einhergehenden Schadenspotenzial wie folgt definiert:

Tab. 6-1: Empfohlene Überflutungshäufigkeiten (Quelle: DIN EN 752)

Ort	Überflutungshäufigkeiten	
	Jährlichkeit (1-mal in „n“ Jahren)	Wahrscheinlichkeit für eine Überschreitung in 1 Jahr
Ländliche Gebiete	1 in 10	10 %
Wohngebiete	1 in 20	5 %
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	1 in 30	3 %
Unterirdische Bahnanlagen, Unterführungen	1 in 50	2 %

Tab. 6-2: Empfohlene Überstauhäufigkeiten (Quelle: DWA-A 118)

Ort	Überstauhäufigkeiten bei Neuplanung bzw. nach Sanierung (1-mal in „n“ Jahren)
Ländliche Gebiete	1 in 2
Wohngebiete	1 in 3
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	seltener als 1 in 5
Unterirdische Bahnanlagen, Unterführungen	seltener als 1 in 10 <sup>1)</sup>

Die in der DIN EN 752 und dem DWA-A 118 definierten Anforderungen gelten zunächst für Neuplanungen/ Entwurf bzw. nach Sanierung eines bestehenden Entwässerungsnetzes.

Für das im Rahmen dieser Berechnungen betrachtete Einzugsgebiet werden gemäß den Vorgaben die Anforderungen erreicht, wenn Überstau seltener als einmal in drei Jahren auftritt (Überstauwiederkehrzeit  $T_n > 3a$ ) und ein 20-jährlicher Überflutungsschutz in Wohngebieten und ein Nachweis mit Modellregen gewährleistet ist. Der Nachweis der Lösungen für das Überflutungsproblem „Am Sonnenberg“ wird für das 100-jährliche Modellregenereignis geführt.

Hierzu wird gemäß einem Rechtsgutachten zur Finanzierung von Maßnahmen zur Katastrophenregenvorsorge verwiesen auf den folgenden Passus:

*[...] haben in jüngster Zeit das OLG Dresden<sup>1</sup> sowie das OLG Koblenz<sup>2</sup> entschieden, dass eine abwasserbeseitigungspflichtige Gemeinde die Dimensionierung ihres Kanalnetzes nicht auf einen Jahrhundertregen auslegen muss, d. h. die Gemeinde grundsätzlich nicht gehalten ist, das Kanalnetz auf katastrophentypische Unwetter auszurichten. [4]*

## 7. Programme und Berechnungsverfahren

Folgende Programme wurden verwendet:

- Die hydrodynamische instationäre Berechnung des Kanalnetzes wurde mit dem Programm Hystem-Extran, Version 7.7 des Instituts für technisch-wissenschaftliche Hydrologie GmbH (ITWH GmbH) durchgeführt.
- Für die Grundlagenermittlung und grafische Darstellung der Ergebnisse wurde das geografische Informationssystem ArcMap 10.1 verwendet.
- Die 2D-Berechnungen fanden mit Hilfe der Programme FOG 7 und FOG 2D der ITWH GmbH statt. FOG 7 ist ein GIS-basiertes Informations- und Planungssystem, das in der Stadtentwässerung (HYSTEM-EXTRAN) und der Gefährdungsanalyse (mit HYSTEM-EXTRAN 2D) zum Einsatz kommt. FOG 2D ist eine Erweiterung von FOG 7 zur Berechnung von Überflutungen durch urbane Sturzfluten
- Die Modellregen wurden mit dem Programm KOSTRA-DWD 2000 Version 2.2.1 erzeugt.

Das Programm Hystem-Extran der ITWH erzeugt ein Niederschlag-Abfluss-Modell, welches der 1D-Simulation entspricht. Mit diesem Modell können die drei Phasen des Niederschlag-Abflussvorgangs realitätsnah simuliert werden.

- Phase 1: Abflussbildung
- Phase 2: Abflusskonzentration
- Phase 3: Abflusstransport

Die 1. und 2. Phase werden mit dem Programmteil Hystem simuliert, diesem liegt ein hydrologischer Ansatz zugrunde. Die 3. Phase, die über das Programmteil Extran berechnet wird, folgt einem hydrodynamischen Ansatz. Die hydrodynamische Berechnungsmethode hat den Vorteil, dass auch Wasserstände über dem Kanalscheitel zutreffend berechnet werden können. Dadurch ist es beispielsweise möglich, die Höhe des Einstaus innerhalb des Kanals zu berechnen.

---

<sup>1</sup> Urteil vom 31.07.2013 -1 U 1156/11-

<sup>2</sup> Beschluss vom 27.07.2009 -1 U 1422/08-

Wenn der Einstau das Bezugsniveau der Geländeoberkante überschreitet und das Wasser durch einen Schacht an die Oberfläche strömt, wird von einem Überstau gesprochen. Dieser kann ebenfalls realitätsnah simuliert werden. Es werden unter anderem die Menge des überstauenden Wassers sowie die Dauer des Überstaus ausgegeben. Zur Verdeutlichung der beiden Überlastungszustände „Einstau“ und „Überstau“ dient nachfolgende Grafik.

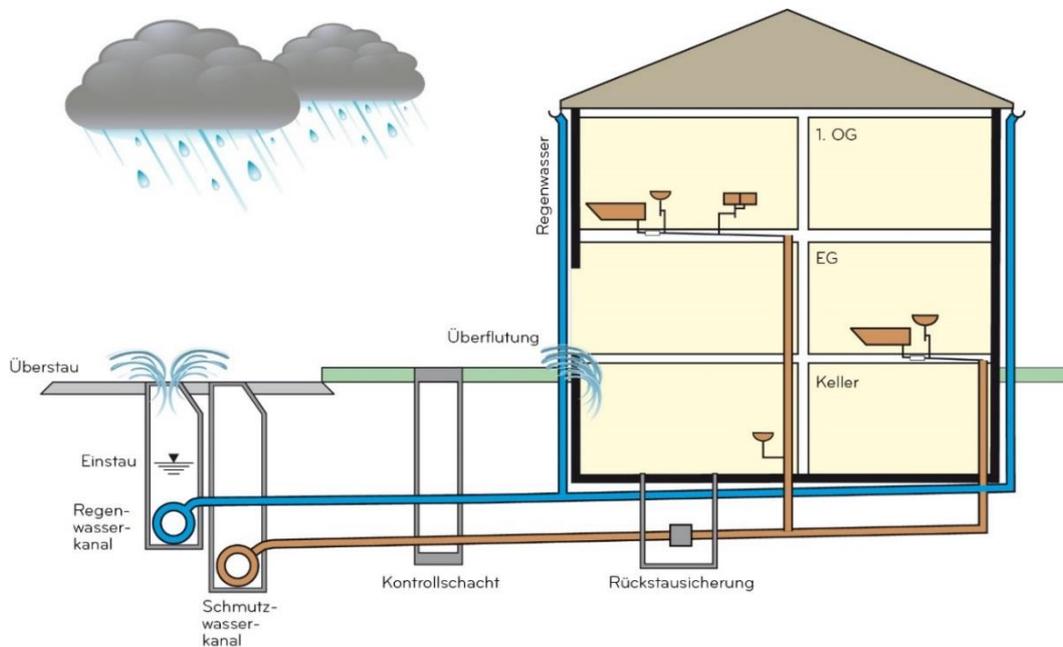


Abb. 7-1: Definition von Einstau, Überstau und Überflutung

Die 2D-Berechnung beinhaltet neben der Abflusssimulation innerhalb der Kanalisation auch die Verteilung der Überstauvolumina auf der Oberfläche und wird mit dem Programm FOG, einer Erweiterung von ArcMap, durchgeführt. Es kann anhand von digitalen Geländemodellen ermittelt werden, wohin das überstauete Wasser fließt und ob es zu Überflutungen kommt. Um ein 2D-Modell erstellen zu können, bedarf es folgender Daten:

- Punktraster aus dem digitalen Geländemodell
- Gebäudeumrisse
- Straßenverläufe und Straßenbruchkanten
- Kanalschächte und Haltungen
- Niederschlagsdaten in Form von Modell- und Naturregen
- Karte der Bodenklassenbereiche
- Digitale Position der Straßeneinläufe

Mit Hilfe der 2D-Berechnung können die Fließwege des Abwassers und/oder Regenwassers je nach Genauigkeit des Rasters des digitalen Geländemodells sehr genau und realitätsnah an der Geländeoberfläche ermittelt und dargestellt werden.

Dabei sind Straßen ein entscheidender Fließweg und damit ein wichtiger Bestandteil eines 2D-Modells. Der Detaillierungsgrad des Höhenmodells muss bei den Straßen so genau wie möglich sein, um die Kanten der Bürgersteige mit abbilden zu können. Die genaue Lage der Straßeneinläufe ist für das Modell ebenfalls sehr wichtig, da große Teile des auf der Straße fließenden Wassers über die Straßeneinläufe in das Kanalnetz gelangen können. Umgekehrt wird ein Überstau aus dem Kanalnetz in erster Linie auf der Straße stattfinden, da sich dort die meisten freien Verbindungen zum Kanalnetz befinden.

Die Kopplung des 1D- an das 2D-Modell findet über eine räumliche Zuordnung der Kopplungspunkte (i.d.R. die Schachtdeckel) an Rasterzellen (Größe abhängig von der Genauigkeit des DGM) statt. Dabei werden die Schächte an die räumlich zugeordneten Rasterzellen des 2D-Modells gekoppelt und alle relevanten hydraulischen Parameter übergeben.

Mit dem Programm Extran 2D der ITWH wird die hydraulische Modellierung von Wasser im städtischen Umfeld in mehreren Schritten und Programmteilen durchgeführt. Zuerst wird mit dem ausgewählten Regenereignis ein Oberflächenabfluss auf den angeschlossenen Einzugsgebietsflächen erzeugt. Im zweiten Schritt wird der Oberflächenabfluss an das Transportmodell für das Kanalnetz abgegeben und der hydraulische Abflusstransport im Kanalnetz simuliert. Als dritter Schritt wird der Abfluss im Kanalnetz mit dem Oberflächenabfluss auf der Geländeoberfläche gekoppelt. Ergebnisse sind Informationen zur Wassertiefe und der Fließgeschwindigkeit sowie der Fließrichtung des Wassers.

### **7.1. Kopplungspunkte**

Kopplungspunkte zur Aufnahme des Überstaus sind Schächte und Straßenabläufe. Im engeren Untersuchungsgebiet wurden die Straßenabläufe aufgemessen und liegen dem Modell zugrunde. Dies gilt für die Straßen „Am Sonnenberg“, „In der Siebengebirgsbahn“ und „Am alten Rheinarm“. Die Straßeneinläufe dort wurden mit einem Schluckvermögen von 10 l/s versehen, weiterhin wurde das Schluckvermögen der Kanalschächte mit 4,5 l/s angesetzt.

Mangels Informationen zur Lage der Straßeneinläufe im übrigen Kanalgesamteinzugsgebiet wurden die Kanalschächte des Netzes mit einem Schluckvermögen von 10 l/s versehen.

### **7.2. Berechnungsparameter**

Bei der Berechnung des Einzugsgebietes mit dem Programm Hystem-Extran wurden folgende Parameter verwendet:

Tab. 7-1: Parametereinstellungen: Hystem-Extran

Parameter	Wert
<b>Oberflächenabflussberechnung mit HYSTEM</b>	
<b>Befestigte Fläche</b>	
Benetzungsverlust	0,7 mm
Muldenverlust	1,8 mm
Anfangsabflussbeiwert	25 %
Endabflussbeiwert	85 %
<b>Unbefestigte Fläche</b>	
Benetzungsverlust	2 mm
Muldenverlust	3 mm
Anfangsabflussbeiwert	25 %
Endabflussbeiwert	50 %
Bodenklasse	4 (Lehm / Löß)
<b>Abflusstransportberechnung mit EXTRAN</b>	
Berechnungszeitschritt	0,29 s (nach Courant Bedingung)
Zeitschritt für die Trockenwetterberechnung	0,29 s
Trockenvorlaufzeit	6 h
Zufluss zum unteren Schacht	50 %
Wasserrückführung bei Überstau	Ja

### 7.3. Individualkonzept

Für das zu betrachtende Berechnungsmodell wurde ein Individualkonzept gemäß ATV-Arbeitsblatt A 110 angelegt, welches die Rauheitsbeiwerte haltungsweise berechnet. Folgende Festsetzungen wurden getroffen:

Tab. 7-2: Berechnungsansätze Individualkonzept

Rauheit k Rohrwand	0,1 mm
Einzelrohrlänge	2,0 m
Durchmesser Hausanschlüsse	150 mm

Durchmesser Straßenanschlüsse	150 mm
Schachtart	Regelschacht

Bei der Anwendung des Individualkonzeptes ist zu beachten, dass Druckrohrleitungen und Transportsammler nicht erfasst werden. Das Individualkonzept kann nur auf normale Haltungen angewendet werden, daher wurden die vorhandenen Haltungen in zwei Gruppen unterteilt. Die Gruppe mit den Transportsammlern (wobei nur im erweiterten Berechnungsnetz Transportsammler vorliegen) und Druckrohrleitungen wird ohne Hausanschlüsse oder Straßeneinläufe betrachtet.

Außerhalb des vermessenen Gebietes, wo keine Informationen zu den Straßeneinläufen vorlagen, wurden die Haltungsschächte für die Berechnung herangezogen. Diese wurden mit der Länge des Mischwassernetzes verrechnet, um die Anzahl pro 100 m zu ermitteln. Die Anzahl der Schächte kann im Schnitt mit der der Straßeneinläufe gleichgesetzt werden.

Tab. 7-3: Ermittlung der Häufigkeit von Hausanschluss/Straßeneinlauf pro 100 m Haltung

Anzahl	Haltungslänge	Häufigkeit	Häufigkeit
475 Schächte	14661	Alle 30,86 m ein Schacht (SE)	3,24 SE / 100 m
1945 Wohnhäuser	14661	Alle 7,54 m ein Haus	13,27 Häuser / 100 m

Die für das Individualkonzept ermittelten Häufigkeiten belaufen sich auf folgende Werte:

- Gewählt: 13 Hausanschlüsse pro 100 m Haltung
- Gewählt: 3 Straßeneinläufe pro 100 m Haltung

Die Haltungen, welche einen höheren Rauheitsbeiwert als 70 mm vorweisen, werden auf Plausibilität untersucht und anschließend auf einen Rauheitsbeiwert von 70 mm begrenzt, damit realistische Ergebnisse berechnet werden können.

## 8. Kanalnetzberechnung Ist-Zustand

Das Kanalnetz im Untersuchungsgebiet wurde im Ist-Zustand mit der gemessenen Regenreihe der Station Dottendorf (Heizkraftwerk-Süd) eindimensional berechnet. Diese Regenreihe liegt für den Zeitraum vom 01.11.1975 bis zum 31.10.2014 über 39 Jahre vor.

Insgesamt kam es zu drei Überstauereignissen. Diese Regenereignisse wurden mit den KOSTRA-Daten 2010 verglichen. Danach haben diese Regenereignisse mit Überstau folgende Wiederkehrzeiten:

		Dauer	max. Wiederkehrzeit
Nr. 34	13.07.1999	1:15	55,8 Jahre
Nr. 89	29.07.2014	9:05	> 100,0 Jahre
Nr. 85	20.06.2013	2:55	> 100,0 Jahre

Aufgezeichnete natürliche Regen mit max. Wiederkehrzeit < 50 a führten nicht zu Überstau im Untersuchungsgebiet.

Zusätzlich wurden das bestehende Kanalnetz mit einer Modellregengruppe (T = 20 a) zweidimensional nach Otter/König überprüft. Im Untersuchungsgebiet wurde nur geringer Überstau an drei Schächten berechnet, der maximale Überstau beträgt an einem Schacht 9 m<sup>3</sup>. Damit ist der Nachweis erbracht, dass das bestehende Kanalnetz den Regeln der Technik entspricht.

Das für die weiteren Berechnungen verwendete 100-jährliche Modellregenereignis (EULER Typ II) lieferte einen geringeren Überstau als die beiden Naturregen vom 29.07.2014 und vom 20.06.2013 (siehe auch Abb. 8-3 und Abb. 8-4 im Vergleich).

Die nachfolgende Dokumentation enthält Bilder mit der Darstellung der maximalen Wasserspiegelhöhen und der Betroffenheit der Gebäude gemäß der Legende nach DWA-M 119.

<p><b>Max. Wasserstand</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; margin-right: 5px;"></span> &lt; 0,1 m</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #00ffff; margin-right: 5px;"></span> 0,1 - 0,3 m</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #0000ff; margin-right: 5px;"></span> 0,3 - 0,5 m</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #000080; margin-right: 5px;"></span> 0,5 - 1,0 m</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; margin-right: 5px;"></span> 1,0 - 1,5 m</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff00ff; margin-right: 5px;"></span> &gt; 1,5 m</li> </ul>	<p><b>Betroffenheit Gebäude - gem. DWA-M 119 (Wasserstand nahe Gebäudekante)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #cccccc; margin-right: 5px;"></span> gering (&lt;10 cm)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffff00; margin-right: 5px;"></span> mäßig (10-30 cm)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ffcc00; margin-right: 5px;"></span> hoch (30-50 cm)</li> <li><span style="display: inline-block; width: 15px; height: 10px; background-color: #ff0000; margin-right: 5px;"></span> sehr hoch (&gt;50 cm)</li> </ul>
---	---

Abb. 8-1: Legenden für die 2D Darstellung

Die Betroffenheit der Gebäude wurde somit nach dem rechnerischen Maximalwasserstand im unmittelbaren Gebäudeumfeld kategorisiert.

Die berechneten Überflutungsvolumina werden wie folgt dargestellt.

Schachtelement	Zufluss 2D [cbm]	Abfluss 2D [cbm]	Nettoabfluss 2D [cbm]
80218540	212,108	224,908	12,799

Abb. 8-2: Auszug aus der Hystem-Extran Ergebnisdatei

Die Abb. 8-2 bedeutet:

Der Zufluss 2D und Abfluss 2D wird während der Simulation berechnet und in der Ausgabedatei summiert. Durch das überlastete Kanalnetz staut der Schacht über, dabei treten insgesamt ca. 225 m<sup>3</sup> (Abfluss 2D) aus und verteilen sich auf der Geländeoberfläche. Während der Simulationsdauer kommt es jedoch auch zum Rückfluss von Oberflächenwasser in das Kanalnetz. Dieser Wert wird als „Zufluss 2D“ bezeichnet und gibt an, wieviel Kubikmeter über einen Schacht wieder aufgenommen werden. Im Beispiel beträgt der Zufluss 212 m<sup>3</sup>. Die Differenz aus „Abfluss 2D“ und „Zufluss 2D“ wird als „Nettoabfluss 2D“ bezeichnet, hier ca. 13 m<sup>3</sup>. Ist der Wert positiv, dann verbleibt Überstauwasser auf der Oberfläche und kann nicht in das System zurückfließen. Ist der Wert negativ, so findet ein Zufluss von einem oder mehreren benachbarter Schächte statt und über das gesamte Ereignis hinweg fließt über den Schacht mehr Wasser ab, als durch diesen an die Oberfläche gelangt.

Die Ergebnisse der hydrodynamischen Kanalnetzrechnungen, die für den Ist-Zustand durchgeführt wurden, können in den Überstauplänen 1 bis 3 eingesehen werden, die folgenden Ausschnitte zeigen davon jeweils den Untersuchungsbereich „Am Sonnenberg“.

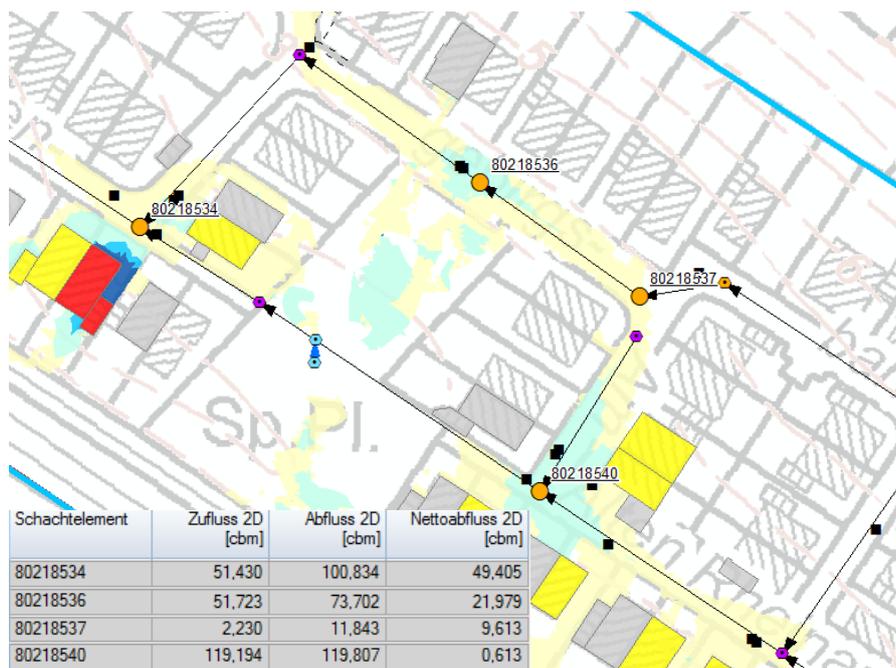


Abb. 8-3: Ist-Zustand für T = 100 a, D = 90 min

Bei einem 100-jährlichen Regenergeignis (Modellregen) erkennt man zahlreiche Überstaupunkte im Untersuchungsgebiet Auch die Wohnbebauung in der Straße „Am Sonnenberg“ ist davon betroffen. Es zeigt sich, dass sich das Wasser an den Tiefpunkten (Schächte 540 und 534) und auf dem Spielplatz sammelt. Ebenso tritt Wasser von der Straße bei Schacht 536 auf den Spielplatz über.

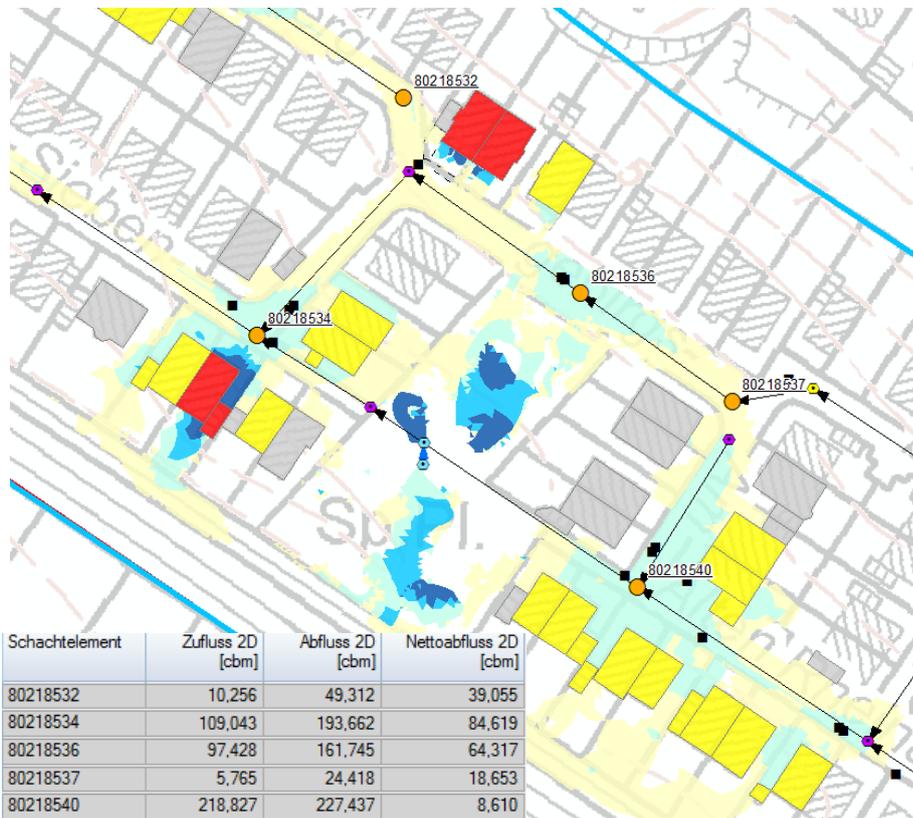


Abb. 8-4: Istzustand - Starkregen vom 20.06.2013

Bei dem Starkregenereignis vom 20.06.2013 nehmen die Überstauereignisse nochmals zu. Der größte Überstau im Untersuchungsgebiet geht weiterhin von Schacht 80218540 mit 225 m³ aus. Bei allen Ereignissen fließt überstauendes Abwasser auch auf den Spielplatz.

Anmerkung:

*Außerhalb des Untersuchungsgebietes werden die DGM-Daten des Landes verwendet. Hier fehlen oft kleinere Erhöhungen (z.B. Mauern und die Umfassung von Lichtschächten), die den Überflutungsstrom umlenken. Im engeren Untersuchungsgebiet sind durch die genaue Vermessung und die Begehung Hindernisse an der Oberfläche besser erfasst. Dadurch werden die betroffenen Gebäude außerhalb des engeren Untersuchungsgebietes möglicherweise in der Simulation stärker oder geringer betroffen, als es in Realität der Fall war.*

## 9. Befragung der betroffenen Haushalte

Im Rahmen der Aufarbeitung der Folgen der Starkregenereignisse der vergangenen Jahre wurden die Anwohner der Wohnsiedlung „Am Sonnenberg“ im März 2016 über einen Bürgerbrief kontaktiert. Die Auswahl der von Überflutung betroffenen Anwohner wurde mittels eines 100-jährlichen Modellregens getroffen. In dem Bürgerbrief wurden die Anwohner gebeten, ihre persönlichen Erfahrungen und Beobachtungen zu den Folgen der Starkniederschläge über einen dem Bürgerbrief beigelegten Fragebogen mitzuteilen. Es wurden 24 Anwohner der Wohnsiedlung „Am Sonnenberg“ im April 2016 angeschrieben. Die Bürger hatten die Möglichkeit, die Fragen auch im Rahmen eines Gesprächstermins zu beantworten. Daher wurden im April 2016 bei vier Anwohnern nach Absprache Hausbesuche durchgeführt, um vor Ort über die aufgetretenen Schäden und Möglichkeiten zur Überflutungssicherung zu sprechen. Der Fragebogen und die Ergebnisse sind in Anlage 5 aufgeführt.

## 10. Kanalnetzberechnung Sanierungs-Zustand

Der Sanierungszustand dient der Darstellung der geplanten Sanierungsmaßnahmen. Die Ermittlung der Maßnahmen findet über mehrere Schritte in Form eines iterativen Prozesses (Varianten 1-3) statt. Dabei werden die Auswirkungen der geplanten Maßnahmen in den durchgeführten Simulationen kontrolliert und nach Möglichkeiten weiter optimiert. Der Sanierungszustand wird in den Plänen 4 bis 13 dargestellt. Die Pläne zeigen die verschiedenen Sanierungsvarianten für die Jährlichkeit  $T = 100$  a. Die Ergebnisse der Sanierungsvarianten werden in den Plänen mit maximalen Überstauvolumina der 1D-Simulation dargestellt.

## 11. Sanierungsvarianten

Es wurden drei Varianten zunächst unter rein wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten ermittelt, mit denen der Überflutungsschutz im engeren Untersuchungsgebiet durchgeführt werden kann. Die Abb. 11-1 dient für nachfolgende Darstellungen als ergänzende Legende.

### Kanalhaltungen

- ▶ MW-Kanal
- ▶ RW-Kanal
- ▶ SW-Kanal
- ▶ Sanierung/Neubau

### Modellgebiet

- Engeres Untersuchungsgebiet
- Modellgrenze für 2D Berechnung
- Sanierungsmaßnahmen

Abb. 11-1:      Legende

### 11.1. Variante 1

Die 1. Variante war ursprünglich rein als oberflächige Maßnahme geplant. Hierbei war vorgesehen, das Gefälle der Wege, die zum Spielplatz führen („An der Siebengebirgsbahn“; „Am Alten Rheinarm“) so umzugestalten, dass das überstauende Wasser auf den Spielplatz fließen kann. Im ersten Schritt wurde wie in Abb. 11-2 und Abb. 11-3 dargestellt, das Gefälle der Wege zum Spielplatz durch eine stufenweise Absenkung umgekehrt. Stufenweise deshalb, da eine gleichmäßige Absenkung entgegen dem vorhandenen Gefälle nicht programmtechnisch umsetzbar ist.

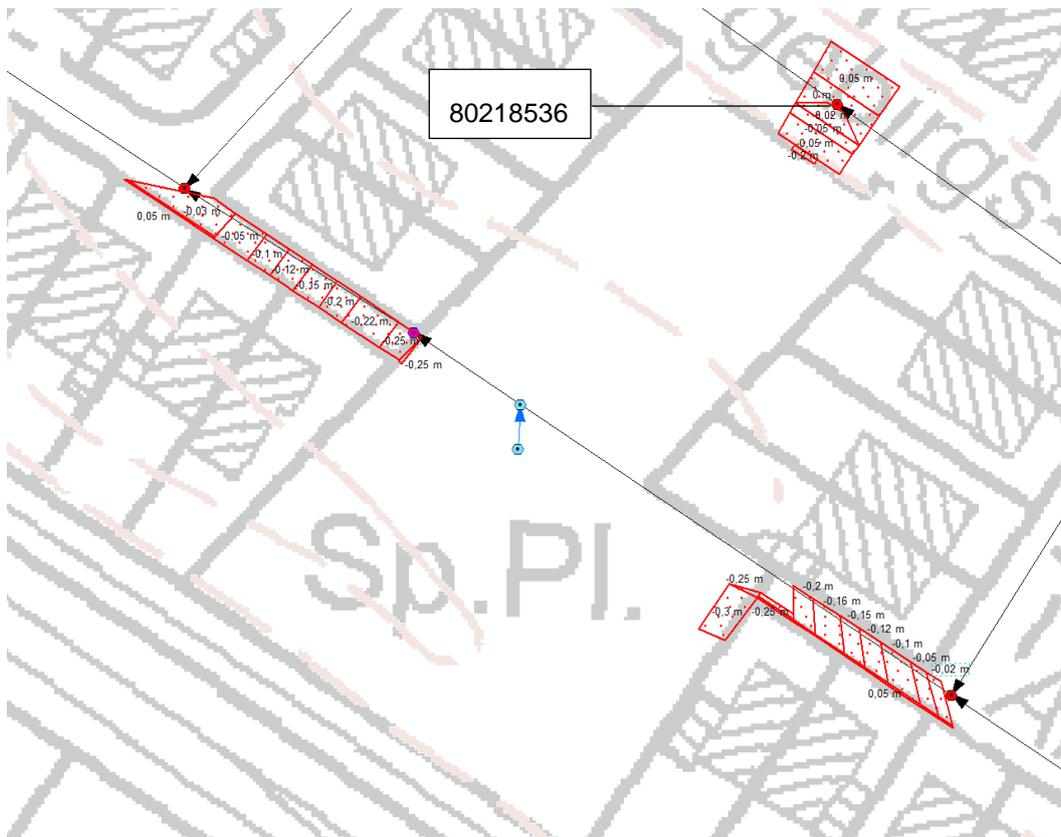


Abb. 11-2: Variante 1 - Oberflächenmaßnahmen

Am Überstauungspunkt bei Schacht 80218536 wurde neben der Straßenabsenkung zum Spielplatz hin die Straße auf der anderen Seite angehoben, um eine Ausbreitung des überstauenden Wassers in Richtung des Spielplatzes zu begünstigen. Für den 100-jährlichen Modellregen sammelt sich das Überstauwasser auf der Straße und fließt auf die angrenzenden niveaugleichen Grundstücke der Anwohner. Die nördliche Maßnahme bei Schacht 80218536 begünstigt den Abfluss wie geplant in Richtung Spielplatz, wie gemäß Abb. 11-3 zu sehen ist.



Abb. 11-3: Variante 1.0 - Oberflächenmaßnahmen für T =100 a, D = 90 min

Eine Optimierung der Maßnahmen besteht darin, auf die Absenkung der Zuwegungen zum Spielplatz zu verzichten und die überstauenden Schächte 80218540 und 80218534 durch umgebende leistungsfähige Kastenrinnen abzusichern. Die Kastenrinnen sollen das überstauende Wasser auffangen und an Kanalhaltungen abgeben, welche das Wasser in den Bereich des Spielplatzes leiten. Dazu müssen neben den Kastenrinnen auch Entlastungskanäle für die Ableitung des Überstaus zum Spielplatz gebaut werden:

- 1.1 Kanal DN 300 (L = 24,4 m, Gefälle = 0,62 %)
- 1.2 Kanal DN 300 (L = 6,9 m, Gefälle = 0,72 %)
- 1.3 Kanal DN 300 (L = 18,4 m, Gefälle = 0,54 %)
- 1.4 Kanal DN 300 (L = 2,2 m, Gefälle = 0,00 %)

Die erforderlichen Oberflächenmaßnahmen setzen sich wie folgt zusammen:

- 2.1 Absenkung der Straße um -0,05 m und Bau einer Kastenrinne um die Schächte 80218540 und 80218534 mit Anschluss an die Haltungen DN 300 (1.1 und 1.3).  
*Modelltechnisch sind die Rinnen als Wehre abgebildet, um die Einleitung des Wassers in die Haltungen DN 300 zu modellieren.*
- 2.2 Absenkung der Straße um -0,05 m (Fläche: 7,8 m<sup>2</sup>)
- 2.3 Absenkung der Straße um -0,10 m (Fläche: 25,3 m<sup>2</sup>)

- 2.4 Öffnung des Straßenprofils zum Spielplatz und Absenkung der Oberfläche um -0,25 m (Fläche: 7,8 m<sup>2</sup>)
- 2.5 Absenkung der Fläche um -0,30 m (Fläche: 18,9 m<sup>2</sup>)

Im Vergleich zur vorherigen Oberflächenmaßnahme wird das Wasser zielgerichtet in das Gelände des Spielplatzes geleitet.

Für den 100-jährlichen Modellregen ist eine umfassende Verringerung der Gebäudebetroffenheit bei der um den Spielplatz liegenden Wohnbebauung festzustellen.

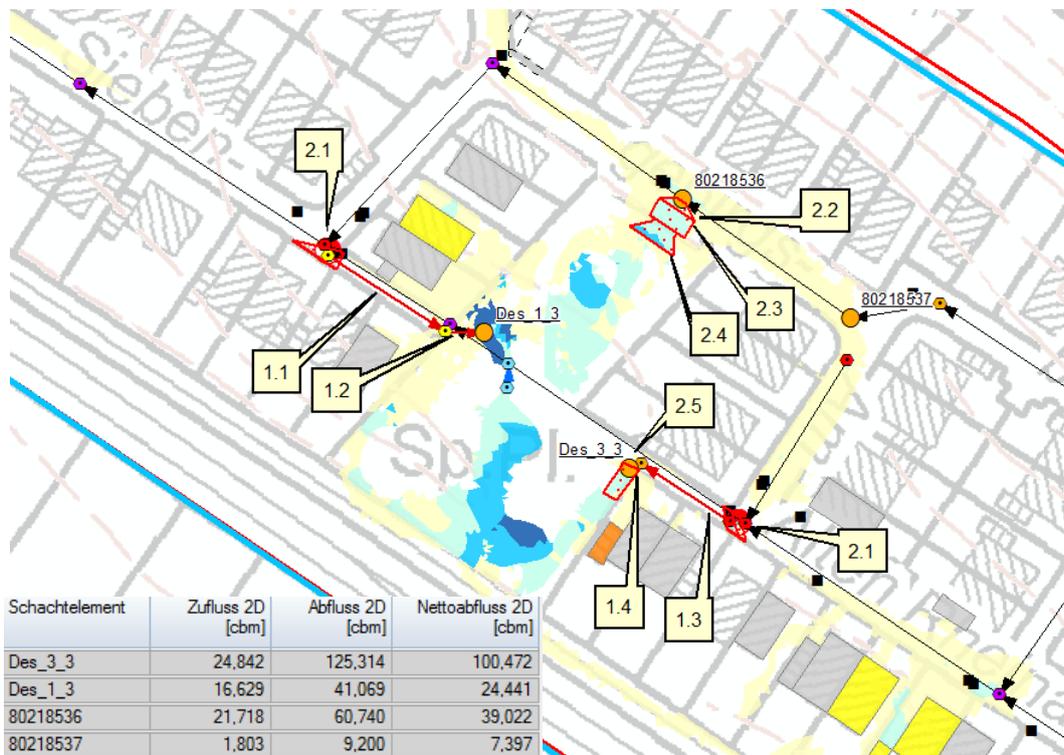


Abb. 11-4: Variante 1 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min

## 11.2. Variante 2

In der Variante 2 wird ein neuer „Überstau“-Schacht in der Spielplatzfläche geplant, dieser liegt in der Haltung 80218580 zwischen den Schächten 80218540 und 80218534. Die Deckelhöhe wird so niedrig wie möglich ausgelegt, so dass bei einem 5-jährlichen Regenereignis kein Überstau auftritt. Die erforderlichen Maßnahmen setzen sich wie folgt zusammen:

- 1.1 Bau eines Zwischenschachtes auf der Fläche des Spielplatzes:  
 Schachtnamen: UEB\_Spiel  
 D: 52,70 mNN  
 S: 50,60 mNN

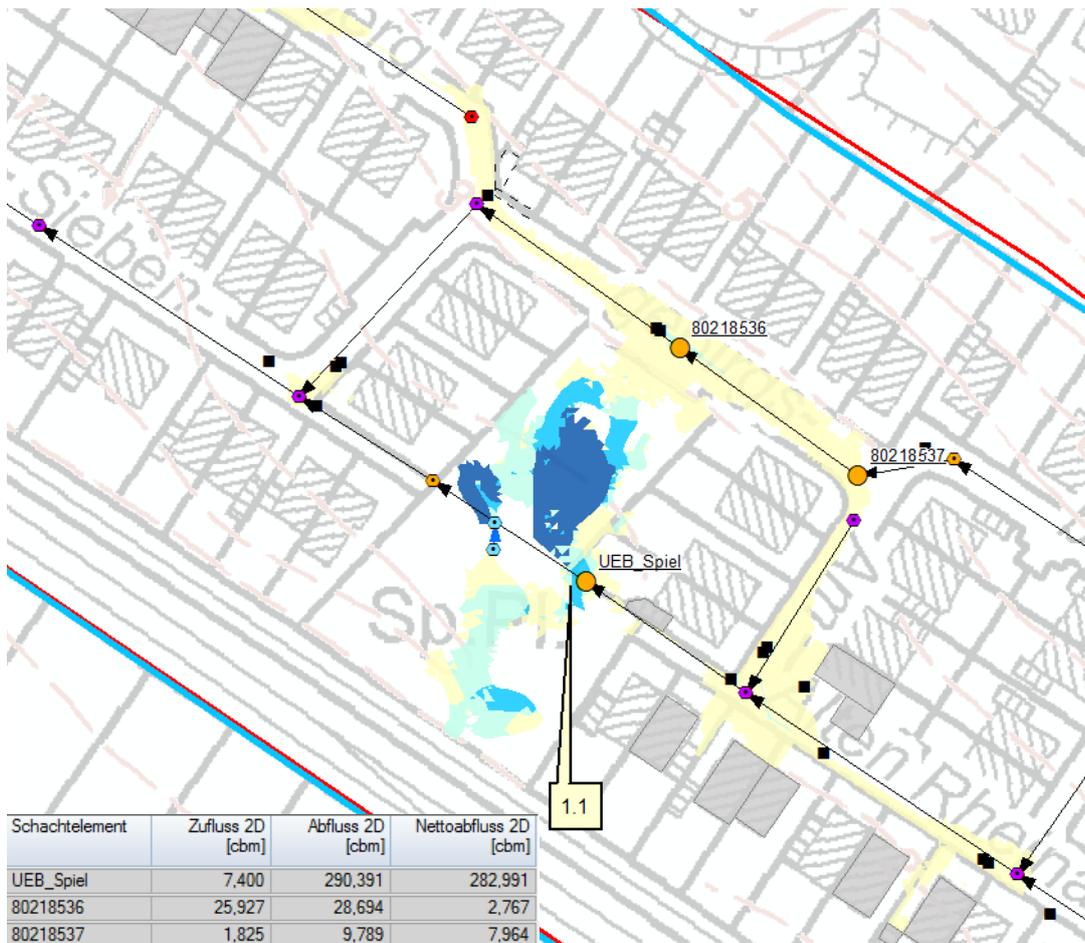


Abb. 11-5: Variante 2 - Kanalsanierung für T = 100 a, D = 90 min

Durch den Schacht UEB\_Spiel sammelt sich der größte Teil des überstauenden Wassers im Bereich des Spielplatzes, andere Schächte stauen mit vergleichsweise geringem Volumen über.

### 11.3. Variante 3

In Variante 3 wird ein Entlastungsschieber im Zwischenschacht der Variante 2 vorgesehen.

Die Daten des erforderlichen Schiebers sind nachfolgend aufgeführt:

Breite:	0,60 m
Anfangsstellung:	51,20 mNN
Maximale Hubhöhe:	51,95 mNN
(Max. Öffnungsweite:	0,75 m)

Öffnungs- und Schließmechanismus richten sich nach der Wasserstandshöhe am Schacht 80218540, welcher der nächstgelegene, tief liegende Schacht in den Straßen „An der Siebengebirgsbahn“ und „Am Alten Rheinarm“ ist. Steigt der Wasserstand im Schacht auf 2,2 m über Sohle (entspricht 0,10 m unter Geländeoberkante), öffnet der Schieber. Der Schließmechanismus wird eingeleitet, sobald der Wasserstand wieder auf unter 1,00 m über Schachtsohle absinkt.

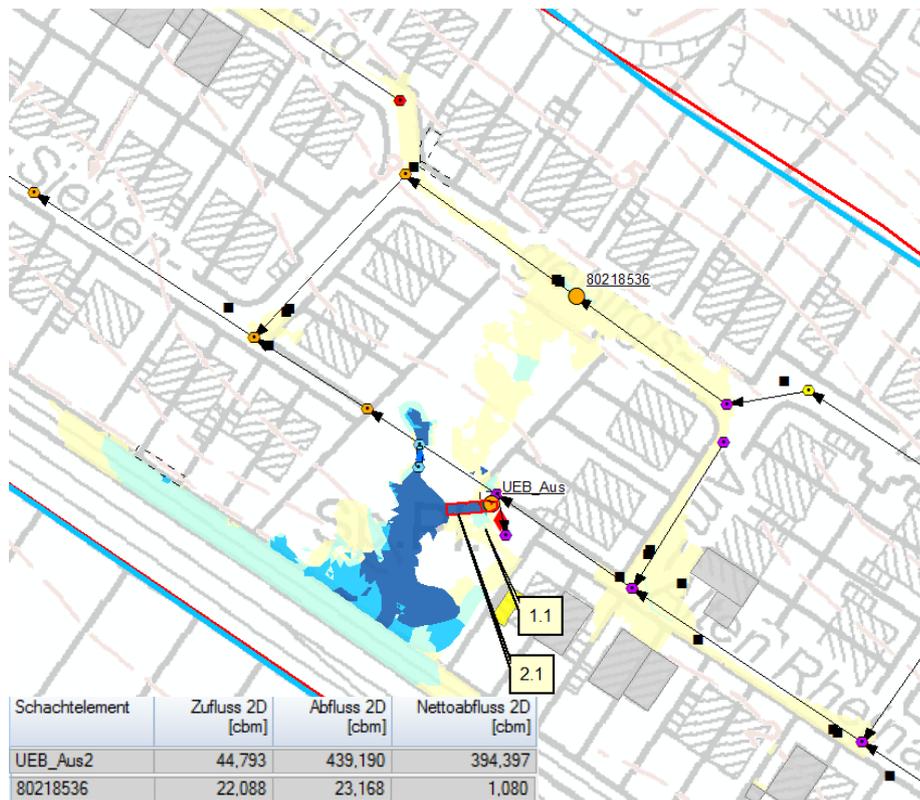


Abb. 11-6: Variante 3 - Kanalsanierung für T = 100 a, D = 90 min

Das Überstauvolumen am Auslass des Schiebers nimmt für den 100-jährlichen Modellregen gegenüber den übrigen Varianten stark zu. Durch den Schieber werden insgesamt ca. 440 m<sup>3</sup> Wasser abgeschlagen, welches sich zum größten Teil im südlichen Bereich des Spielplatzes sammelt.

Ein geringer Anteil fließt über den Weg in den nördlichen Bereich. Ein Teil des sich sammelnden Abwassers fließt durch das vorhandene Krabbelrohr DN 1000.

Ebenfalls zu sehen ist, dass das Abwasser vom Spielplatz auf den parallel zum Bahndamm verlaufenden Fußgängerweg fließt und diesen überflutet. Die Ausbreitung außerhalb des Platzes könnte durch Geländeanhöhungen vermieden werden.

#### **11.4. Bewertung der Varianten 1,2 und 3.**

Folgende Hauptvarianten wurden untersucht:

Variante 1: Überstauableitung über Ablaufrinne und Kanal auf den Spielplatz

Variante 2: Überstauableitung durch einen Entlastungsschacht auf dem Spielplatz

Variante 3: Überstauableitung durch einen gesteuerten Schieber auf dem Spielplatz

In Anlage 4 werden die Hauptvarianten verglichen und mit Punkten aus Sicht des Ingenieurbüros vorbewertet. Danach erhält die Variante 2 in der Erstbewertung die meisten Punkte als Vorzugsvariante, gefolgt von der Variante 1.

Nach wie vor nachteilig bei Variante 2 gegenüber der Variante 1 ist, dass sich eine große Menge Abwasser im Spielplatz auf weiter Fläche verteilt und der Überstau in den Spielplatz bereits früher eintritt als bei einer Lösung, mit der das Kanalnetz bis Geländeoberkante ausgelastet sein muss, bevor ein Austritt von Überstauwasser eintritt. Daher wird die Variante 2 nicht weiter untersucht.

Die Variante 3 wird nicht weiter untersucht, da diese ein hohes Ausfallrisiko hat und die größte Menge Überstauwasser entlastet.

#### **11.5. Optimierung der Variante 1**

Da im Rahmen der Planung die Variante 1 für eine mögliche Umsetzung geeignet ist, werden Anpassungen vorgenommen, um diese zu optimieren.

Ziel ist es, einen Wasserstand  $\leq 0,4$  m gem. DIN 18034 [5] zu erreichen. Dahingehend werden unterschiedliche Beschickungsvarianten untersucht.

#### **11.6. Variante 1.1**

Eine erste Optimierung der Variante 1 lag in einer weiteren Anpassung des Oberflächenabflusses von der Straße „An der Siebengebirgsbahn“ in Richtung des nördlichen Spielplatzes. Da aber durch das Anpassen der Straßenoberfläche keine nennenswerte Verbesserung der Abflusssituation von der Straße erzielt wurde und der Auslass im Westen des Spielplatzes hinter der „Krabbelröhre“ (siehe Variante 1) nicht praktikabel ist, wurde Variante 1.1 nicht weiter verfolgt und Variante 1.2 mit einer anderen Herangehensweise konstruiert.

## 11.7. Variante 1.2

Wie bei Variante 1 beschrieben, soll das überstauende Wasser mittels Kastenrinnen um die Schächte 80218540 und 80218534 gefasst werden. Die Kastenrinnen sollen das überstauende Wasser im Anschluss über Entlastungshaltungen auf den Bereich des Spielplatzes ableiten. Für die Anpassung der Variante werden die Entlastungshaltungen, welche in Abb. 11-8 mit 1.1 bis 1.4 bezeichnet werden, angepasst, so dass die Maßnahmen wie folgt aussehen:

- 1.1 Kanal DN 300 (L = 25,7 m, Gefälle = 0,78 %)
- 1.2 Kanal DN 300 (L = 8,5 m, Gefälle = 1,17 %)  
Kanal DN 300 (L = 11,7 m, Gefälle = 0,86 %)
- 1.3 Kanal DN 300 (L = 34,4 m, Gefälle = 0,73 %)
- 1.4 Kanal DN 300 (L = 5,5 m, Gefälle = 0,91 %)
- 1.5 Druckdichtsetzung des Schachtes 80218539

Die Entlastungshaltungen von Schacht 80218540 (1.3 und 1.4) wird im Vergleich zu Variante 1 verlängert und der Auslass wird nach Norden ausgerichtet. Die Haltung, welche von Schacht 80218534 (1.1 und 1.2) ausgeht, wird um eine Haltung erweitert, um an einer Senke im Spielplatz vorbei geführt zu werden. Der Auslass der Haltung befindet sich fast im Zentrum des nördlichen Spielplatzes.

Neben den Anpassungen an den Entlastungshaltungen ist es zudem notwendig, den Schacht 80218539 druckdicht zu setzen, um das nördlich vom Schacht liegende Grundstück gegen Überflutungen zu schützen. Die Kastenrinnen werden bei jedem Regen durch Oberflächenwasser beaufschlagt, dabei muss es nicht zu einem Überstau kommen. Eine Vernässung des Spielplatzes sollte nicht eintreten.

Die Straßenfläche, welche zu den beiden Kastenrinnen geneigt ist und von der das Wasser in Richtung der Kastenrinnen abfließt, ist zu klein, als dass diese bei kleineren Niederschlagsereignissen einen maßgebenden Abfluss auf den Spielplatz erzeugen könnte. Die Flächen, welche von den Kastenrinnen entwässert werden, betragen ca. 10 m<sup>2</sup> bei Schacht 80218534 und ca. 20 m<sup>2</sup> bei Schacht 80218540. Im Vergleich dazu weist der nördliche Bereich des Spielplatzes, auf den das Wasser geleitet wird, eine Fläche von ca. 900 m<sup>2</sup> auf. Die zusätzliche Fläche macht einen Flächenzuwachs von ca. 3 % aus.



Abb. 11-7: Spielplatz - südlicher und nördlicher Bereich

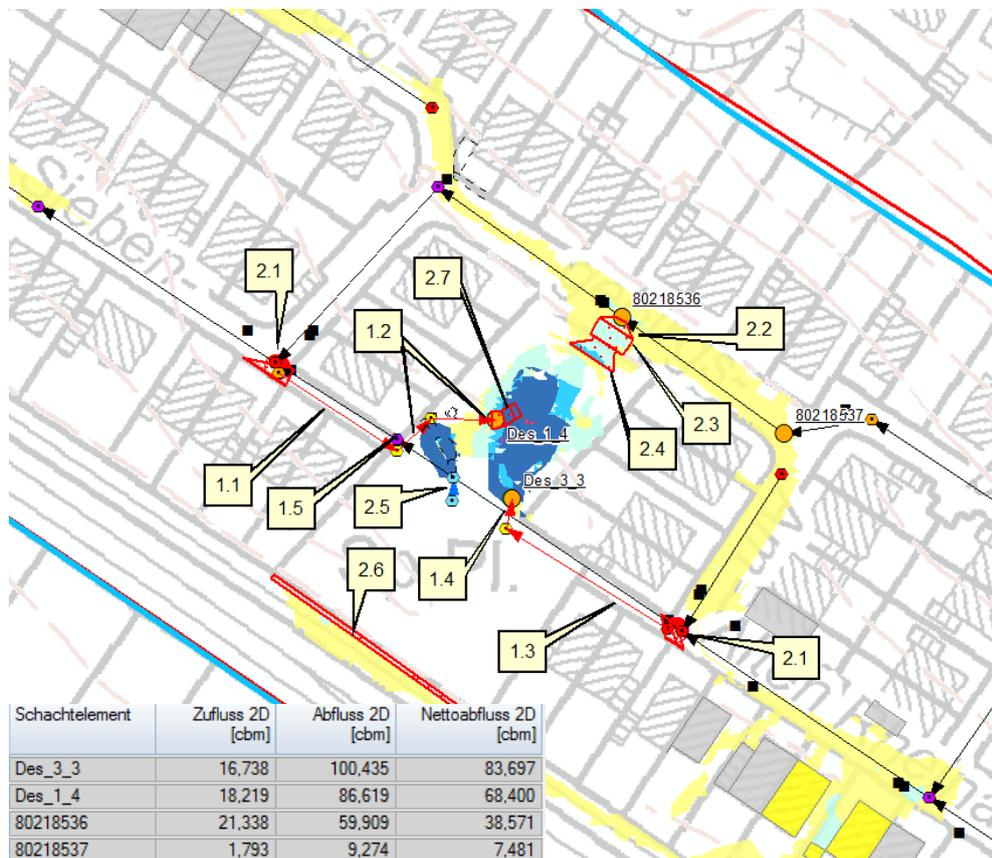


Abb. 11-8: Variante 1.2 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min

Bei der 2D-Berechnung beträgt das Abflussvolumen, das als 2D-Abfluss bezeichnet wird, bei den beiden Auslässen die geplant sind, insgesamt 187 m<sup>3</sup> (T = 100 a). Der Schacht 80218536 staut weiterhin mit 60 m<sup>3</sup> über, das Überstauwasser fließt teilweise auf das Gelände des Spielplatzes, dort sammelt sich ein Wasservolumen von ca. 230 m<sup>3</sup> an.

Die „Krabbelröhre“ auf dem Spielplatz, welche einen Teil des nördlichen Spielplatzes mit dem Süden verbindet, muss verschlossen oder durch einen Wall geschützt werden.

Um den südlichen Bereich des Spielplatzes von den Überflutungen freizuhalten, bedarf es neben den Kanalbaumaßnahmen zusätzlich auch Maßnahmen an der Oberfläche.

Im Süden des Platzes muss ein Wall mit einer Höhe von 15 cm entlang des vorhandenen Zaunes gebaut werden, um vom Fußgänger-/Radweg in Richtung Spielplatz fließendes Wasser zu stoppen.



Abb. 11-9: Fußgänger-/Radweg - Blick auf den Spielplatz, nach Nord-Westen

Die im Norden befindliche Senke füllt sich durch die Überflutung des Spielplatzes mit Wasser; ohne einen Verschluss der Röhre kann das Wasser aus dem nördlichen Bereich über die Röhre in den südlichen Bereich des Spielplatzes gelangen.

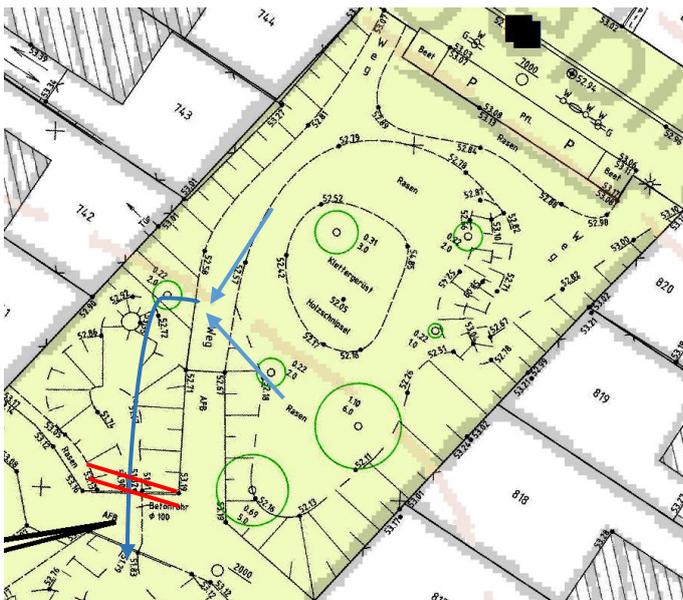


Abb. 11-10: Trennung des nördlichen Spielplatzes vom südlichen

Für den im Zentrum des nördlichen Bereiches liegenden Auslass bedarf es geringfügiger Anpassungen an der Oberfläche, damit sich das austretende Wasser gleichmäßig auf der Fläche verteilen kann. Hierfür ist eine Begradigung der Oberfläche in Fließrichtung vorgesehen. Im Rahmen der Maßnahme muss ein geringer Geländeabtrag erfolgen.

Eine Betrachtung der Wasserstände für einen 100-jährlichen Modellregen ergibt, dass Wasserstände von bis zu 0,9 m erreicht werden. Daher ist eine einseitige Beschickung der nördlichen Spielplatzflächen nicht realisierbar.

Anmerkung:

*Die betroffene Wohnbebauung „Am Alten Rheinarm“ sollte durch einen erhöhten Bordstein oder lokale Mauern geschützt werden. Im Rahmen der Simulation betragen die Wasserstände innerhalb des Straßenquerschnittes 2-5 cm. Durch einen erhöhten Bordstein kann das überstauende Wasser innerhalb der Straße gehalten werden.*

#### **11.8. Variante 1.3**

Eine weitere Modifikation der Variante 1 besteht darin, sämtliches Oberflächenwasser ausschließlich auf die südliche Seite des Spielplatzes zu leiten. Das überstauende Wasser der Schächte 80218540 und 80218534 wird weiterhin mittels Kastenrinnen gefasst. Die Kastenrinnen sollen das Wasser im Anschluss über neue Kanäle auf den Spielplatz ableiten. Für die Anpassung der Variante werden die Kanäle, welche in Abb. 11-11 mit 1.1 bis 1.4 bezeichnet werden, angepasst, so dass die Maßnahmen wie folgt aussehen:

- 1.1 Kanal DN 300 (L = 25,7 m, Gefälle = 0,78 %)
- 1.2 Kanal DN 300 (L = 12,9 m, Gefälle = 0,47 %)
- 1.3 Kanal DN 300 (L = 34,4 m, Gefälle = 0,73 %)
- 1.4 Kanal DN 300 (L = 5,2 m, Gefälle = 0,19 %)
- 1.5 Druckdichtsetzung des Schachtes 80218539

Die Kanäle 1.1 und 1.3 werden aus Variante 1.2 übernommen. Die Kanäle 1.2 und 1.4 werden jeweils auf den südlichen Bereich des Spielplatzes ausgerichtet. Die Druckdichtsetzung des Schachtes 80218539 wird beibehalten, um das nördlich vom Schacht liegende Grundstück und den nördlichen Bereich des Spielplatzes gegen Überflutungen zu schützen.

Um eine Überflutung des nördlichen Spielplatzbereiches zu vermeiden, ist es weiterhin notwendig, den Überstau von Schacht 80218536 im Bereich der Straße zu halten. Hierfür wurden für die Simulation zwei fiktive Mauern zu beiden Seiten der Straße angesetzt, um zu ermitteln, welche maximalen Wasserstände durch den Schacht 80218536 während des 100-jährlichen Modellregens in dessen Überstaubereich auftreten.

Wie in Abb. 11-11 zu sehen ist, staut sich das Überstauwasser beim Zugang zum Spielplatz mit einem höheren Wasserstand auf, der maximale Wasserstand beträgt 0,15 m. Auf der anderen Straßenseite, in Richtung der dort befindlichen Wohnbebauung ist die fiktive Mauer kurz vor den Gebäude angesetzt, dort sammelt sich in kleineren Bereichen etwas Wasser und staut an der fiktive Schutzmauer mit 0,08 m auf.

Um eine Überflutung des nördlichen Spielplatzes zu vermeiden, sollte also der nördliche Zugang zum Spielplatz durch eine Verwallung in einer Höhe von 0,20 m geschützt werden.

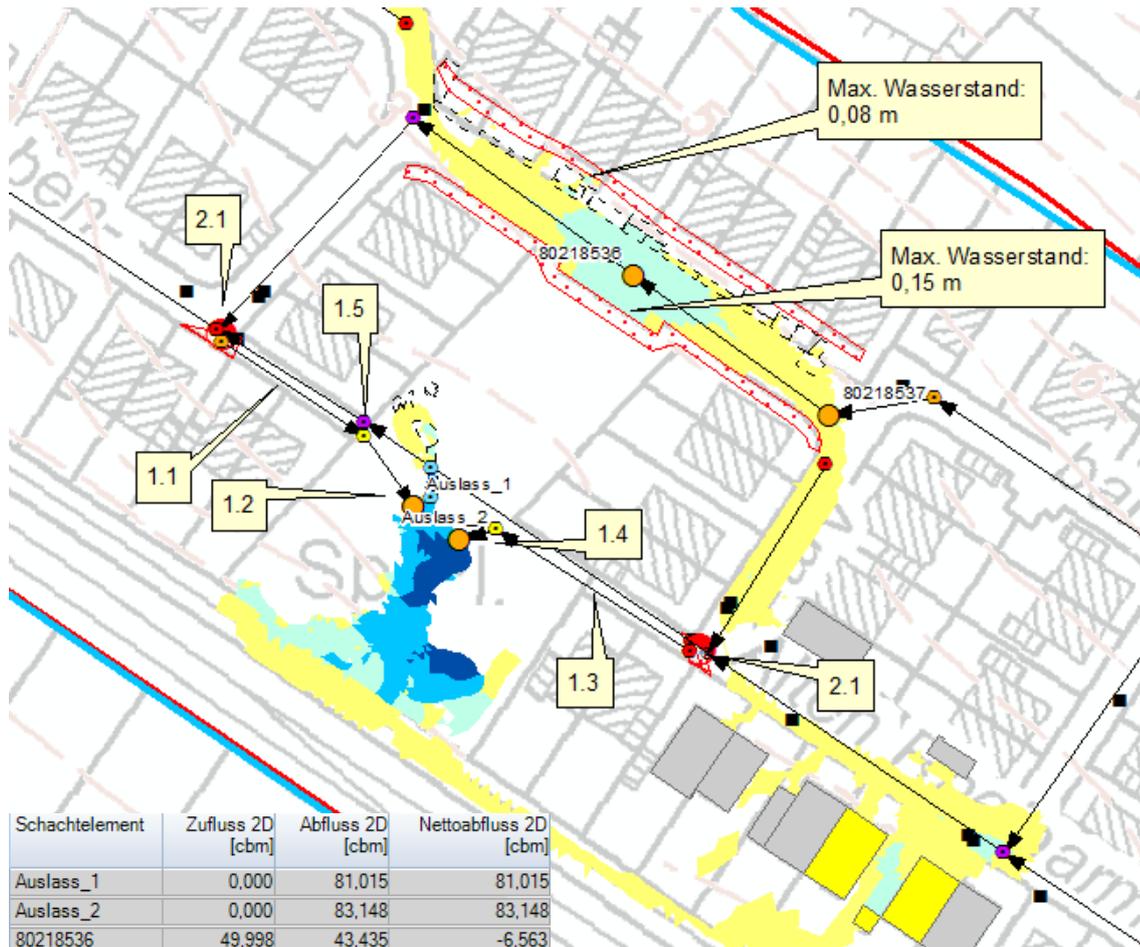


Abb. 11-11: Variante 1.3 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min

Bei der Berechnung mit einem 100-jährlichen Modellregen treten im südlichen Bereich des Spielplatzes Wasserstände von bis zu 0,64 m auf. Aufgrund der erreichten Wasserstände ist eine einseitige Beschickung der südlichen Spielplatzfläche nicht realisierbar.

Anmerkung:

Die betroffene Wohnbebauung „Am Alten Rheinarm“ sollte durch einen erhöhten Bordstein oder lokale Mauern geschützt werden. Im Rahmen der Simulation betragen die Wasserstände innerhalb des Straßenquerschnittes 2-5 cm. Durch einen erhöhten Bordstein kann das überstauende Wasser innerhalb der Straße gehalten werden.

### 11.9. Variante 1.4

Variante 1.4 ist eine weitere Optimierung der ursprünglichen Variante 1. Dem vorausgegangen ist eine Besprechung mit Vertretern der Stadt Bonn im August 2013. In den Varianten 1.2 und 1.3 wird das Oberflächenwasser jeweils nur auf den nördlichen oder südlichen Spielplatzbereich geleitet.

Dadurch stellten sich dort teils hohe Wasserstände ein. Um das Problem der zu hohen Wasserstände im Bereich des Spielplatzes zu vermeiden, wird das Oberflächenwasser in dieser Variante auf den nördlichen und südlichen Bereich geleitet. Die nördliche und südliche Hälfte der Spielplatzfläche ist durch eine Röhre verbunden, welche ein zentrales Element des Spielplatzes darstellt und deshalb möglichst überstaufrei erhalten werden sollte.

Das aus Westen kommende Oberflächenwasser wird an der mit 1 markierten Position im Spielplatz eingeleitet, die Einleitung aus Osten erfolgt an Position 2. Die Maßnahme 3 im Nordosten verbleibt unverändert, hier erfolgt eine Absenkung der Straße, um ein Gefälle in Richtung Spielplatz zu erzeugen.

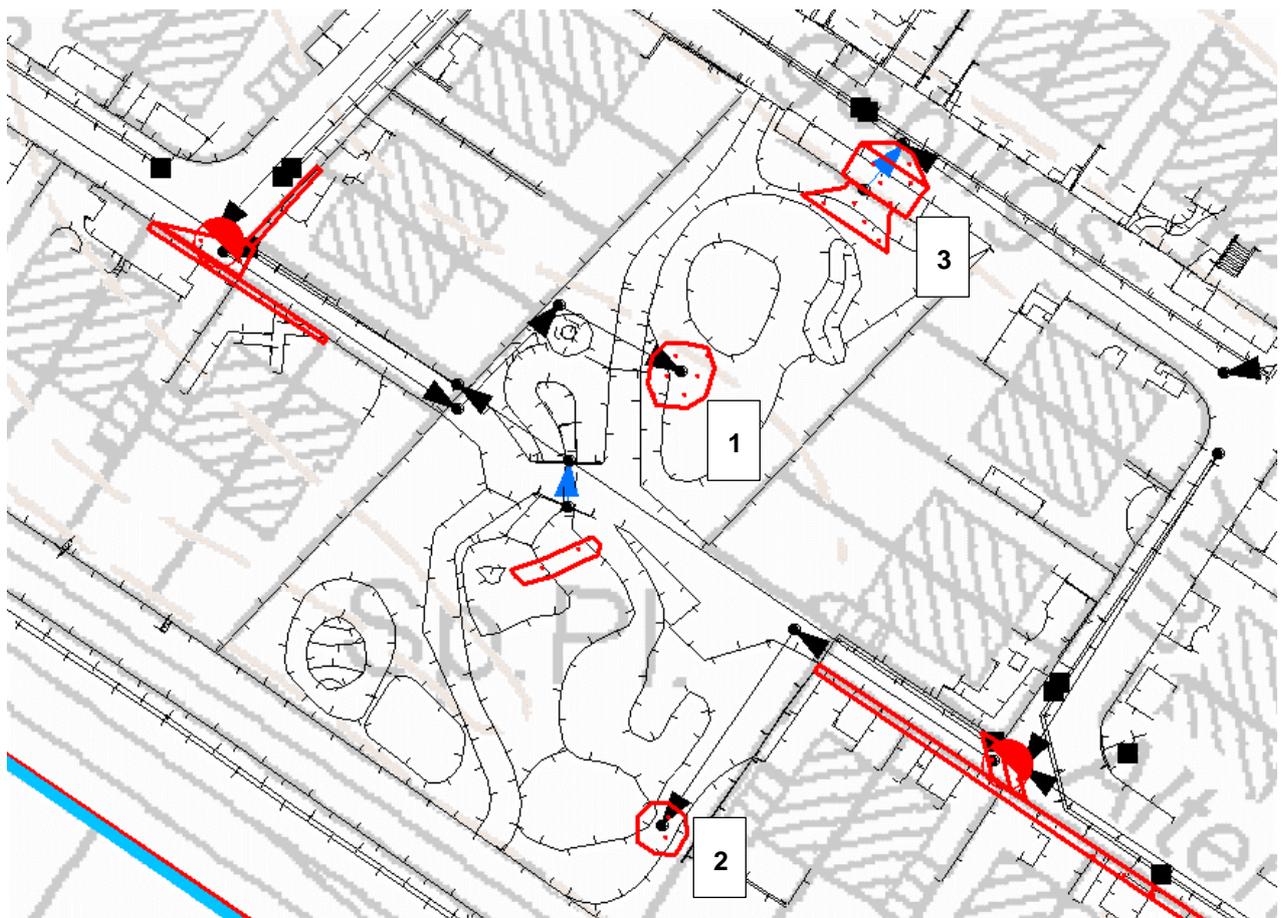


Abb. 11-12: Variante 1.4 - Überlaufstellen

Im Folgenden werden die für Variante 1.4 geplanten Maßnahmen aufgeführt. Die Lage der Varianten ist in Abb. 11-13 einsehbar.

Kanalbauliche Maßnahmen:

- 1.1 Kanal DN 400 (L = 25,0 m, Gefälle = 0,52 %)
- 1.2 Kanal DN 400 (L = 15,0 m, Gefälle = 0,53 %)
- 1.3 Kanal DN 400 (L = 26,5 m, Gefälle = 1,00 %)
- 1.4 Kanal DN 400 (L = 9,0 m, Gefälle = 1,00 %)
- 1.5 Kanal DN 400 (L = 8,0 m, Gefälle = 4,37 %)
- 1.6 Druckdichtsetzung des Schachtes 80218539
- 1.7 Bau des Straßeneinlaufes S\_5 mit Anschluss an Schacht 80218536

Maßnahmen an der Oberfläche:

- 2.1 Absenkung des Geländes um -0,05 m und Bau einer Kastenrinne um die Schächte 80218534 und 80218540 mit Anschluss an die Haltungen DN 400 (1.1 und 1.4). *Modelltechnisch sind die Rinnen als Abschlagswehre dargestellt, um die Einleitung des Wassers in die DN 400 Haltungen besser umsetzen zu können.*
- 2.2 Absenkung der Straße um -0,05 m (Fläche: 7,8 m<sup>2</sup>)
- 2.3 Absenkung der Straße um -0,10 m (Fläche: 25,3 m<sup>2</sup>)
- 2.4 Öffnung des Straßenprofils zum Spielplatz und Absenkung der Oberfläche um -0,25 m (Fläche: 23,7 m<sup>2</sup>)
- 2.5 Wall zum Schutz der Krabbelröhre, Geländeanhebung um 0,30 m (Fläche: 10,7 m<sup>2</sup>)
- 2.6 Absenkung der Fläche auf eine Höhe von 52,28 mNN (Fläche: ca. 7,5 m<sup>2</sup>)
- 2.7 Absenkung der Fläche auf eine Höhe von 51,61 mNN (Fläche: ca. 6,0 m<sup>2</sup>)
- 2.8 Schräg- und Rundbordsteine in einer Höhe von 0,05 m im Bereich des Schachtes 80218542 in einer Höhe von 0,10 m

Für Maßnahme 2.1 ist eine Dimensionierung der Kastenrinnen erfolgt. In Anlage 3 wird ausgeführt, dass die Drainrinnen rund um die Schächte 80218534 und 80218540 ausreichend dimensioniert sind.

An der in Abb. 11-12 mit **3** markierten Stelle wird ein Straßeneinlauf in Form einer Kastenrinne zwischen Park- und Spielplatz angebracht, welche die gesamte Länge der Öffnung (Länge: 6,0 m) zum Spielplatz abdeckt. Durch die Aco-Drainrinne werden Abflüsse bei kleineren Regenereignisse auf die Fläche des Spielplatzes vermieden. Bei einem starken Niederschlagsereignis fungiert der Straßeneinlauf als Überstaupunkt, durch den das Abwasser mit mehr Abstand zur Wohnbebauung austritt und direkt auf den Spielplatz fließen kann.

Maßnahme 2.8 entspricht hierbei den Anmerkungen aus den Kapiteln 11.7 und 11.8, die Wohnbebauung „Im Alten Rheinarm“ durch einen erhöhten Bordstein zu schützen. Aufgrund der niedrigen Wasserstände, welche an den Grundstücksgrenzen anfallen, kann ein Schutz der Grundstücke durch ein Schräg- oder Rundbordstein in einer Höhe von 0,05 m erreicht werden. Einzig im direkten Umfeld des überstauenden

Schachtes 80218542 sollte ein höherer Bordstein mit 0,10 m Höhe angebracht werden. Durch die Maßnahme kann zum einen die gesamte Wohnbebauung „Im Alten Rheinarm“ vor einer Überflutung geschützt werden, zum anderen wird dadurch auch vermieden, dass das Überstauwasser über die Grundstücke auf den südlich gelegenen Fuß- und Radweg gelangt und sich dort sammelt.

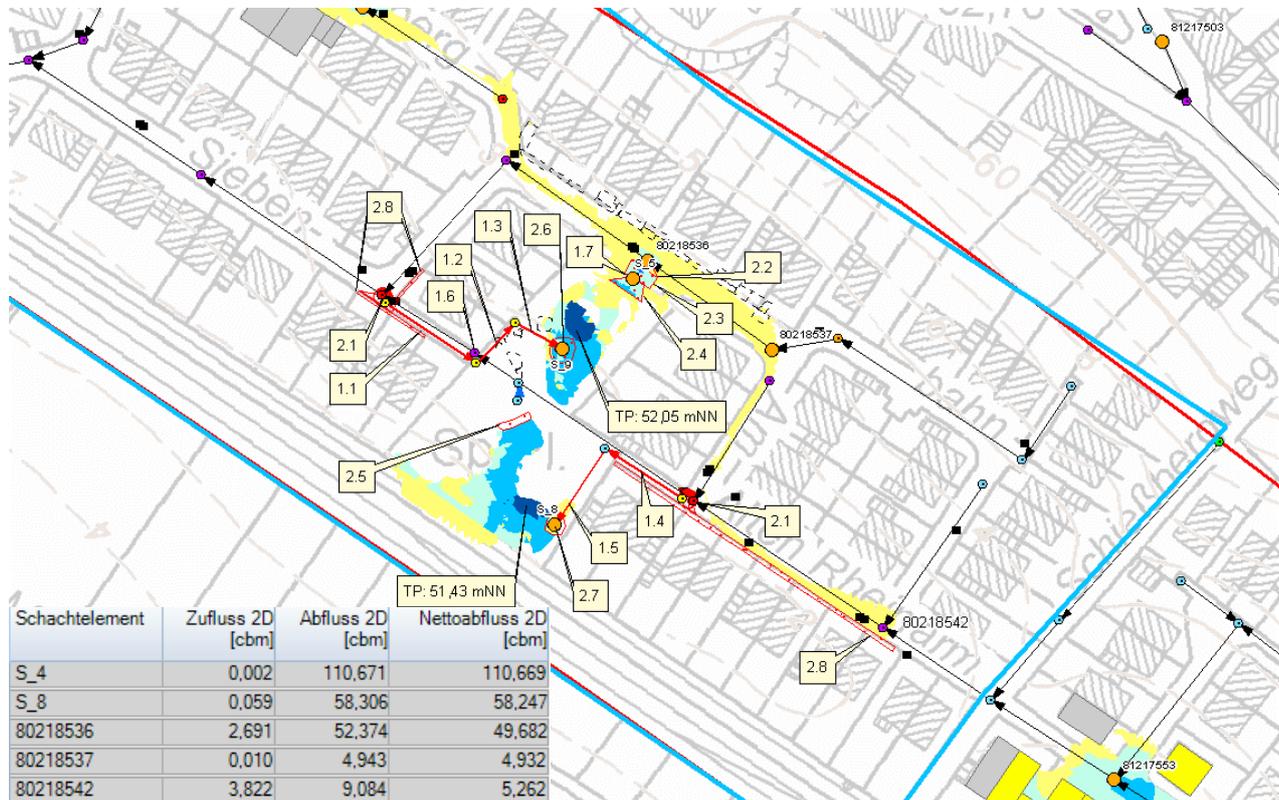


Abb. 11-13: Variante 1.4 - Sanierungsmaßnahmen für T = 100 a, D = 90 min

Bei der Berechnung mit einem 100-jährlichen Modellregen treten auf dem Spielplatz Wasserstände von 0,5 m im nördlichen und 0,7 m im südlichen Bereich auf.

### 11.10. Variante 1.5

Die Variante 1.5 berücksichtigt abschließend alle relevanten Aspekte der allgemein anerkannten Regeln der Technik (a.a.R.d.T.). Nach der DIN 18034, Stand 2012, Kapitel 4.4.2 (Wasserspiele) ist für den Betrieb von Spielplätzen vorgesehen, dass eine Wassertiefe von 40 cm nicht überschritten werden darf. Dieses Ziel kann nach den Ergebnissen der Varianten 1.2, 1.3 und 1.4 nur mit einer oberflächigen Anpassung der Spielplatzfläche erreicht werden. Hierfür muss das Gelände teilweise aufgefüllt bzw. abgetragen werden.

Die notwendigen oberflächigen Anpassungen werden in Abb. 11-14 und Abb. 11-15 dargestellt. Die Anpassungen stellen sich wie folgt dar:

- Der südliche Bereich □ wird auf 51,70 mNN geebnet. (Aktuelle Höhe 51,50 - 51,97 mNN)
- Der südliche Einlaufbereich □ wird am Auslassschacht auf 51,80 mNN angehoben, um den Auslass herum wird das Gelände auf eine Höhe von 51,70 mNN angepasst.
- Der schützende Erdwall vor der Krabbelröhre □ ist mit einer Höhe von 52,00 mNN vorgesehen.
- Der nördliche Bereich □ wird auf 52,30 mNN angepasst. (Aktuelle Höhe 52,11 – 52,85 mNN)
- Der Zuflussbereich von der Straße □ „In der Siebengebirgsstraße“ wird abgesenkt und fällt in südwestlicher Richtung von 52,70 auf 52,50 mNN ab.

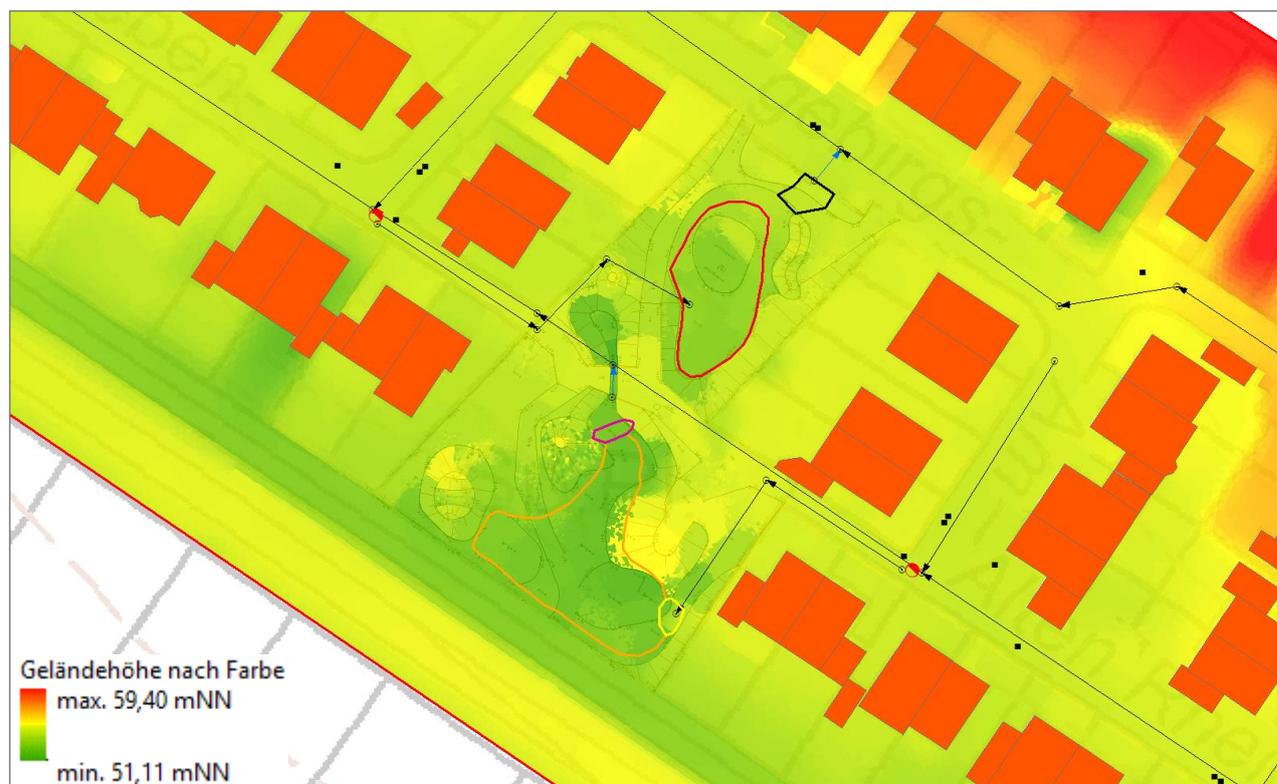


Abb. 11-14: Bereiche für Geländemodellierung

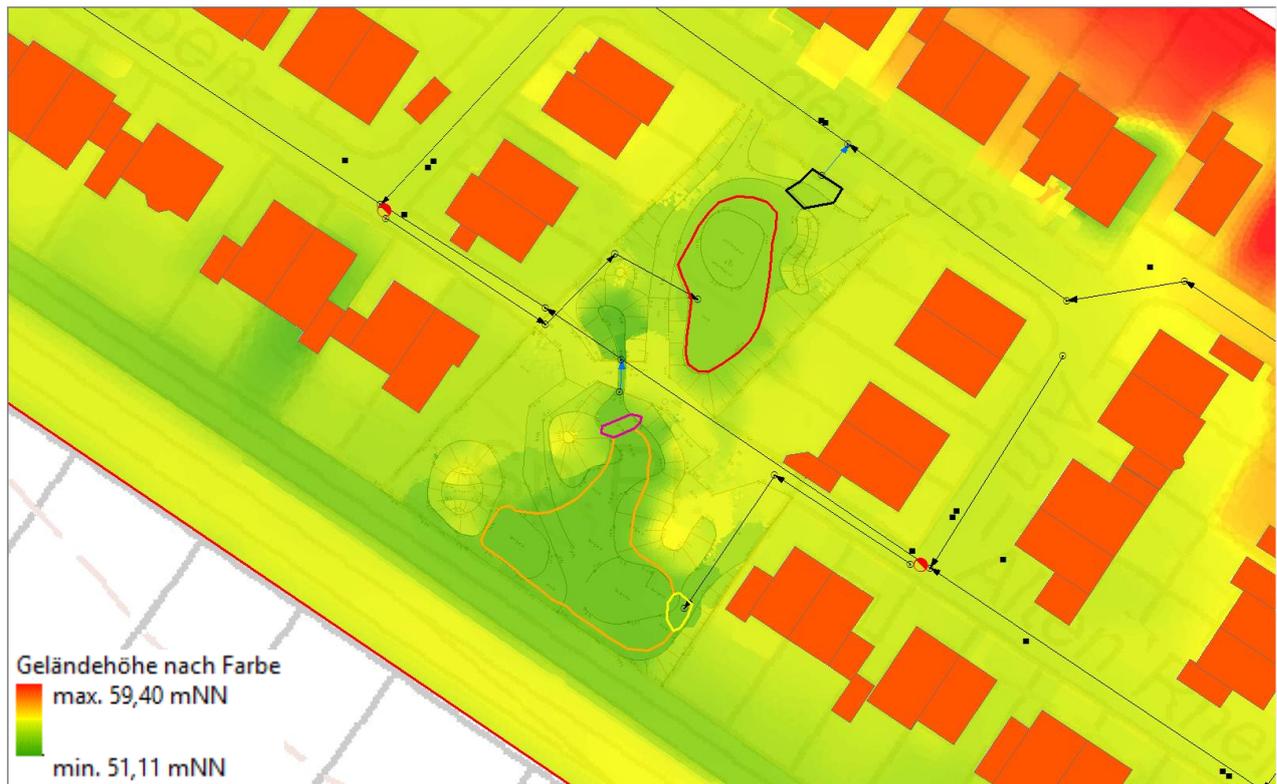


Abb. 11-15: Angepasstes Geländemodell

Die detaillierten Höhen Auf- bzw. Abträge sind in Abb. 11-16 aufgeführt. Es muss mehr Erdreich abgetragen, als aufgetragen werden.



Abb. 11-16: Visualisierung der Höhendifferenzen

Im Ergebnis ist durch die Anpassungen zu sehen, dass eine ausreichend große Fläche für eine gleichmäßige Verteilung der Überflutungswassermenge zur Verfügung steht. In der 100-jährlichen Modellregensimulation stellt sich das Berechnungsergebnis wie folgt dar:

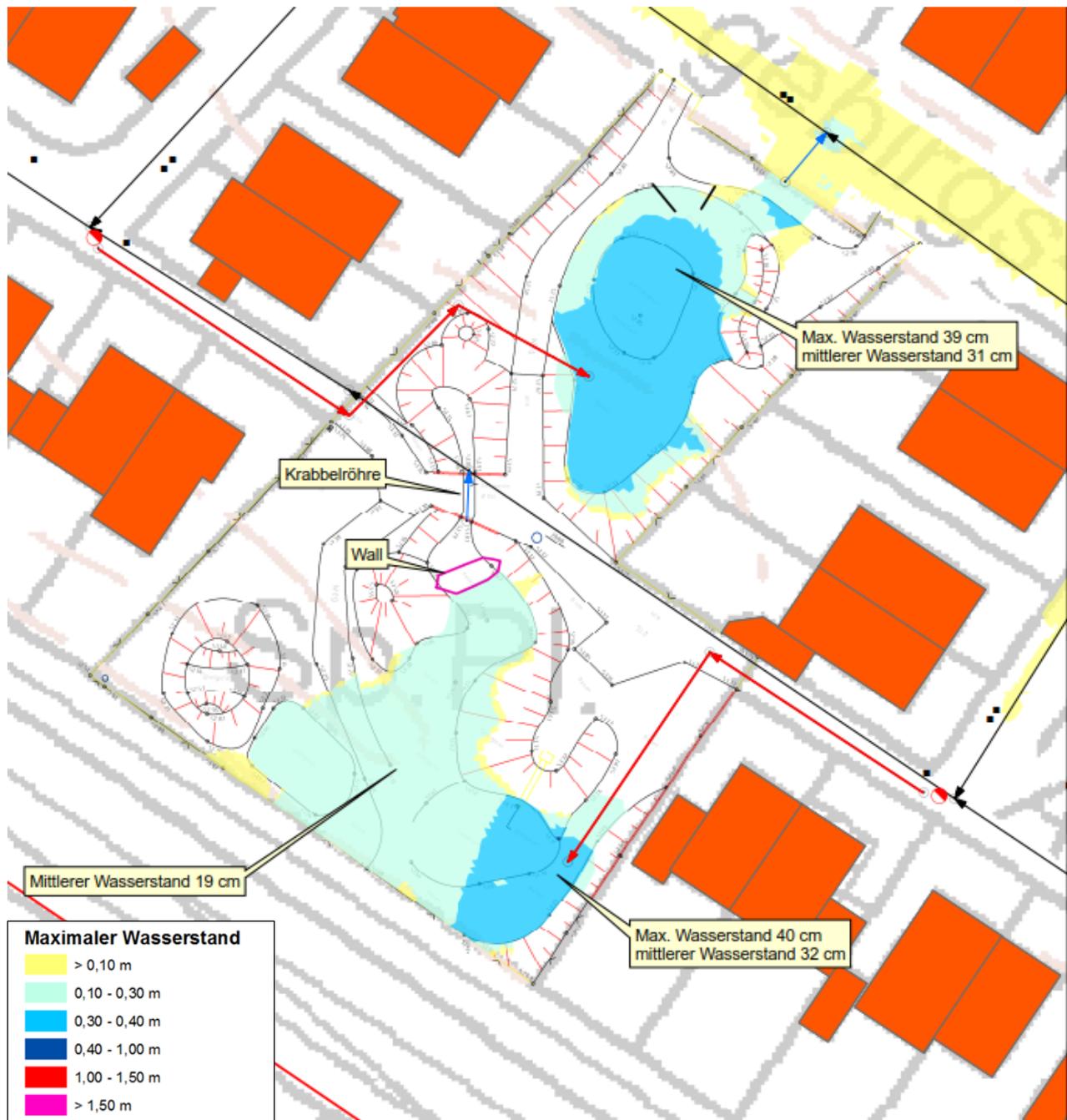


Abb. 11-17: Simulation mit Modellregen T = 100 a, D = 90 min

Der Wall im südlichen Bereich des Spielplatzes, der dem Schutz der „Krabbelröhre“ dient, besitzt bei einem 100-jährlichen Modellregen noch ein Freibord von ca. 10 cm. Ein Überspülen des Walls ist unwahrscheinlich. Bei der durchgeführten Simulation werden ca. 200 m<sup>3</sup> Wasser auf die Fläche des Spielplatzes geleitet. Die dabei entstehenden Wasserstände sind in Abb. 11-17 aufgeführt, im nördlichen Bereich beträgt der maximale Wasserstand 39 cm, im Mittel liegt der Wasserstand bei 31 cm.

Der maximale Wasserstand beträgt im blauen Bereich in Auslassnähe des südlichen Bereiches ca. 40 cm, während der durchschnittliche Wasserstand ca. 32 cm beträgt. Auf der restlichen eingestauten Fläche liegt der Wasserstand bei ca. 19 cm.

Für beide Bereiche des Spielplatzes wird also eine Wasserstandshöhe von 40 cm nicht überschritten.

Bezüglich der Fließgeschwindigkeiten des Oberflächenwassers geben die Abb. 11-18 und Abb. 11-19 einen Überblick über die Simulationsergebnisse.

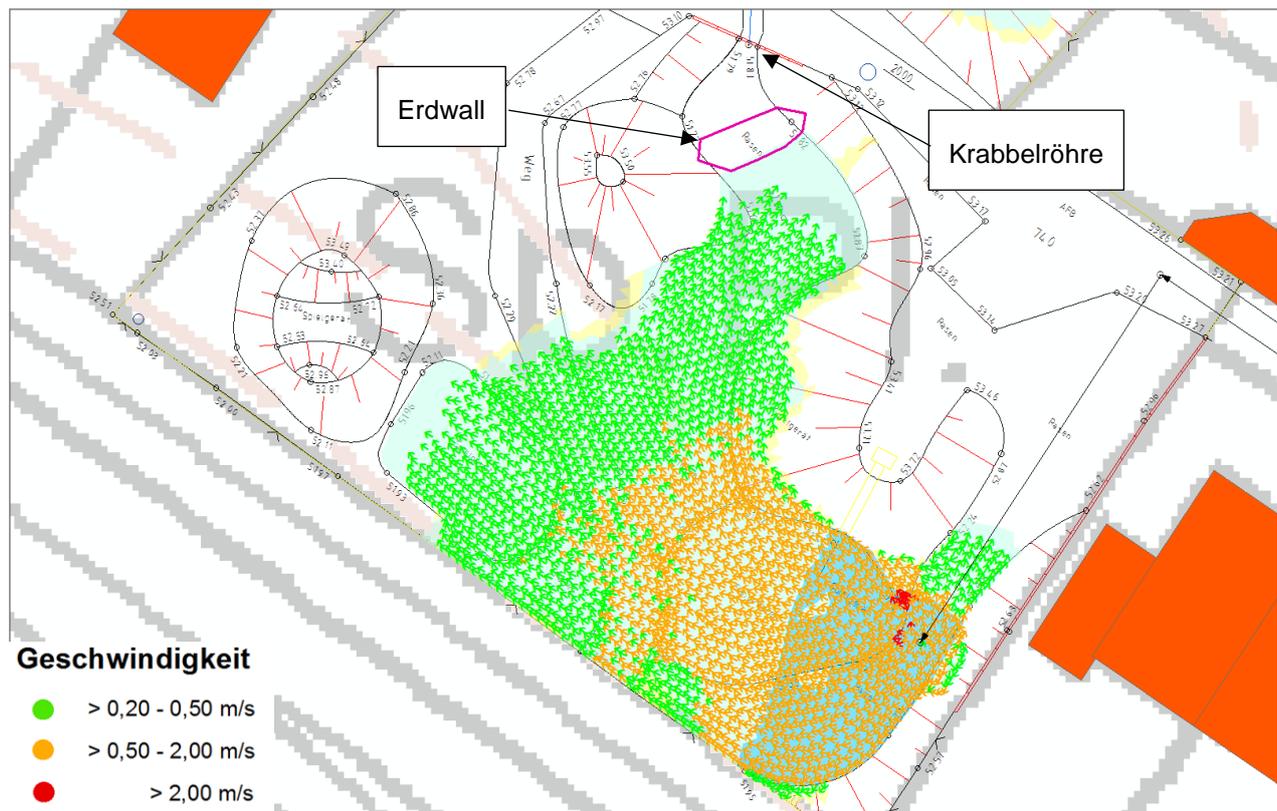


Abb. 11-18: Fließgeschwindigkeit im südlichen Bereich des Spielplatzes

In der Abb. 11-18 ist zu sehen, dass die Fließgeschwindigkeit mit zunehmender Nähe zur „Krabbelröhre“ abnimmt und kurz vor dem Wall eine Fließgeschwindigkeit 0,2 m/s unterschritten wird, weswegen im letzten Bereich keine Fließpfeile mehr dargestellt werden. Die mittlere Fließgeschwindigkeit im orangen Bereich beträgt ca. 0,85 m/s.

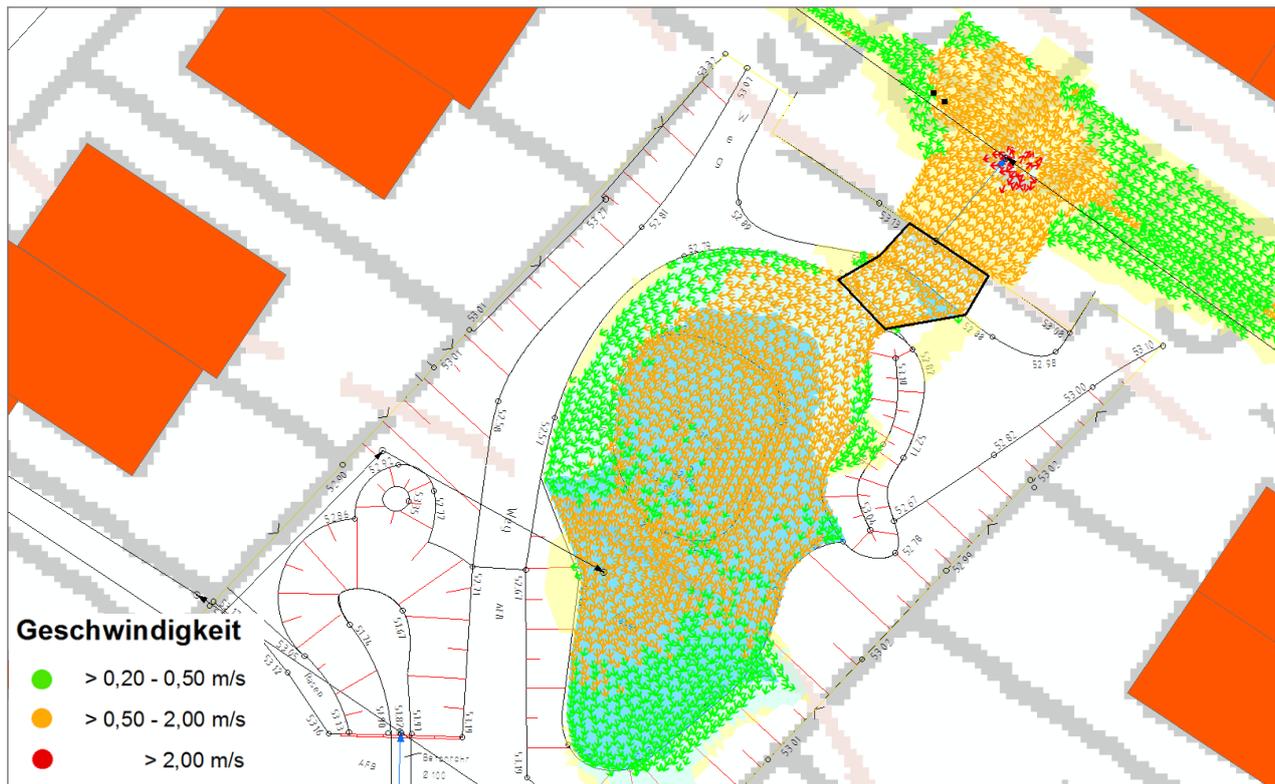


Abb. 11-19: Fließgeschwindigkeit im nördlichen Bereich des Spielplatzes

Im nördlichen Bereich wird innerhalb der Spielplatzfläche die Fließgeschwindigkeit von  $> 2$  m/s nicht überschritten, auf der Fläche die von der Höhe her angepasst wurde, beträgt die maximale Fließgeschwindigkeit 1,50 m/s, im Schnitt liegt die Fließgeschwindigkeit bei ca. 0,5 m/s.

Im Zulaufbereich  zwischen der Straße „In der Siebengebirgsbahn“ und der Rückhaltefläche auf dem Spielplatz beträgt die maximale Fließgeschwindigkeit ca. 1,80 m/s, im Schnitt liegt diese bei 1,00 m/s.

Zur zusätzlichen Absicherung wird eine Warntoneinrichtung vorgesehen, um vor Erreichen des kritischen Wasserstandes in Höhe der Geländeoberkante einen lauten Signalton und eine Ansage abzugeben, die die Besucher des Spielplatzes zum Verlassen des Geländes auffordert. Die Auslösung des Warntones kann über eine Ultraschallsonde in einem der zuführenden Kanäle herbeigeführt werden.

Im Vorfeld der erforderlichen Geländemodellierung werden alle Spielgeräte abgeräumt und nach Wiederherstellung der Geländeoberfläche neue Geräte aufgestellt.

Anmerkung:

*Die betroffene Wohnbebauung „Am Alten Rheinarm“ sollte durch einen erhöhten Bordstein oder lokale Mauern geschützt werden. Im Rahmen der Simulation betragen die Wasserstände innerhalb des Straßenquerschnittes bis zu 10 cm. Durch einen erhöhten Bordstein kann ein Großteil des überstauenden Wassers innerhalb der Straße gehalten werden.*

#### 11.10.1. Topografische Tiefpunkte / Restentwässerung nach Überstauereignis

Das Überflutungswasser auf dem Spielplatz ist stark verdünntes Mischwasser. Um eine zu lange Verweilzeit dieses Überflutungswassers auf der Oberfläche des Spielplatzes zu vermeiden, soll dieses über mobile Pumpen nach einem Überflutungsereignis wieder in die Kanalisation gepumpt werden. Die Pumpen sind zuerst an den Überlaufpunkten zu positionieren. Kleinere Restmengen können an topografischen Tiefpunkten separat abgepumpt werden, an diesen Stellen werden Befestigungen vorgesehen, die in die Spielplatznutzung integrierbar sind.

#### 11.11. **Weitere, denkbare Varianten**

Neben den beschriebenen Varianten sind folgende Lösungen denkbar:

- **Unterirdische Speicherung in Sickerboxen**

Das Wasser könnte in unterirdisch verlegten, abgedichteten Sickerboxen zwischengespeichert werden. Das ankommende, stark verdünnte Abwasser darf nicht planmäßig versickert werden, daher sind die Boxen mit einer Folie abzudichten. Dies führt jedoch zu einem zu betrieblichen Problemen und zum anderen zu möglichen Problemen mit drückendem Grundwasser. Die mit dieser Lösung entstehenden Hohlräume bieten keinen Auftriebsschutz gegen drückendes Grundwasser, das bei hohen Rheinwasserständen entstehen kann. Nach Füllung müssen die Hohlräume wieder entleert werden, allerdings stellen sich im Inneren Ablagerungen ein, die nur sehr aufwendig wieder entfernt werden können. Unter Umständen muss mit anorganischen Faulprozessen und Geruchsentwicklung gerechnet werden. Diese Lösung wird daher nicht weiter verfolgt.

- **Bau eines Regenrückhaltebeckens**

Grundsätzlich ist der Bau eines Rückhaltebeckens aus Beton auf dem Spielplatzgelände möglich. Dieses Regenrückhaltebecken müsste in der nördlichen Spielplatzhälfte angeordnet werden, um auch den Oberflächenwasserzufluss der Straße aufzunehmen.

Die aufzuwendenden Investitionskosten stehen jedoch in keinem Verhältnis zu den Überflutungsschäden an Privatgrundstücken.

- **Zwischenspeicherung auf anderen Flächen**

Grundsätzlich sind städtische Flächen westlich der angrenzenden Bahnlinie verfügbar. Hier könnte ein gegen Grundwasser abgedichtetes Erdbecken oder ein Betonbecken realisiert werden. Die Kosten hierfür wären jedoch in jedem Falle höher als für den Bau eines Regenrückhaltebeckens auf der Spielplatzfläche.

Alle drei weiteren Varianten werden aus den dargestellten Gründen nicht weiter verfolgt.

## 11.12. Bewertung der Varianten 1.2, 1.3, 1.4 und 1.5

Folgende Untervarianten wurden untersucht und verglichen:

- Variante 1.2: Überstauableitung über Ablaufrinne auf den Spielplatz (nördlicher Bereich)
- Variante 1.3: Überstauableitung über Ablaufrinne auf den Spielplatz (südlicher Bereich)
- Variante 1.4: Überstauableitung über Ablaufrinne auf den Spielplatz (nördlicher und südlicher Bereich)
- Variante 1.5: Überstauableitung über Ablaufrinne auf den Spielplatz (nördlicher und südlicher Bereich)

Der tabellarische Variantenvergleich der oben aufgeführten Varianten ist in der Anlage 4 aufgeführt. Variante 1.5 erhält mit 19 Punkten die höchste Wertung. Bei den Varianten 1.2 und 1.3 kommt es zu geringeren Einstaumengen im Bereich des Spielplatzes, dafür steigt das Gefährdungspotenzial der Wohnbebauung. In den Varianten 1.2, 1.3, 1.4 und 1.5 werden an den Überstaupunkten Kastenrinnen angeordnet. Diese nehmen zusätzlich zufließendes Oberflächenwasser auf und reduzieren damit die Pfützenbildungen auf der Straße. Variante 1.4 und 1.5 verteilen das Überstauwasser über den nördlichen und südlichen Bereich.

Aufbauend auf den Ergebnissen der Varianten 1.2, 1.3 und 1.4 wurde die Variante 1.5 mit einer angepassten Modellierung der Spielplatztopographie entwickelt.

Der Variante 1.5 wird der Vorzug gegeben, da hier eine gute Zielerreichung wirtschaftlich und mit der größtmöglichen Sicherheit für die Spielplatznutzer möglich ist. Seitens des Haftpflichtversicherers KSA (Kommunaler Schadenausgleich westdeutscher Städte) liegt eine Zusage für die Haftung bei Schäden durch den Flutungsbetrieb des Spielplatzes für Variante 1.5 vor.

## 12. Fließgeschwindigkeiten

Für den Istzustand und die Vorzugslösung Variante 1.5 sind zusätzlich zu den Überflutungsflächen und -tiefen auch die maximalen Fließgeschwindigkeiten für den Modellregen T = 100 a ermittelt worden. Die maximalen Geschwindigkeiten wurden während jedes Rechen-Zeitschritts ermittelt. Davon wurde für jeden Zellübergang das Maximum ermittelt, die Fließgeschwindigkeiten sind tiefengemittelt.

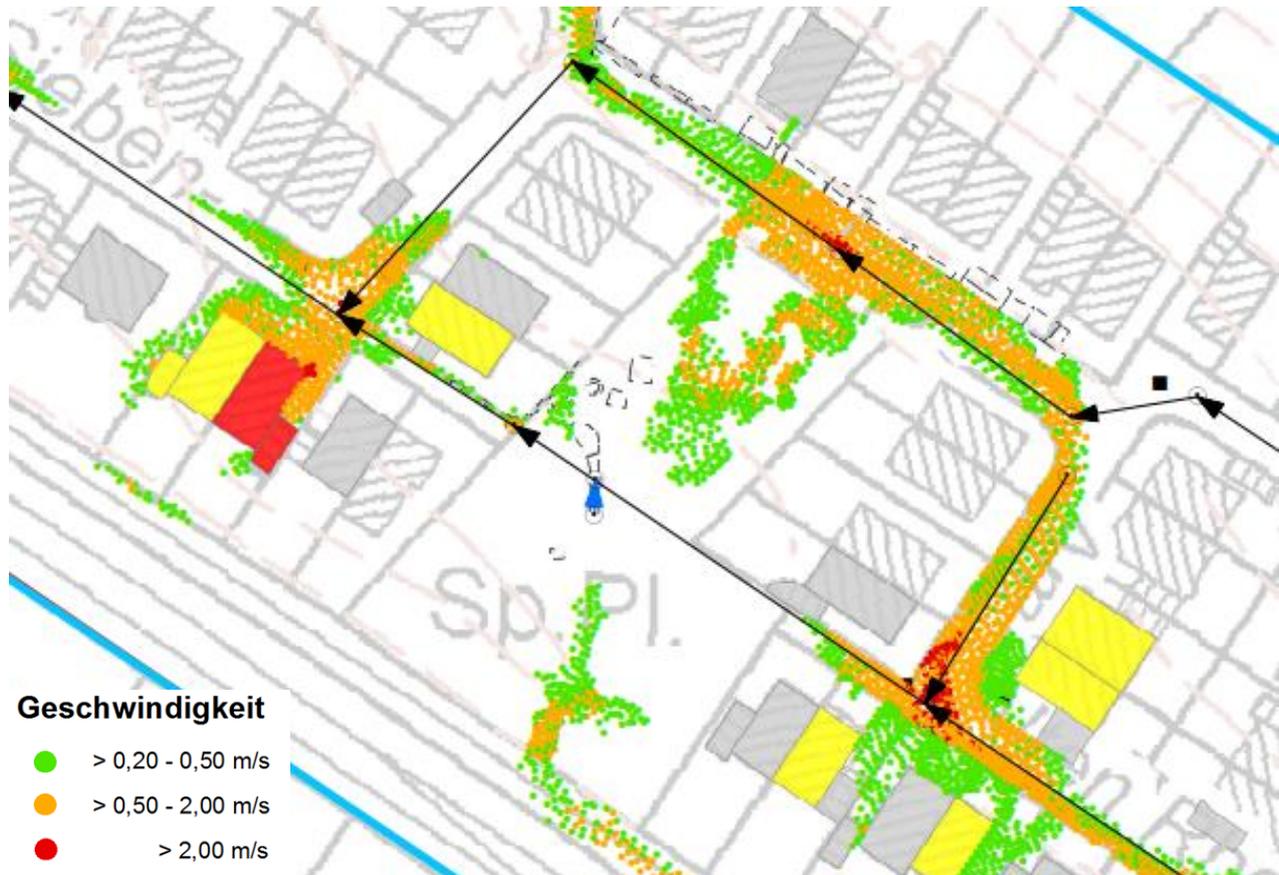


Abb. 12-1: Maximale Fließgeschwindigkeit im Istzustand T=100a

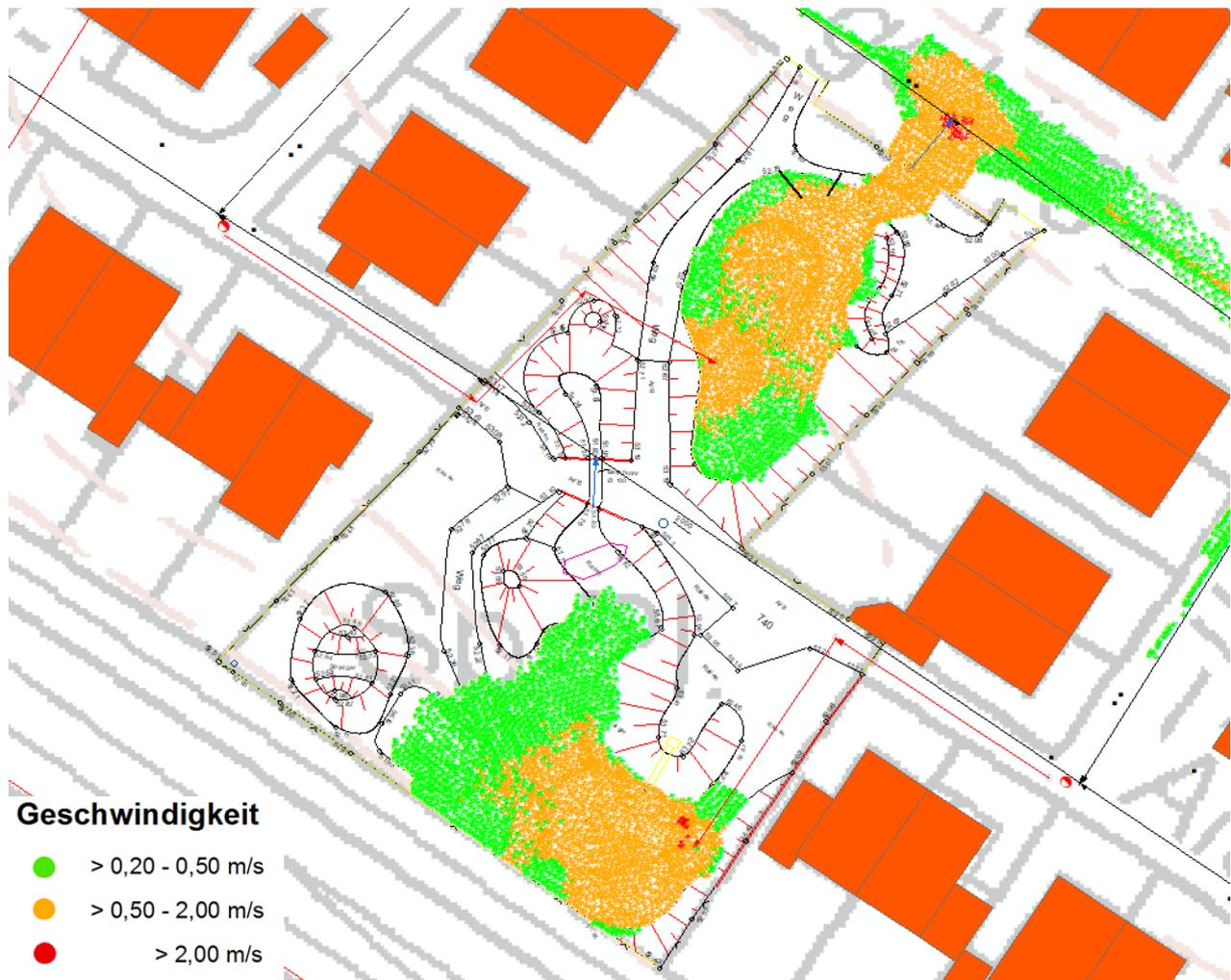


Abb. 12-2: Maximale Fließgeschwindigkeit im Sanierungsfall T =100a – Vorzugsvariante 1.5

Im Leitfaden für Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg (12/2016) [6] wird die folgende Klassifizierung beschrieben:

*Bei Fließgeschwindigkeiten von 0 bis 0,2 m/s spielen die dynamischen Strömungskräfte kaum eine Rolle. Bei Geschwindigkeiten von 0,5 bis 2 m/s stellt das Durchqueren von Abflusswegen bereits eine große Gefahr dar. Bei Fließgeschwindigkeiten über 2 m/s besteht Gefahr für Leib und Leben bei Versagen von Bauwerksteilen.*

An ca. 50 Rasterpunkten wurden maximale Fließgeschwindigkeiten von > 2 m/s und < 3 m/s berechnet, 10 Rasterpunkte weisen maximale Fließgeschwindigkeiten von > 3 m/s aus (diese sind jedoch modellbedingt und können ignoriert werden). Für Kinder ist es entscheidend, ob die geringer betroffenen Bereiche als Zufluchtsraum genutzt werden können. Hinsichtlich der zeitlichen Verteilung für die maximalen Fließgeschwindigkeiten können die Austrittsgeschwindigkeiten für den 100-jährlichen Modellregen aus den Auslasskanälen betrachtet werden. Der nördliche Zulauf strömt für ca. 5 Minuten und der südliche Zulauf ca. 9 Minuten mit einer Geschwindigkeit > 0,5 m/s aus den Auslaufrohren DN 400.

### **13. Einsatzfall bei Überflutung Spielplatz**

Die Verantwortlichkeit der Stadt Bonn als Spielplatz-Eigentümer ist gesetzlich im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht verankert. Spielplätze sind in benutzbarem und hygienisch unbedenklichem Zustand zu erhalten. Sie sind regelmäßig auf ihre Betriebs- und Verkehrssicherheit zu überprüfen. Festgestellte Mängel sind zu beseitigen. Die Wassertiefe bei stehenden Gewässern dürfen im Kindergarten 20 cm und im Hort 40 cm nicht überschreiten (DGUV Information 202-019) [7].

Wie in den Berechnungen gezeigt, kommt es durch die Ableitung von Überstauwasser zur Überflutung des Spielplatzes und damit zu einer teilweisen Umnutzung für die Notentwässerung. . Berechnet wurden für die Vorzugsvariante 1.5 maximale Wasserhöhen von max. 0,40 m für den 100-jährlichen Modellregen.

Nach einem Überflutungsereignis ist die Nutzung des Spielplatzes zu verhindern. Daher wird der Spielplatz in diesem Fall schnellstmöglich eingezäunt. Damit die Nutzer des Geländes rechtzeitig gewarnt werden, wird eine Warntoneinrichtung vorgesehen, um vor Erreichen des kritischen Wasserstandes in Höhe der Geländeoberkante einen lauten Signalton und eine Ansage abzugeben, die die Besucher des Spielplatzes zum Verlassen des Geländes auffordert.

Ein „Begreifen“ der Flutung muss für die Nutzer möglich sein. Dies setzt voraus, dass durch ausreichende Information der Bevölkerung und direkten örtlichen Hinweisen die mögliche Flutung bei Starkregen bewusst wird. Es ist geplant, dass zwei engere gesicherte Einlaufbereiche mit einer maximalen Wassertiefe von 40 cm errichtet werden. Dadurch soll ein begreifbares „Sanftanlaufen“ ermöglicht werden, um genügend Zeit zum Verlassen des Geländes zu haben. Durch die Sanftanlaufbereiche können die Überflutungsflächen bei kleineren Überstauereignissen reduziert werden. Zwischen dem Beginn eines Regenereignisses und dem Beginn der Überflutung des Spielplatzes vergehen ca. 25 - 30 Minuten. Es besteht damit genügend Zeit, den Spielplatz zu verlassen, zumal der Aufenthalt auf dem Spielplatz während eines Regenereignisses unattraktiv ist.

Das Böschungsgefälle im Überflutungsbereich sowie unter der Wasseroberfläche verläuft überwiegend flach (1:3 - 1:7) und gleichmäßig. Keine der umlaufenden (Flucht-) Böschungen sollte eine Böschungneigung größer 1:3 aufweisen. Laut Merkblatt „Kinderfreundliche Umwelt“ des Ministeriums für Umwelt und Forsten in Rheinland-Pfalz [8] wird für Uferzonen bei fließenden und stehenden Gewässern eine Neigung von 1:16 (6 %) empfohlen. Warnschilder sind aufzustellen und es wird empfohlen, dass Spielgeräte mit Aufenthaltsfunktion wie auch der Sandkasten in die nicht betroffene Hälfte verlegt werden.

Nach Starkregen mit Überflutung ist der benetzte Bereich unter Hygieneaspekten zu untersuchen. Die Nutzung des Überstauwassers für Spielzwecke ist nicht angedacht und unter Hygieneaspekten zu unterlassen. Wasser zum Spielen muss mindestens Badewasserqualität (EU-Richtlinie 76/ 160/EWG) [9] haben.

Die Anwohner werden im Rahmen einer Bürgerinformation mit der neuen Situation vertraut gemacht. Es werden zusätzlich Warnschilder aufgestellt, die weiter sensibilisieren.

An den beiden Geländetiefpunkten kann bei Erfordernis (überlange Standzeiten des Wassers) eine mobile Pumpe installiert werden, über die das Wasser in den Kanal abgeleitet werden kann. Dafür sind zusätzliche befestigte Vertiefungen vorgesehen.

Weitere Ausführungen sind dem nachfolgenden Kapitel zu entnehmen.

#### **14. Hygienegutachten**

Zur Prüfung und Bewertung möglicher gesundheitlicher Risiken durch die geplante Nutzungskonstellation wurde ein hygienisch-medizinisches Gutachten an das Institut für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn in Auftrag gegeben. *Im Rahmen dieses Gutachtens sollten die möglichen gesundheitlichen Risiken differenziert abgeschätzt und bewertet werden, gegebenenfalls Maßnahmen zur Reduzierung und Beherrschung möglicher gesundheitlicher Risiken benannt werden und schließlich eine Aussage zur Umsetzbarkeit der Nutzungskombination aus hygienisch-medizinischer Sicht getroffen werden.*

Im Ergebnis der durch Herrn Prof. Dr. Kistemann (Universität Bonn, Hygiene-Institut) durchgeführten Untersuchung kann festgestellt werden, dass Gefährdungen aus der stofflichen Belastung des Abwassers, z. B. aufgrund von Schwermetallen nicht zu erwarten sind. Dies gilt sowohl für die kurzfristige, als auch für die langfristige Betrachtung.

Dagegen stellt die mikrobielle Belastung durch Bakterien oder Parasiten eine ernstzunehmende Gefährdung dar. Dies betrifft sowohl den möglichen direkten Kontakt mit dem Überstauwasser als auch die mögliche Aufnahme über den überfluteten Boden.

Nach dem *Hygienisch-medizinisches Gutachten zu Wasseraustritten aus dem Mischwasserkanal im Bereich „Am Sonnenberg“, Bonn* des Instituts für Hygiene und Öffentliche Gesundheit der Universität Bonn wird empfohlen, dass:

- 1. Während jedes Überflutungs-Ereignisses der direkte Kontakt von Personen (Erwachsene und insbesondere Kinder) mit Mischwasser durch geeignete Abspermaßnahmen konsequent unterbunden wird;*
- 2. bis zur Wiedereröffnung der Grünfläche für die Öffentlichkeit eine mehrwöchige Warte- und Abklingzeit eingehalten wird, um sicherzustellen, dass die Konzentration pathogener Mikroorganismen auf der Boden- und Vegetationsoberfläche wieder als unkritisch angesehen werden kann;*

3. *die mikrobielle Regeneration durch geeignete Maßnahmen (Mähen begrünter Flächen, Abspülen befestigter Flächen) unterstützt und beschleunigt wird;*
4. *die erforderliche Länge der Warte- und Abklingzeit nach den ersten 2-3 Überflutungsereignissen zunächst empirisch mittels einiger hygienisch-mikrobiologischer Bodenuntersuchungen bestimmt wird. Im Ereignisfall könnten entsprechende Bodenproben vom IHPH innerhalb von 48-72 Stunden gewonnen werden.*

*Die weitere hygienisch-medizinische Begleitung des Vorhabens einschließlich einer gutachterlichen Stellungnahme für die konkrete Situation und den Betrieb wird empfohlen.*

**Hygienisch-medizinisches Fazit:** *Aus hygienisch-gesundheitlicher Perspektive ist die Machbarkeit des geplanten abwassertechnischen Vorhabens und damit die vorgesehene Nutzungskombination (öffentliche Grünfläche und Mischwasser-Überflutungsfläche) gegeben, wenn die o.g. Empfehlungen beachtet werden*

Die Sperrung kann ohne weitere Maßnahmen später wieder aufgehoben werden, da die Bakterien nur wenige Tage und die Parasiten nur wenige Wochen überleben können. Vorgeschlagen wird zunächst eine Sperrzeit von 6 Wochen, die mit entsprechenden Beprobungen bei Betrieb des Überflutungsschutzes angepasst werden kann. Unter Einhaltung dieser Schutzvorkehrung kann der Nutzung der Spielplatzfläche für den Überflutungsschutz aus hygienischer Sicht zugestimmt werden. Die empfohlenen Maßnahmen werden umgesetzt.

## 15. Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurde ein Sanierungskonzept entwickelt mit dem in sensiblen Wohnbereichen die Gefahr durch Überflutung verringert werden kann. Dazu wurden im Rahmen der Untersuchung, mit vorrangigem Bezug auf Starkregenereignisse, verschiedene Varianten untersucht, um einen bestmöglichen Überflutungsschutz für das Wohngebiet „Am Sonnenberg“ zu gewährleisten. Durch eine unterstützende Befragung der betroffenen Bürger konnte das Entstehen der Schäden und Ursachen festgestellt werden. Im Rahmen der vorliegenden Untersuchungen wurde nach dem in Kapitel 3 enthaltenen Fahrplan verfahren. Um künftige Schäden an Gebäuden und Hausrat durch extreme Niederschläge zu vermeiden und abzumildern, wird die Umsetzung der Variante 1.5 empfohlen, da diese neben dem Überflutungsschutz auch die von den Antragstellern beschriebene Problematik der Oberflächenwasserableitung in diesen Bereichen behebt und die maximal zulässige Einstauhöhe nach DIN 18034 Stand 2012 Kapitel 4.4.2 (Wasserspiele) von 0,4 m nicht überschritten wird.

Der Spielplatz wird als Rückhalteraum für das Überstauwasser vorgesehen. Zuvor auf den Straßen austretendes Überstauwasser der Hauptüberstaupunkte wird aufgefangen und über zwei neue Kanalstränge DN 400 (L = 43/52 m) auf den Spielplatz abgeleitet. Zusätzlich wird im nördlichen Bereich des Spielplatzes das Straßengefälle mit Ablauf in Richtung Spielplatz geändert.

In der Straße „Am Alten Rheinarm“ werden die Bordsteine abschnittsweise um 5 – 10 cm erhöht, um das Wasser auf der Straße zu halten und eine Ausbreitung des Überstauwassers auf die privaten Grundstücke zu vermeiden.

Die nördliche und südliche Spielplatzfläche wird beschickt, um eine optimale Verteilung des Volumens zu erreichen. Es stellen sich Wasserstände von maximal mit 40 cm ein. Durch eine geeignete Einlaufgestaltung wird gewährleistet, dass ein „sanftes“ Anlaufen der Überflutung einsetzt und das „Begreifen“ der Flutung auch für Kinder möglich ist.

Nach einem Überflutungsereignis ist die Nutzung des Spielplatzes zu verhindern. Daher wird der Spielplatz in diesem Fall schnellstmöglich eingezäunt. Damit die Nutzer des Geländes rechtzeitig gewarnt werden, wird eine Warntoneinrichtung vorgesehen, um vor Erreichen des kritischen Wasserstandes in Höhe der Geländeoberkante einen lauten Signalton und eine Ansage abzugeben, die die Besucher des Spielplatzes zum Verlassen des Geländes auffordert.

Vor Umsetzung der Maßnahmen werden die Anlieger über das Vorhaben und die geplanten Vorsichtsmaßnahmen informiert. An den Eingängen zum Spielplatzgelände werden aussagekräftige Warnschilder angebracht.

Sich sammelndes Überstauwasser kann nach Ende des Starkregenereignisses bei Bedarf über mobile Pumpen in den Mischwasserkanal gefördert werden. Durch einen Monitoringbetrieb wird gewährleistet,

dass die Nutzung des Spielplatzes nach einer Abklingzeit von ca. 6 Wochen wieder ermöglicht wird. Die Abklingzeit ist aus hygienischer Sicht notwendig, um eine mikrobielle Belastung durch Bakterien oder Parasiten entgegen zu wirken (eine stoffliche Belastung beispielsweise durch Schwermetalle ist nicht zu erwarten). Im Rahmen von Probenahmen und deren Untersuchung während der Sperrzeit von 6 Wochen kann die Zeitdauer für nachfolgende Abklingzeiten noch angepasst werden, wenn sich zeigt, dass die Konzentration pathogener Mikroorganismen in einem kürzeren oder längeren Zeitraum als unkritisch angesehen werden kann. Aus hygienisch-gesundheitlicher Perspektive sind die Machbarkeit des geplanten abwassertechnischen Vorhabens und damit die vorgesehene Nutzungskombination (öffentliche Grünfläche und Mischwasser-Überflutungsfläche) gegeben.

Die ungünstige Einbindung der Gebäude / Gebäudeteile in das höher oder gleich hoch liegende Gelände ist primär eine Situation, die mit der Planung der Entwässerungsanlage nichts zu tun hat, sondern mit der Planung und Ausführung des Gebäudes und des Geländes an sich. Die Verhinderung von Schäden durch Starkregen lässt sich somit nicht allein auf Maßnahmen an den öffentlichen Entwässerungssystemen beschränken. Daher sind auch private Vorsorgemaßnahmen zum Schutz der Gebäude vor Überflutungsschäden bei seltenen und außergewöhnlichen Starkregen zu ergreifen. Die privaten Entwässerungseinrichtungen und die baulichen Gegebenheiten sind hinsichtlich der Überflutungssicherheit zu prüfen und im Bedarfsfall anzupassen.

Die Grundstückseigentümer sollten die Umrandungen der Lichtschächte, wenn diese auf Straßenniveau liegen, gemäß der DIN 1986 Teil 100 erhöhen, oder Wasserdruckdichte Fenster einbauen, die im Starkregenfall geschlossen sein müssen. Auch Haustüren sollten in den gefährdeten Bereichen einen dichten Verschluss gewährleisten. Als Orientierung und Hilfestellung kann dabei die Broschüre der Stadt Bonn genutzt werden. Auf der Internetpräsenz der Stadt Bonn wird ein umfassendes Informationsangebot zum „Schutz vor Starkregen und Gewitter“ angeboten.

Nach Vorlage des Planungsergebnisses bei der Bezirksregierung Köln werden die weiteren Schritte zur Ausführung der geplanten Maßnahmen vorbereitet.

## **Anlage 1**

KOSTRA DWD-2000 uns DWD-2010 R Tabelle



# Niederschlagshöhen und -spenden nach KOSTRA-DWD 2000

## Niederschlagshöhen und -spenden für Bonn

Zeitspanne : Januar - Dezember

Rasterfeld : Spalte: 11 Zeile: 58

T	0,5		1,0		2,0		3,0		5,0		10,0		20,0		30,0		50,0		100,0	
D	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	2,6	87,4	4,5	148,6	6,3	209,8	7,4	245,6	8,7	290,7	10,6	351,9	12,4	413,0	13,5	448,8	14,8	493,9	16,7	555,1
10,0 min	5,0	82,7	7,3	121,5	9,6	160,3	11,0	183,0	12,7	211,5	15,0	250,3	17,3	289,1	18,7	311,7	20,4	340,3	22,7	379,1
15,0 min	6,6	73,1	9,3	102,8	11,9	132,5	13,5	149,8	15,5	171,7	18,1	201,4	20,8	231,1	22,4	248,4	24,3	270,3	27,0	300,0
20,0 min	7,7	64,5	10,7	89,1	13,6	113,6	15,4	128,0	17,5	146,1	20,5	170,7	23,4	195,2	25,1	209,6	27,3	227,7	30,3	252,2
30,0 min	9,3	51,5	12,7	70,3	16,0	89,1	18,0	100,1	20,5	114,0	23,9	132,8	27,3	151,6	29,3	162,6	31,8	176,4	35,1	195,2
45,0 min	10,5	39,0	14,4	53,4	18,3	67,8	20,6	76,2	23,4	86,8	27,3	101,2	31,2	115,6	33,5	124,1	36,4	134,7	40,3	149,1
60,0 min	11,2	31,1	15,5	43,1	19,8	55,0	22,3	61,9	25,5	70,7	29,8	82,6	34,0	94,6	36,5	101,5	39,7	110,3	44,0	122,2
90,0 min	12,3	22,8	17,0	31,4	21,6	40,1	24,4	45,1	27,8	51,5	32,5	60,2	37,2	68,8	39,9	73,9	43,3	80,2	48,0	88,9
2,0 h	13,1	18,2	18,1	25,1	23,1	32,0	26,0	36,1	29,6	41,1	34,6	48,0	39,5	54,9	42,4	58,9	46,1	64,0	51,1	70,9
3,0 h	14,4	13,3	19,8	18,3	25,2	23,3	28,4	26,3	32,4	30,0	37,8	35,0	43,2	40,0	46,3	42,9	50,3	46,6	55,7	51,6
4,0 h	15,4	10,7	21,1	14,7	26,9	18,7	30,2	21,0	34,4	23,9	40,2	27,9	45,9	31,9	49,3	34,2	53,5	37,2	59,2	41,1
6,0 h	16,9	7,8	23,1	10,7	29,4	13,6	33,0	15,3	37,6	17,4	43,9	20,3	50,1	23,2	53,8	24,9	58,4	27,0	64,6	29,9
8,0 h	18,0	6,3	24,7	8,6	31,3	10,9	35,2	12,2	40,1	13,9	46,7	16,2	53,3	18,5	57,2	19,9	62,1	21,6	68,7	23,9
12,0 h	19,8	4,6	27,0	6,3	34,2	7,9	38,5	8,9	43,8	10,1	51,0	11,8	58,2	13,5	62,5	14,5	67,8	15,7	75,0	17,4
24,0 h	23,8	2,8	32,5	3,8	41,2	4,8	46,2	5,3	52,6	6,1	61,3	7,1	69,9	8,1	75,0	8,7	81,3	9,4	90,0	10,4

T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet

D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [min, h])

hN - Niederschlagshöhe (in [mm])

rN - Niederschlagsspende (in [l/(s\*ha)])

Für die Berechnung wurden folgende Grundwerte (hN in [mm]) verwendet:

T/D	15,0 min	60,0 min	12,0 h	24,0 h	48,0 h	72,0 h
1 a	9,25	15,50	27,00	32,50	37,50	45,00
100 a	27,00	44,00	75,00	90,00	100,00	110,00

Berechnung "Kurze Dauerstufen" (D<=60 min): u hyperbolisch, w doppelt logarithmisch

Wenn die angegebenen Werte für Planungszwecke herangezogen werden, sollte für rN(D;T) bzw. hN(D;T) in Abhängigkeit von der Wiederkehrzeit (Jährlichkeit)

bei 0,5 a <= T <= 5 a ein Toleranzbetrag ± 10 %,

bei 5 a < T <= 50 a ein Toleranzbetrag ± 15 %,

bei 50 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag ± 20 %, Berücksichtigung finden.



# KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

## Niederschlagshöhen nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 11, Zeile 58  
 Ortsname : Bonn (NW)  
 Bemerkung :  
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagshöhen hN [mm] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	4,7	6,4	7,4	8,7	10,4	12,1	13,0	14,3	16,0
10 min	7,6	9,8	11,2	12,8	15,1	17,4	18,7	20,4	22,6
15 min	9,5	12,2	13,7	15,7	18,4	21,1	22,6	24,6	27,3
20 min	10,9	13,9	15,7	17,9	20,9	23,9	25,7	27,9	30,9
30 min	12,7	16,3	18,4	21,0	24,6	28,2	30,3	32,9	36,5
45 min	14,3	18,6	21,0	24,2	28,4	32,6	35,1	38,2	42,5
60 min	15,3	20,1	22,9	26,4	31,2	35,9	38,7	42,2	47,0
90 min	16,8	21,9	24,9	28,6	33,7	38,8	41,8	45,5	50,6
2 h	18,0	23,3	26,4	30,3	35,7	41,0	44,1	48,0	53,4
3 h	19,7	25,4	28,7	32,9	38,6	44,3	47,6	51,8	57,5
4 h	21,1	27,0	30,5	34,9	40,9	46,8	50,3	54,7	60,6
6 h	23,2	29,5	33,2	37,9	44,3	50,6	54,3	59,0	65,4
9 h	25,4	32,2	36,2	41,2	48,0	54,7	58,7	63,7	70,5
12 h	27,2	34,3	38,4	43,7	50,8	57,9	62,0	67,2	74,3
18 h	29,8	37,4	41,9	47,4	55,0	62,6	67,0	72,6	80,2
24 h	31,9	39,8	44,5	50,3	58,3	66,2	70,8	76,7	84,6
48 h	38,4	47,8	53,3	60,3	69,7	79,1	84,6	91,5	100,9
72 h	42,8	53,1	59,1	66,7	77,0	87,2	93,2	100,8	111,1

### 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]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,50	15,30	31,90	42,80
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	27,30	47,00	84,60	111,10

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

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

Berücksichtigung finden.



# KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

## Niederschlagsspenden nach KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 11, Zeile 58  
 Ortsname : Bonn (NW)  
 Bemerkung :  
 Zeitspanne : Januar - Dezember

Dauerstufe	Niederschlagsspenden rN [l/(s·ha)] je Wiederkehrintervall T [a]								
	1 a	2 a	3 a	5 a	10 a	20 a	30 a	50 a	100 a
5 min	157,5	214,0	247,1	288,7	345,3	401,8	434,8	476,5	533,0
10 min	126,4	164,1	186,2	214,0	251,7	289,4	311,5	339,3	377,0
15 min	105,6	135,3	152,7	174,7	204,4	234,2	251,6	273,6	303,3
20 min	90,6	115,8	130,5	149,1	174,2	199,4	214,1	232,7	257,8
30 min	70,6	90,5	102,1	116,7	136,6	156,5	168,1	182,7	202,6
45 min	53,1	68,7	77,9	89,5	105,1	120,8	130,0	141,5	157,2
60 min	42,5	55,8	63,5	73,3	86,5	99,8	107,5	117,3	130,6
90 min	31,1	40,5	46,1	53,0	62,4	71,9	77,4	84,3	93,8
2 h	24,9	32,3	36,7	42,1	49,5	56,9	61,3	66,7	74,1
3 h	18,3	23,5	26,6	30,5	35,8	41,0	44,1	48,0	53,3
4 h	14,6	18,8	21,2	24,2	28,4	32,5	34,9	38,0	42,1
6 h	10,7	13,7	15,4	17,5	20,5	23,4	25,2	27,3	30,3
9 h	7,8	9,9	11,2	12,7	14,8	16,9	18,1	19,7	21,8
12 h	6,3	7,9	8,9	10,1	11,8	13,4	14,4	15,6	17,2
18 h	4,6	5,8	6,5	7,3	8,5	9,7	10,3	11,2	12,4
24 h	3,7	4,6	5,1	5,8	6,7	7,7	8,2	8,9	9,8
48 h	2,2	2,8	3,1	3,5	4,0	4,6	4,9	5,3	5,8
72 h	1,7	2,0	2,3	2,6	3,0	3,4	3,6	3,9	4,3

### 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  
 rN Niederschlagsspende in [l/(s·ha)]

Für die Berechnung wurden folgende Klassenwerte verwendet:

Wiederkehrintervall	Klassenwerte	Niederschlagshöhen hN [mm] je Dauerstufe			
		15 min	60 min	24 h	72 h
1 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	9,50	15,30	31,90	42,80
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	27,30	47,00	84,60	111,10

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

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

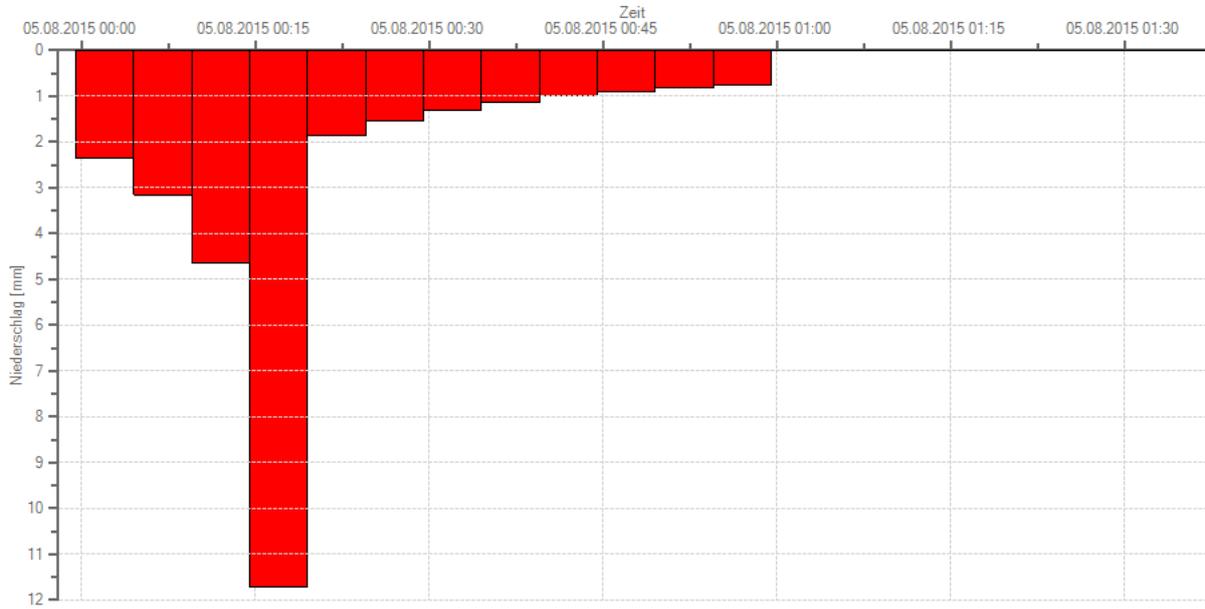
Berücksichtigung finden.

## **Anlage 2**

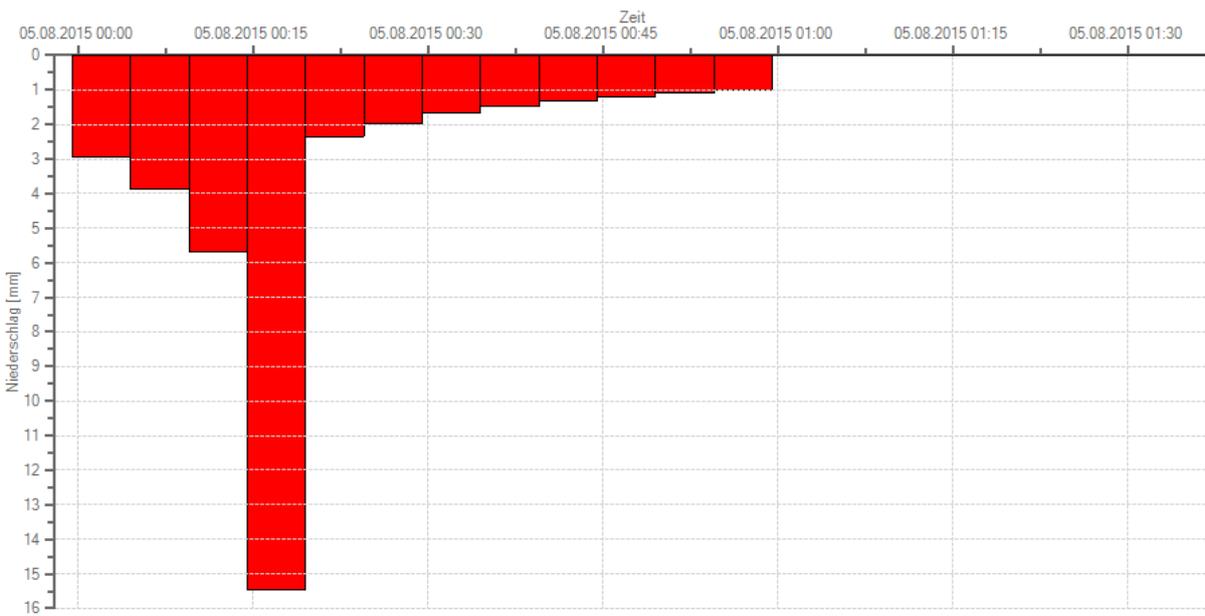
Regenreihe Euler Typ II für

$T = 20 \text{ a}, T = 100 \text{ a}$

T = 20 a, D = 90 min



T = 100 a, D = 90 min



## **Anlage 3**

Dimensionierung der Kastenrinnen

Die Aco-Drainrinnen der Maßnahme 2.1 für die Schächte 80218534 und 80218540 werden im Folgenden auf eine ausreichende Dimensionierung überprüft.

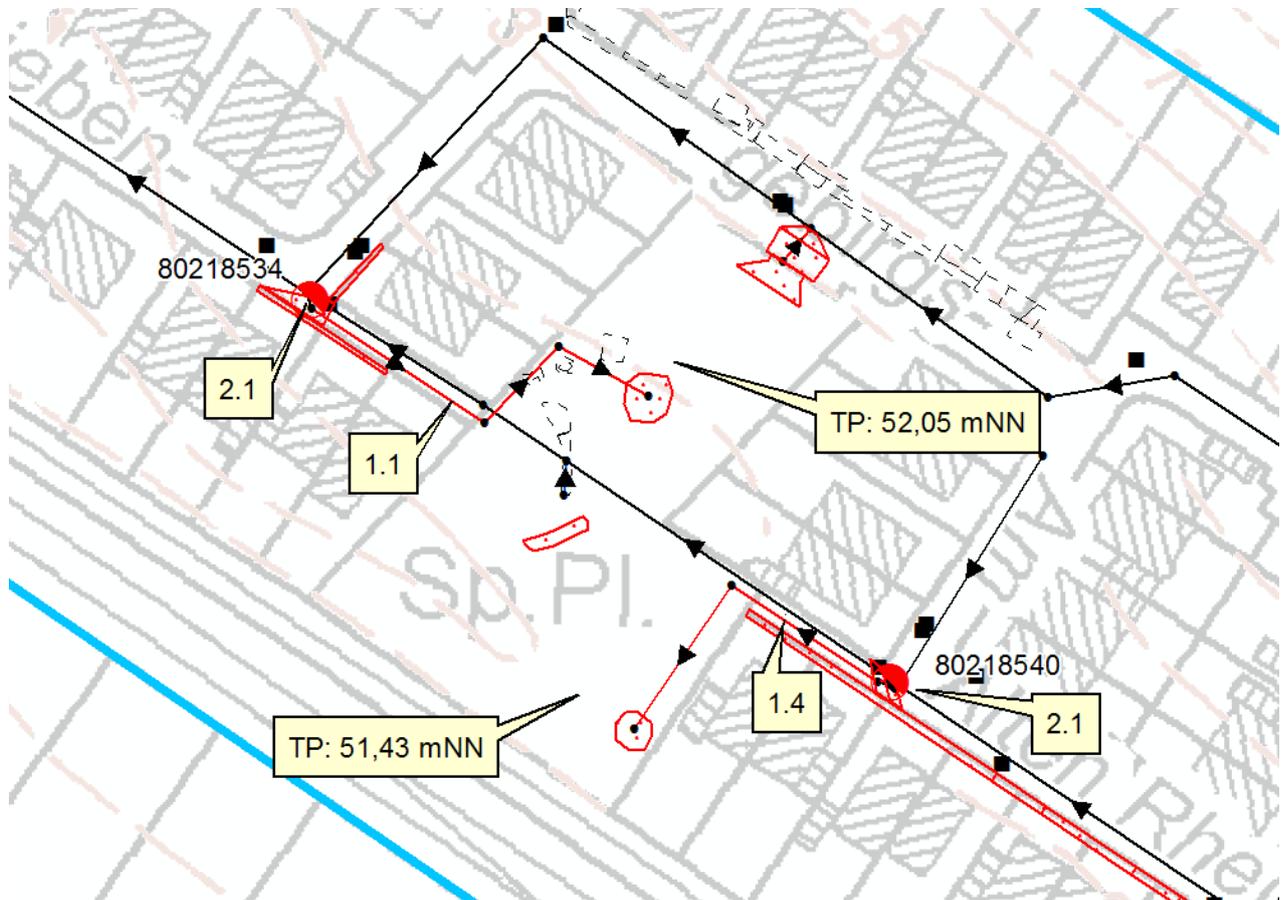


Abb. 1: Lage der Schächte 80218534 und 80251840

Der Sinkkasten der Drainrinne besitzt einen Anschluss DN 200, welcher mit dem Kanalisationsnetz verbunden werden kann. In der Berechnung werden über die Haltung S\_1 (1.4) 190 l/s abgeleitet. Die Haltung S\_6 (1.1) leitet ca. 110 l/s ab, die Auslastungen der angeschlossenen Haltungen ist nachfolgend dargestellt und entspricht der maximalen Belastung aus Hystem Extran für dem 100-jährlichen Modellregen.

80218540	→	Überstau:	190 l/s	Auslastung:	73 %
80218534	→	Überstau:	110 l/s	Auslastung:	86 %

In der nachfolgenden Abbildung, einer Ausgabe aus Hydraulik-Expert 3.0, sind die Durchflussmengen von verschiedenen Haltungsdurchmessern unter Berücksichtigung verschiedener Gefälle aufgeführt, diese entsprechen den Kastenrinnen sowie den beiden Haltungen, an welche Kastenrinnen angeschlossen werden.

### Hydraulik-Expert 3.0

#### Berechnung hydraulischer Kenngrößen von Röhren / Kanälen nach Arbeitsblatt DWA-A 110

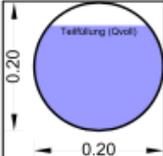
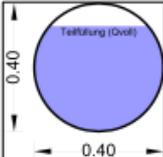
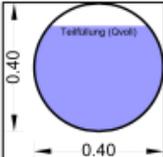
<b>Berechnungstyp:</b> Berechnung der Vollfülleleistung bei gegebener Geometrie				<b>Q</b>	<b>h</b>	<b>h/h<sub>PT</sub></b>	<b>A</b>	<b>l<sub>U</sub></b>	<b>r<sub>hy</sub></b>	<b>v</b>		
<b>Vorgabewert:</b> keine Vorgabe				[m³/s]	[m]	[%]	[m²]	[m]	[m]	[m/s]		
<b>Profil: Kreis (Standard)</b>												
Breite	b <sub>PT</sub>	[m]	0,200		<b>Vollfülleleistung</b>	<b>0,095</b>	0,200	100	0,031	0,628	0,050	3,014
Höhe	h <sub>PT</sub>	[m]	0,200		<b>Teilf. (Q = Q<sub>vol</sub>)</b>	0,095	0,164	82	0,028	0,453	0,061	3,431
Gefälle	J <sub>So</sub>	[%]	80,000		<b>Teilf. (bei Vorg.)</b>	0,000	0,000	00	0,000	0,000	0,000	0,000
Rauheit	kb	[mm]	1,500		<b>Grenz (bei Vorg.)</b>	0,000	0,000	00	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Profil: Kreis (Standard)</b>												
Breite	b <sub>PT</sub>	[m]	0,400		<b>Vollfülleleistung</b>	<b>0,210</b>	0,400	100	0,126	1,257	0,100	1,673
Höhe	h <sub>PT</sub>	[m]	0,400		<b>Teilf. (Q = Q<sub>vol</sub>)</b>	0,210	0,329	823	0,111	0,909	0,122	1,899
Gefälle	J <sub>So</sub>	[%]	10,000		<b>Teilf. (bei Vorg.)</b>	0,000	0,000	00	0,000	0,000	0,000	0,000
Rauheit	kb	[mm]	1,500		<b>Grenz (bei Vorg.)</b>	0,000	0,000	00	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Profil: Kreis (Standard)</b>												
Breite	b <sub>PT</sub>	[m]	0,400		<b>Vollfülleleistung</b>	<b>0,148</b>	0,400	100	0,126	1,257	0,100	1,181
Höhe	h <sub>PT</sub>	[m]	0,400		<b>Teilf. (Q = Q<sub>vol</sub>)</b>	0,148	0,329	823	0,111	0,909	0,122	1,341
Gefälle	J <sub>So</sub>	[%]	5,000		<b>Teilf. (bei Vorg.)</b>	0,000	0,000	00	0,000	0,000	0,000	0,000
Rauheit	kb	[mm]	1,500		<b>Grenz (bei Vorg.)</b>	0,000	0,000	00	0,000	0,000	0,000	0,000

Abb. 2: Ermittlung der Durchflussmengen mittels Hydraulik-Expert 3.0

In Abb. 2 wird zuerst die Anschlusshaltung von der Kastenrinne zur Kanalisation betrachtet, diese kann 95 l/s ableiten. Da für die Variante zwei solcher Anschlüsse geplant sind, ist es somit möglich 190 l/s abzuleiten.

Der Haltungsstrang bei dem ein Abfluss von bis zu 190 l/s auftritt, kann insgesamt bis zu 210 l/s ableiten. Der andere Haltungsstrang muss maximal 110 l/s ableiten, kann jedoch 148 l/s ableiten. Es sind also beide Haltungen ausreichend dimensioniert.

Schluckvermögen von Abläufen:

$$V = A \times t \times \sqrt{(2 \times g \times h)} \times 0,6$$

A = 9168 cm<sup>2</sup>

t = 1

h = 2 cm

0,6 :	kontraktion (Erfahrungswert)
A :	Einlaufquerschnitt
t :	konstant = 1
h :	Aufstauhöhe

V = **344,58 l/s**

Fallbeschleunigung: g = 9,81 m/s<sup>2</sup>

A= z.B. 1130 cm<sup>2</sup> = 0,113 m<sup>2</sup>  
h= 0,5 cm = 0,005 m

Einlaufquerschnitte:

Stegrost, Gusseisen EN-GJS, Länge 500 mm und Breite = 338 mm, Einlaufquerschnitt : 1146 cm<sup>2</sup>/m

vorhandener Einlaufquerschnitt: 4 x 2 m x 1146 cm<sup>2</sup>/m = 9168

[http://www.aco-tiefbau.de/catalog/aco\\_tiefbau/documents/technisches-handbuch-t1-multiline-ACO-tiefbau.pdf](http://www.aco-tiefbau.de/catalog/aco_tiefbau/documents/technisches-handbuch-t1-multiline-ACO-tiefbau.pdf)

**Belastungsklasse E 600**

**Produktinformationen**

- Roste gemäß DIN EN 1433/DIN 19580
- Mit schraubloser Arretierung Drainlock

**Bestellinformationen**

	Werkstoff	Abmessung		Maß der Einlauföffnung [mm]	Einlaufquerschnitt [cm <sup>2</sup> /m]	Gewicht [kg]	Artikel-Nr.
		Länge [mm]	Breite [mm]				
<b>Stegrost</b>							
	Gusseisen EN-GJS	500	338	12	1146	23,0	<b>13871</b>

**Rinnenkörper mit Sohlengefälle, 1000 mm**

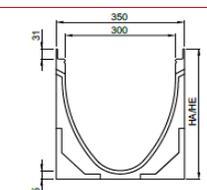
**Spezifische Produktinformationen**



**Bestellinformationen**

**Gemeinsame technische Daten**

- Sohlengefälle: 0,5 %

	Abmessung			Typ	Stahl verzinkt V 300 S		Edelstahl V 300 E		Gusseseisen V 300 G	
	Länge [mm]	Breite [mm]	Höhe Anfang/Ende [mm]		Gewicht [kg]	Artikel-Nr.	Gewicht [kg]	Artikel-Nr.	Gewicht [kg]	Artikel-Nr.
	1000	350	385/390	1	64,2	<b>13501</b>	64,2	<b>13601</b>	66,2	<b>13701</b>
			390/395	2	65,2	<b>13502</b>	65,2	<b>13602</b>	67,2	<b>13702</b>
			395/400	3	66,6	<b>13503</b>	66,2	<b>13603</b>	68,1	<b>13703</b>
			400/405	4	66,7	<b>13504</b>	66,7	<b>13604</b>	68,9	<b>13704</b>
			405/410	5	67,1	<b>13505</b>	67,1	<b>13605</b>	69,1	<b>13705</b>
			410/415	6	67,7	<b>13506</b>	67,7	<b>13606</b>	69,7	<b>13706</b>
			415/420	7	68,1	<b>13507</b>	68,1	<b>13607</b>	69,0	<b>13707</b>
			420/425	8	68,5	<b>13508</b>	68,5	<b>13608</b>	70,0	<b>13708</b>
			425/430	9	68,9	<b>13509</b>	68,9	<b>13609</b>	70,8	<b>13709</b>
			430/435	10	70,2	<b>13510</b>	70,2	<b>13610</b>	72,2	<b>13710</b>

## **Anlage 4**

Scoringtabellen

21394 Überflutungsbetrachtung Bonn „Am Sonnenberg“			Erstbewertung								
Variante 1			Variante 2			Variante 3					
			17				19				11
			Punkte				Punkte				Punkte
<b>Bezeichnung</b>	<b>Wertung</b>	Überstauableitung über Ablaufrinne auf den Spielplatz		Überstauableitung durch Entlastungsschacht auf dem Spielplatz (TN>5a)		Überstauableitung durch gesteuerten Schieber auf dem Spielplatz					
<b>Baumumfang</b>	1x	mittel 86 m Kanalbau DN 300 2x 8 m Kastenrinnen um den Schacht 2 x 5m <sup>2</sup> Absenkung der Straße (5 cm) 1 x 40 m <sup>2</sup> Absenkungen der Straße (0-25 cm)	1	gering Schachtneubau, Klappe	3	mittel Schieberbauwerk Kanal DN 1000  pneumatischer Schieber	1				
<b>Ausfallsicherheit</b>	2x	hoch	4	sehr hoch	6	geringer	2				
<b>Fremdenergie</b>	1x	nein	2	nein	2	ja	1				
<b>Überstauverhalten, Beschickungshäufigkeit Spielplatz (häufiger = nachteilig unter Hygieneaspekt)</b>	1x	erst ab Überstau GOK	1	vor Überstau GOK, häufiger	0	vor Überstau GOK, häufiger	0				
<b>Ergebnis T 20a</b>	1x	gut, leichter Überstau auf Straße	2	gut, leichter Überstau auf Straße	2	sehr gut, kein Überstau auf der Straße	3				
<b>Ergebnis T 100a</b>	1x	befriedigend, Privatmaßnahmen erforderlich, Überflutungsschäden sind wahrscheinlich	1	gut, Privatmaßnahmen im geringen Umfang erforderlich, Überflutungsschäden sind zu beherrschen	2	erforderlich, Überflutungsschäden sind zu beherrschen	2				
<b>Überflutungsbereich Spielplatz T=100a</b>	1x	240 m <sup>3</sup>	3	310 m <sup>3</sup>	2	350 m <sup>3</sup>	1				
<b>Überflutungsbereich Spielplatz T=20a</b>	1x	100 m <sup>3</sup>	3	140 m <sup>3</sup>	2	140 m <sup>3</sup>	1				

		16	15	19	22
		Punkte	Punkte	Punkte	Punkte
Variante 1.2					
Bezeichnung	Wertung				
Überstauableitung über Ablaufrinne auf den Spielplatz					
Baumumfang	1x mittel 86 m Kanalbau DN 300 2x 8 m Kastenrinnen um den Schacht 2 x 5m <sup>2</sup> Absenkung der Straße (5 cm) 1 x 40 m <sup>2</sup> Absenkungen der Straße (0-25 cm) Geländeanpassungen, Ausläufe	1	1	1	1
Ausfallsicherheit	2x hoch	4	4	4	4
Fremdenergie	1x nein	2	2	2	2
Überstauverhalten, Beschickungshäufigkeit Spielplatz (häufiger = nachteilig unter Hygieneaspekt)	1x erst ab Überstau GOK	1	1	1	1
Ergebnis T 20a	1x gut, leichter Überstau auf Straße, weniger Häuser gefährdet	2	2	3	3
Ergebnis T 100a (Wasserstand ≤ 0,4 m)	1x (2x) gut, Privatmaßnahmen erforderlich, Überflutungsschäden sind wahrscheinlich Max. Wasserstand > 0,4 m	2	2	3	6
Überflutungsbereich Spielplatz T=100a	1x 230 m <sup>3</sup>	3	2	3	3
Überflutungsbereich Spielplatz T=20a	1x 86 m <sup>3</sup>	1	1	2	2

## **Anlage 5**

Bürgerbefragung

**STADT.  
CITY.  
VILLE.  
BONN.**

## Überflutungsbetrachtung Bonn „Am Sonnenberg“

Zusammenfassung der Bürgerbefragung

Im Auftrag des

**Tiefbauamt der Bundesstadt Bonn**

bearbeitet durch

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH, Holzdam 8, 50374 Erftstadt

  
(Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. M. Bresser)

  
(Bachelor of Eng. L. Hermle)

Erftstadt, im Mai 2016

## **INHALTSVERZEICHNIS**

1.	Veranlassung	5
2.	Teilnehmer und deren Lage im Wohngebiet	6
3.	Auswertung der Fragebögen	8
4.	Zusammenfassung	9

### **ABBILDUNGSVERZEICHNIS**

Abb. 2-1:	Markierung der betroffenen Häuser für ein Starkregen T = 100 a, D = 90 min	6
Abb. 2-2:	Übersicht „Am Sonnenberg“ - Lage der Teilnehmer	7
Abb. 4-1:	Lageplan - Markierung der Hauptbetroffenen	9
Abb. 4-2:	Ungeschützter Lichtschacht und aufgedrücktes Kellerfenster	9
Abb. 4-3:	Angehobene Lichtschachttumrandung	10
Abb. 4-4:	Oberflächenabfluss in Richtung der Grundstücke der Straße „Am Sonnenberg“	11

### **TABELLENVERZEICHNIS**

Tab. 3-1:	Vergleich der Fragebögen	8
-----------	--------------------------	---

### **ANLAGENVERZEICHNIS**

Anlage 1:	Fragebögen der Teilnehmer
Anlage 2:	Aktenvermerke zu den Ortsterminen
Anlage 3:	Lagepläne

## 1. Veranlassung

Infolge des Starkregenereignisses vom 20.06.2013 kam es in der Wohnsiedlung „Am Sonnenberg“ zu zahlreichen Überflutungen von Grundstücken und Gebäuden. Im Rahmen der Aufarbeitung der Folgen der Starkregenereignisse der vergangenen Jahre wurden die Anwohner der Wohnsiedlung „Am Sonnenberg“ im März 2016 über einen Bürgerbrief kontaktiert. In dem Brief wurden die Anwohner gebeten, ihre persönlichen Erfahrungen und Beobachtungen zu den Folgen der Starkniederschläge über einen dem Bürgerbrief beigelegten Fragebogen mitzuteilen. Insgesamt wurden 24 Anwohner der Wohnsiedlung „Am Sonnenberg“ im April 2016 angeschrieben.

Die Bürger hatten die Möglichkeit, die Fragen auch im Rahmen eines Gesprächstermines zu beantworten. Daher wurden im April 2016 bei vier Anwohnern nach Absprache Hausbesuche durchgeführt, um vor Ort über die aufgetretenen Schäden und Möglichkeiten zur Überflutungssicherung zu sprechen.

Die Ergebnisse der Bürgerbefragung werden hier vorgestellt.

## 2. Teilnehmer und deren Lage im Wohngebiet

Die Auswahl der im Rahmen der Bürgerbefragung kontaktierten Anwohner wurde über eine Simulation eines Starkregenereignisses getroffen. Es wurde eine 2D-Simulation mit einem Niederschlag der Jährlichkeit  $T = 100$  a und  $D = 90$  min durchgeführt. Über eine Ermittlung der Gebäudebetroffenheit konnten diejenigen Anwohner ermittelt werden, welche bei einem Starkregenereignis wahrscheinlich betroffen sein werden. Der Fragebogen und der Brief, welche im Anschreiben verwendet wurden können in Anlage 1 eingesehen werden.

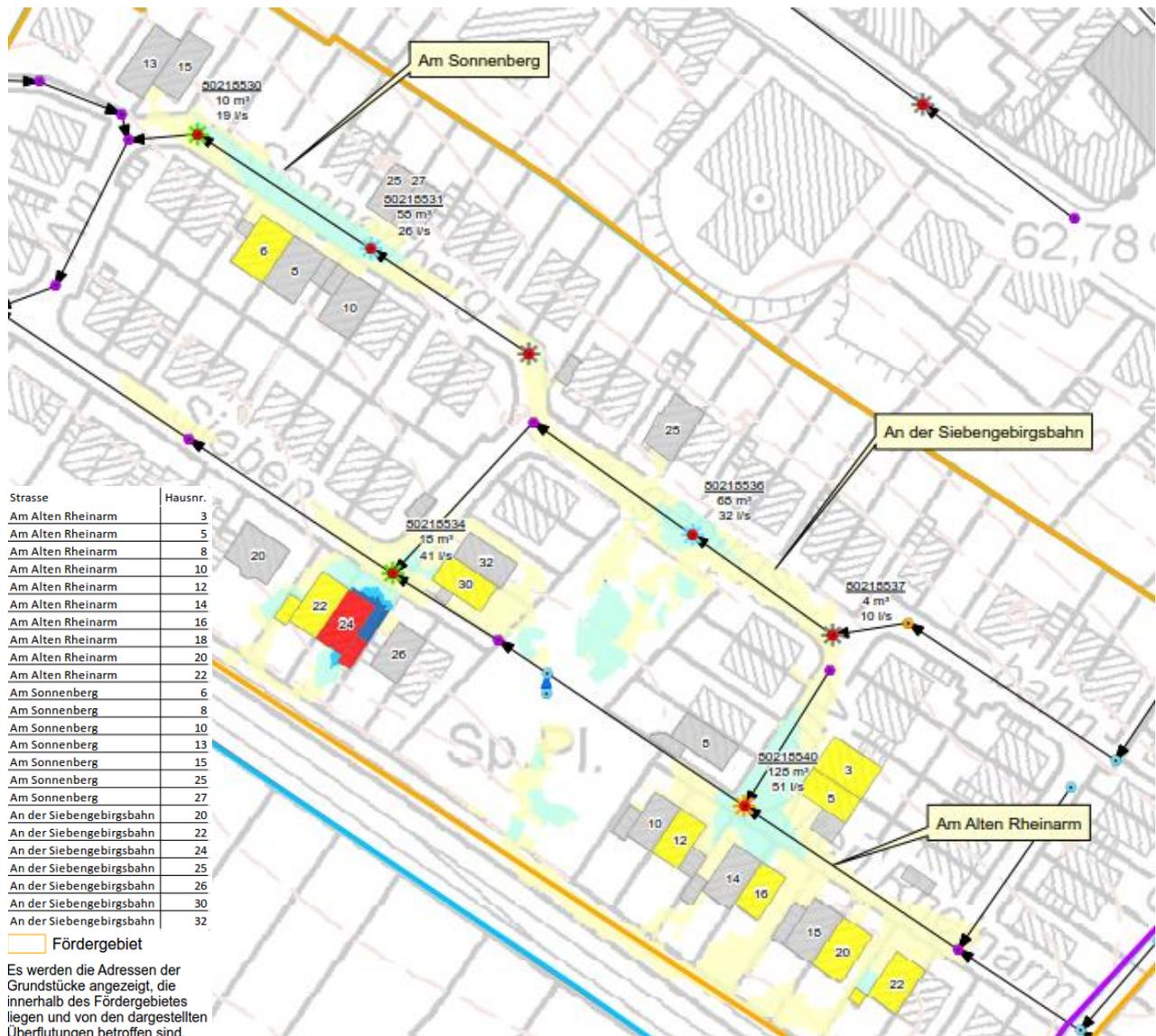


Abb. 2-1: Markierung der betroffenen Häuser für ein Starkregen  $T = 100$  a,  $D = 90$  min

Von den insgesamt 24 angeschriebenen Haushalten gab es sechs (25 %) Rückmeldungen zu den Vorfällen vom 20.06.2013, vier der Anwohner wurden zudem vor Ort besucht um über den Hergang der Überflutungen zu sprechen. Weiterhin wurden die Hauseigentümer auf Nachfrage beraten.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Häuser der an der Befragung teilgenommenen Anwohner markiert. Es liegt trotz der geringen Anzahl der Teilnehmer eine gute Verteilung vor, dadurch werden aus mehreren Bereichen des Wohngebietes die Erfahrungen und Beobachtungen der Anwohner zum Starkregen vom 20.06.2013 gewonnen.

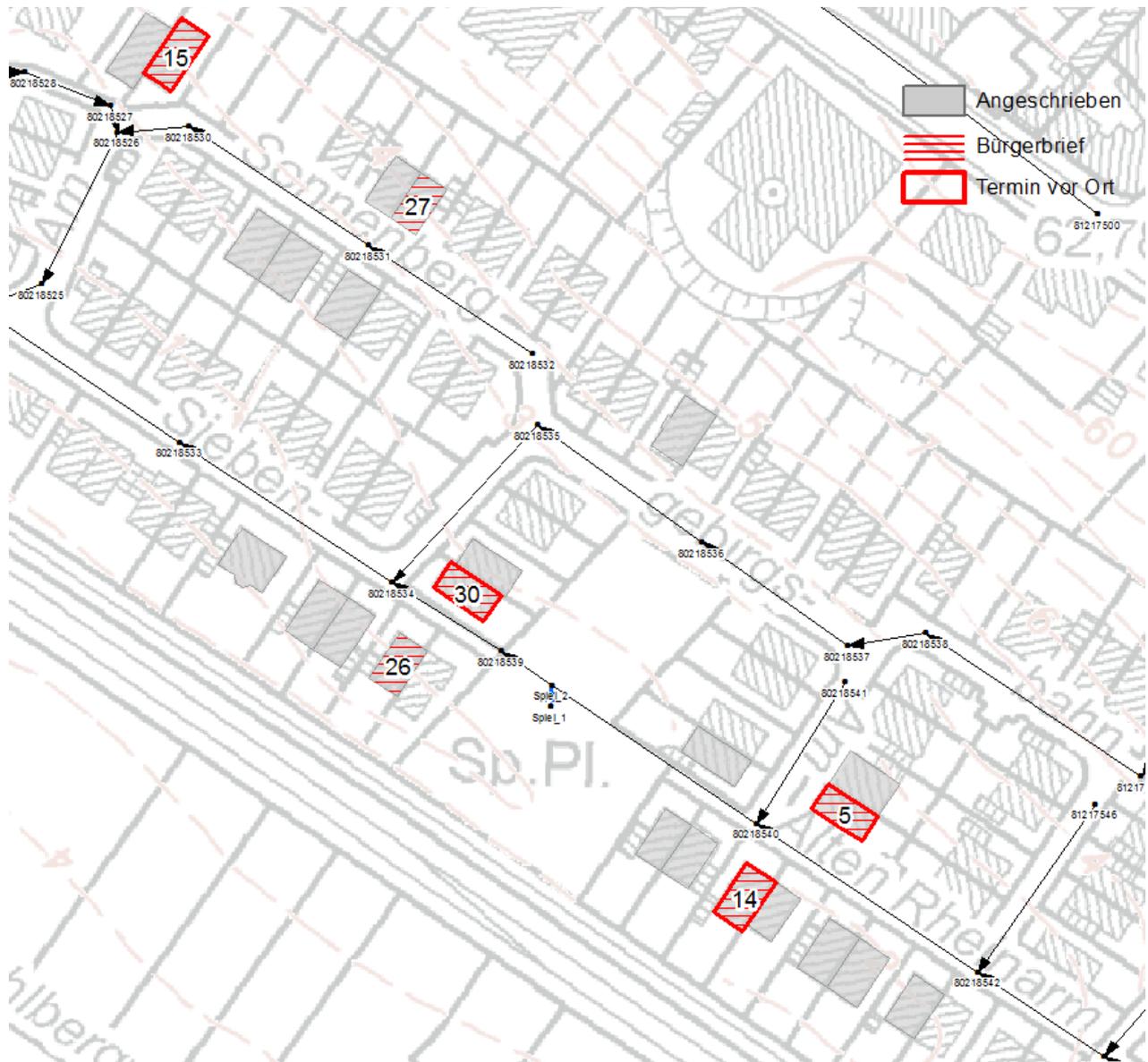


Abb. 2-2: Übersicht „Am Sonnenberg“ - Lage der Teilnehmer

### 3. Auswertung der Fragebögen

Die Antworten aus den zurückgesendeten Fragebögen wurden in einer Excel-Tabelle zum Vergleich dargestellt. Es fällt auf, dass es viele Übereinstimmungen gibt, obwohl die Häuser über das Wohngebiet verteilt liegen. fünf von sechs Teilnehmern gaben an, dass das Überflutungswasser von außen auf ihr Grundstück, oder in ihr Haus geflossen ist. Nur eine Person gab an, dass über den Waschmaschinenablauf der Keller geflutet wurde. Informationen über eine Rückstauklappe zur Absicherung der Abläufe unterhalb der Rückstauenebene lagen nicht vor.

Tab. 3-1: Vergleich der Fragebögen

Ansprechpartner	Haushalt A	Haushalt B	Haushalt C	Haushalt D	Haushalt E	Haushalt F
1. Wann kam es zu den Überflutungen?	Juni 2013	-	Juni 2013	Juni 2013	Juni 2013	Juni 2013
2. Haben Sie eine Rückstauklappe in der Grunstücksentwässerung?	ja	-	-	nein	ja	nein
3. Kam das Überflutungswasser	von außen	von innen	von außen	von außen	von außen	von außen
4. Kam das Überflutungswasser aus einem Schacht vor dem Haus?	nein	nein	nein	ja	ja	nein
5. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully vor dem Haus?	nein	nein	ja	ja	ja	ja
6. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully auf dem privaten Gelände?	nein	nein	nein	nein	nein	nein
7. Kam das Überflutungswasser aus den Regenfallrohren am Haus?	ja	nein	nein	nein	ja	nein
8. Wo waren die Eintrittsstellen des Überflutungswassers?	Lichtschacht	Waschmaschine	-	Lichtschacht	Spalt zw. Kellerwand und -decke	Lichtschacht
9. Was wurde überflutet?	Kompletter Keller	Ein Kellerraum	-	Kompletter Keller	Kompletter Keller	Kompletter Keller
10. Wie hoch stand das Überflutungswasser?	2 - 3 cm	2 cm	-	100 cm	2 - 4 cm	47 cm
11. Was wurde beschädigt?	Keine Schäden	Bodenfliesen	-	Boden, Möbel	Boden, Wände	Boden, Einrichtung
12. Wie hoch schätzen Sie den Schaden?	-	€300	-	> 15.000 €	€8.000	€1.500
13. Haben Sie selbst Vorsorgemaßnahmen getroffen?	ja	nein	-	ja	ja	ja
Wenn ja, welche?	Stauwasserdichte Lichtschächte	-	-	Druckwasserdichte Fenster, Anhebung des Vorgartens	Druckwasserdichte Fenster, Versickerungsfähiges Pflaster	Lichtschächte hochgesetzt, Rückstauklappe, andere Fenster

Fünf der Befragten gaben an, dass die Überflutung durch einen überstauenden Schacht oder Straßenablauf (Gully) auftrat. Nur bei einem Teilnehmer wurde die Überflutung ausschließlich durch ein überlastetes Regenfallrohr verursacht. Bei insgesamt drei Teilnehmern trat das Überflutungswasser über Lichtschächte in das Gebäude ein. Diese waren nicht gegen einen oberflächigen Zufluss abgesichert und die Kellerfenster nicht gegen den auftretenden Wasserdruck ausgelegt. Wie in der Auswertung ersichtlich, kam es bei fast allen Teilnehmern zu einer Überflutung des Kellers oder Teilbereichen des Kellers.

Schäden entstanden vor allem durch Vernässung der Böden, Einrichtungsgegenstände und der Kellerwände, wodurch eine Trocknung des Kellers nötig wurde.

Die Schadensangaben reichen von einigen hundert Euro bis mehrere tausend Euro.

#### 4. Zusammenfassung

Die am stärksten betroffenen Gebäude liegen seitlich neben dem Spielplatz, da es dort zu Überstauungen aus dem Kanalnetz und zu einer Sammlung des Überstauwassers vor den Grundstücken der Anwohner gekommen war. Das sich dort anstauende Wasser führte zu den von den Anwohnern beschriebenen Überflutungen.

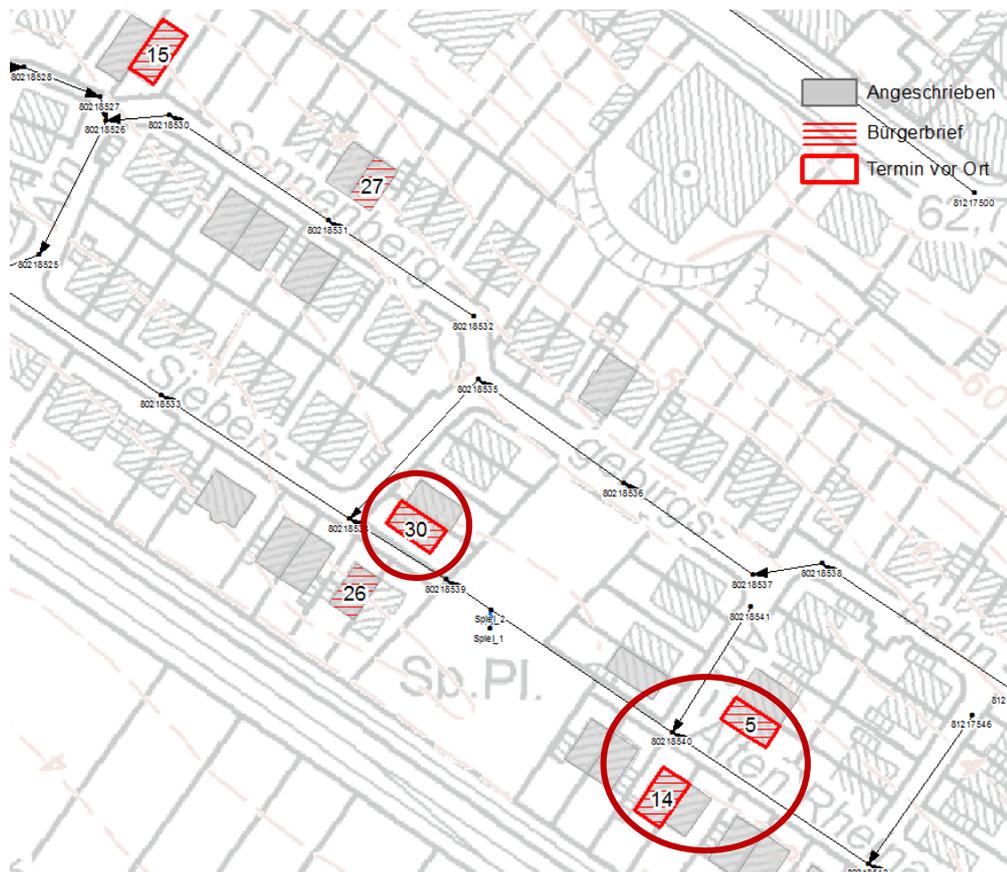


Abb. 4-1: Lageplan - Markierung der Hauptbetroffenen

Einige der Überflutungen hätten über eine Anhebung der Umrandung der Lichtschächte nach DIN 1986 Teil 100 vermieden werden können.



Abb. 4-2: Ungeschützter Lichtschacht und aufgedrücktes Kellerfenster

Die meisten der betroffenen Anwohner haben im nachhinein Vorsorgemaßnahmen getroffen. Diese bestanden zumeist aus einer Anhebung der Lichtschachturnrandung, dem Einbau von druckwasserdichten Fenstern und Rückstauklappen. In Abb. 4-3 sieht man eine Anhebung des Lichtschachtes durch eine Metallumrandung.



Abb. 4-3: Angehobene Lichtschachturnrandung

Ein großes Problem innerhalb der Wohnsiedlung „Am Sonnenberg“ ist vor allem der Umstand, dass die Straßen keinen Rückhalteraum bieten. Im gesamten Wohngebiet sind die Bordsteine als Rundborde angelegt, damit liegen diese nur 2-3 cm höher, als die Straßenfahrbahn. Innerhalb der Straße kann nur wenig Wasser während eines Starkregens zurückgehalten werden, durch die niedrigen Bordsteine kommt es zusätzlich zu einem erleichterten Abfluss des Überstauwassers auf die Grundstücke der Anwohner. Von den Anwohnern wurde weiterhin angesprochen, dass das Wohngebiet zu wenig Straßeneinläufe aufweise, bzw. die vorhandenen nicht so in das Straßenprofil integriert seien, dass das Wasser bei Niederschlägen über diese abgeleitet werde.

Neben dem fehlenden Stauraum innerhalb des Straßenprofils kommt noch hinzu, dass einige Grundstücke tiefer liegen als die Straße und damit besonders gefährdet sind.

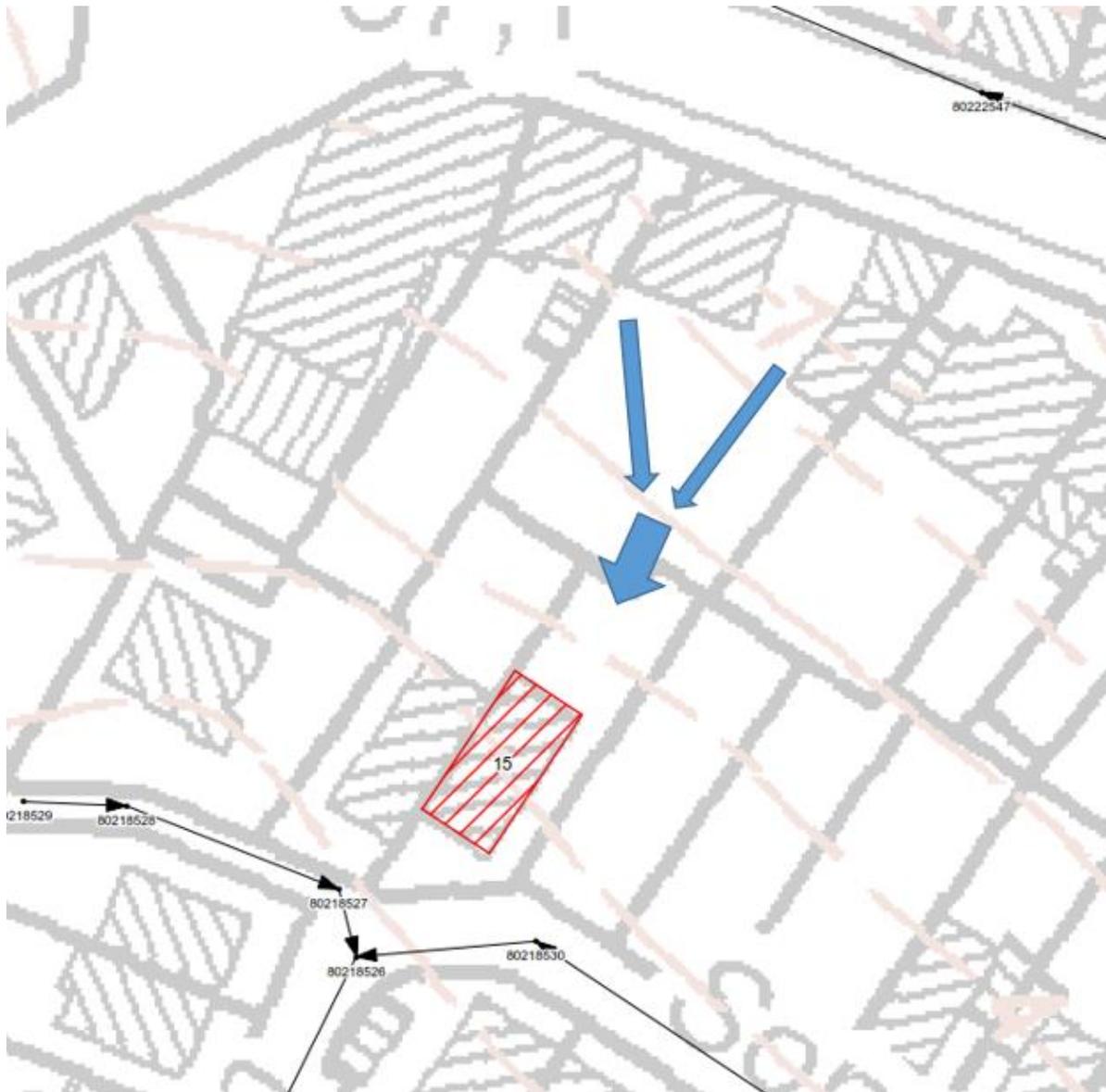


Abb. 4-4: Oberflächenabfluss in Richtung der Grundstücke der Straße „Am Sonnenberg“

Weiterhin muss beachtet werden, dass die Überflutungssituation vor allem im Bereich der Straße „Am Sonnenberg“ durch die parallel verlaufende und höher liegenden „Königswinterer Straße“ durch einen Oberflächenabfluss verschärft werden kann. Von einem Anwohner wurde geschildert, dass bei starken Regenereignissen Wasser den Hang herunter fließt und sich bei ihm im Garten sammelt (siehe Abb. 4-4). Ob das Wasser von der Königswinterer Straße, einem nicht angeschlossenen Regenfallrohr, oder von den befestigten Flächen kommt, ist jedoch ungeklärt.

## **Anlage 1**

Fragebögen der Teilnehmer

13. April 2016

# Bürgerbrief

---

**An die von der Überflutung infolge des Starkregens betroffenen Anlieger der Straßen:  
Am Sonnenberg, Am der Siebengebirgsbahn und Am Alten Rheinarm**

**Sehr geehrte Mitbürgerinnen und Mitbürger,**

die Stadt Bonn bittet Sie, an einer Befragung teilzunehmen.

## ***Darum geht es***

Infolge des Starkregenereignisses am 20.06.2013 waren in Ihrer Wohnsiedlung zahlreiche Grundstücke und Gebäude von Überflutungen betroffen.

Kanäle sind für die Aufnahme von Starkregensmengen nicht dimensioniert. Fallen extreme Niederschläge, ist ein Rückstau im Kanalsystem die Folge und es besteht die Gefahr, dass Abwasser in die privaten Hausanschlussleitungen zurückdrückt. Entsprechende Niederschläge führen darüber hinaus regelmäßig zu Überflutungen der Erdgeschosse, Keller und Tiefgaragen.

Bei der Aufarbeitung der Folgen der Starkregenereignisse der vergangenen Jahre unterstützt uns das Ingenieurbüro Fischer aus Erftstadt. Da wir für die Bewertung der Folgen der Starkniederschläge Ihre ganz persönlichen Erkenntnisse und Beobachtungen aufgreifen und verwerten möchten, bitten wir Sie, an einer Befragung durch Mitarbeiter des Büros teilzunehmen.

Sofern Sie einen entsprechenden Beitrag leisten möchten, wird Sie ein Mitarbeiter am 22.04.2016, 23.04.2016 oder 25.04.2016 für eine Befragung aufsuchen. Bitte vereinbaren Sie hierzu im Tiefbauamt unter der Rufnummer 0228 - 77 41 56 einen Termin. Der Mitarbeiter kann sich entsprechend ausweisen.

Zur Vorbereitung der Gespräche haben wir einen Fragebogen entwickelt und dem Bürgerbrief beigelegt.

Herzlichen Dank für Ihre Unterstützung.

Mit freundlichen Grüßen

**Ihre  
Stadt Bonn**  
Bonn, im März 2016

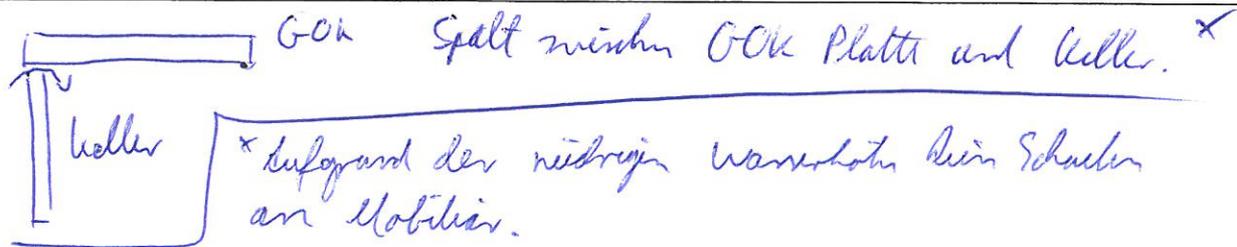
**Überflutungsbetrachtung: Bonn Am Sonnenberg**

Datum:	[REDACTED]
Straße / Hausnummer:	[REDACTED]
Name:	[REDACTED]

**Überflutungsbefragung**

1. Wann kam es zu den Überflutungen (Datum)?	2013		
2. Haben Sie eine Rückstauklappe in der Grundstücksentwässerung?	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
3. Kam das Überflutungswasser	von außen	<input checked="" type="checkbox"/>	oder von innen <input type="checkbox"/>
4. Kam das Überflutungswasser aus einem Schacht vor dem Haus?	ja	<input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
5. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully vor dem Haus?	ja	<input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>
6. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully auf dem privaten Gelände?	ja	<input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>
7. Kam das Überflutungswasser aus den Regenfallrohren am Haus?	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
8. Wo waren die Eintrittsstellen des Überflutungswassers?	zwischen Bodenplatte und Keller *		
9. Was wurde überflutet?	Kellergeschoss		
10. Wie hoch stand das Überflutungswasser?	ca.	2-4	cm
11. Was wurde beschädigt?	Bodenbeläge, Feuchte Wände, Estrich *		

*Einströmen auf der Straße*



12. Wie hoch schätzen Sie den Schaden?	ca.	8000	€
13. Haben Sie selbst Vorsorgemaßnahmen getroffen?	ja	<input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche?			
<p>Druckdichtfenster  Lichtschächte mit Ablauf- und Rückstaumentil über  wasserundurchlässige Beton,  versicherungsfähiges <del>plaste</del> plaste.</p>			
14. Skizze des Gebäudes mit Eintrittsstellen und Schutzmaßnahmen:			
<p>Regenfallrohr das nicht richtig reiß.</p>			
15. Besitzen Sie von der Überflutung Fotos, so senden Sie bitte die Fotos mit Aufnahmedatum und Adresse zu folgender Mailadresse: <span style="background-color: black; color: black;">[REDACTED]</span> oder Übergeben diese an den Fragesteller, die Daten und Angaben werden vertraulich behandelt.			

**Überflutungsbetrachtung: Bonn Am Sonnenberg**

Datum:	22.04.2016
Straße / Hausnummer:	[REDACTED]
Name:	[REDACTED]

**Überflutungsbefragung**

1. Wann kam es zu den Überflutungen (Datum)?	20.06.2013		
2. Haben Sie eine Rückstauklappe in der Grundstücksentwässerung?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
3. Kam das Überflutungswasser	von außen <input checked="" type="checkbox"/>	oder	von innen <input type="checkbox"/>
4. Kam das Überflutungswasser aus einem Schacht vor dem Haus?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
5. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully vor dem Haus?	ja <input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	
6. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully auf dem privaten Gelände?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
7. Kam das Überflutungswasser aus den Regenfallrohren am Haus?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
8. Wo waren die Eintrittsstellen des Überflutungswassers?	Kellerschacht -> Kellerfenster		
9. Was wurde überflutet?	Der komplette Keller 47 cm hoch		
10. Wie hoch stand das Überflutungswasser?	ca. 47	cm	
11. Was wurde beschädigt?	Siehe Bilder ... Türen, Laminat, Fliesen, so ziemlich alles was im Keller war		

12. Wie hoch schätzen Sie den Schaden?	ca.	€
13. Haben Sie selbst Vorsorgemaßnahmen getroffen?	ja <input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche?		
Rückstauklappe innen, Kellendächte hochgesetzt, andere Fenster in den Kellerdächten		
14. Skizze des Gebäudes mit Eintrittsstellen und Schutzmaßnahmen: siehe Bilder		
<p>15. Besitzen Sie von der Überflutung Fotos, so senden Sie bitte die Fotos mit Aufnahmedatum und Adresse zu folgender Mailadresse: <span style="background-color: black; color: black;">[REDACTED]</span> oder Übergeben diese an den Fragesteller, die Daten und Angaben werden vertraulich behandelt.</p>		

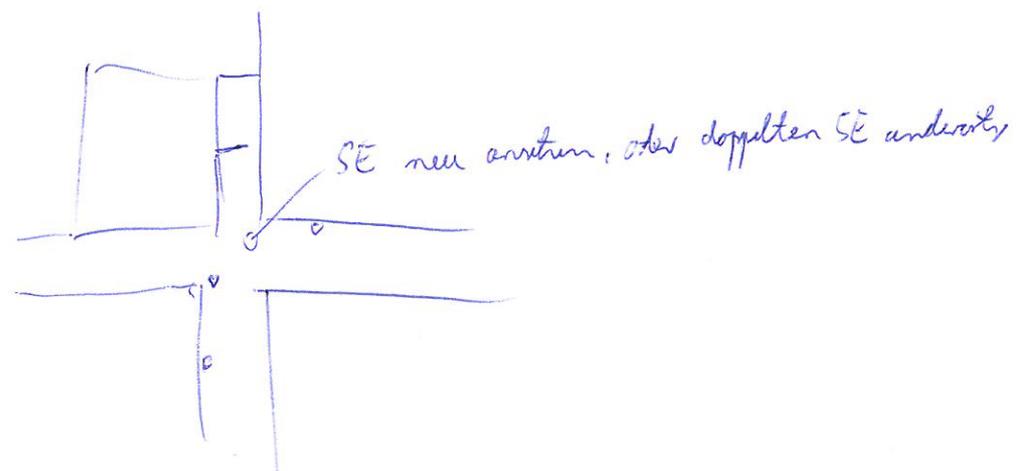
**Überflutungsbetrachtung: Bonn Am Sonnenberg**

Datum:	23.04.16
Straße / Hausnummer:	[REDACTED]
Name:	[REDACTED]

**Überflutungsbefragung**

1. Wann kam es zu den Überflutungen (Datum)?	2013		
2. Haben Sie eine Rückstauklappe in der Grundstücksentwässerung?	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
3. Kam das Überflutungswasser	von außen	<input checked="" type="checkbox"/>	oder von innen <input type="checkbox"/>
4. Kam das Überflutungswasser aus einem Schacht vor dem Haus?	ja	<input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>
5. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully vor dem Haus?	ja	<input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>
6. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully auf dem privaten Gelände?	ja	<input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>
7. Kam das Überflutungswasser aus den Regenfallrohren am Haus?	ja	<input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
8. Wo waren die Eintrittsstellen des Überflutungswassers?	Lichtschacht hinterm Haus		
9. Was wurde überflutet?	Welle		
10. Wie hoch stand das Überflutungswasser?	ca.	2-3	cm
11. Was wurde beschädigt?	Nichts		

Boden wurde direkt getrocknet, daher fast keine Schäden

12. Wie hoch schätzen Sie den Schaden?	ca. <u>   </u> €
13. Haben Sie selbst Vorsorgemaßnahmen getroffen?	ja <input checked="" type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
Wenn ja, welche?	
<p><i>Wärme Wanne, Lichtleuchte gegen Insekten Licht, oben abgedeckt.</i></p>	
14. Skizze des Gebäudes mit Eintrittsstellen und Schutzmaßnahmen:	
 <p><i>SE neu ansetzen, oder doppelten SE ansetzen</i></p>	
<p>15. Besitzen Sie von der Überflutung Fotos, so senden Sie bitte die Fotos mit Aufnahmedatum und Adresse zu folgender Mailadresse: <span style="background-color: black; color: black;">[REDACTED]</span> oder Übergeben diese an den Fragesteller, die Daten und Angaben werden vertraulich behandelt.</p>	

13. April 2016

STADT.  
CITY.  
VILLE.  
BONN.

## Überflutungsbetrachtung: Bonn Am Sonnenberg

Datum:	20.6.13
Straße / Hausnummer:	[REDACTED]
Name:	[REDACTED]

### Überflutungsbefragung

1. Wann kam es zu den Überflutungen (Datum)?	
2. Haben Sie eine Rückstauklappe in der Grundstücksentwässerung?	Mieter ja <input type="checkbox"/> nein <input type="checkbox"/>
3. Kam das Überflutungswasser von außen <input type="checkbox"/> oder von innen <input checked="" type="checkbox"/>	
4. Kam das Überflutungswasser aus einem Schacht vor dem Haus?	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>
5. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully vor dem Haus?	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>
6. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully auf dem privaten Gelände?	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>
7. Kam das Überflutungswasser aus den Regenfallrohren am Haus?	ja <input type="checkbox"/> nein <input checked="" type="checkbox"/>
8. Wo waren die Eintrittsstellen des Überflutungswassers?	Waschmaschine
9. Was wurde überflutet?	1 Kellerraum
10. Wie hoch stand das Überflutungswasser?	20m <sup>2</sup> ca. 2 cm
11. Was wurde beschädigt?	Bodenfliesen gebrochen
Es wurde aufgewischt und für 1 Woche ein Raumdecker aufgestellt.	

12. April 2016

STADT.  
CITY.  
VILLE.  
BONN.

## Überflutungsbetrachtung: Bonn Am Sonnenberg

Datum:	08.04.2016
Straße / Hausnummer:	[REDACTED]
Name:	[REDACTED]

### Überflutungsbefragung

1. Wann kam es zu den Überflutungen (Datum)?	20.06.2013		
2. Haben Sie eine Rückstauklappe in der Grundstücksentwässerung?	2	ja <input type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
3. Kam das Überflutungswasser	von außen <input checked="" type="checkbox"/>	oder	von innen <input type="checkbox"/>
4. Kam das Überflutungswasser aus einem Schacht vor dem Haus?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
5. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully vor dem Haus?	ja <input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>	
6. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully auf dem privaten Gelände?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
7. Kam das Überflutungswasser aus den Regenfallrohren am Haus?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
8. Wo waren die Eintrittsstellen des Überflutungswassers?	keine direkte Nachbar von gegenüber über Kellerfenster [REDACTED]		
9. Was wurde überflutet?	Kellergeschoss Nachbar		
10. Wie hoch stand das Überflutungswasser?	ca.	100	cm
11. Was wurde beschädigt?	→		

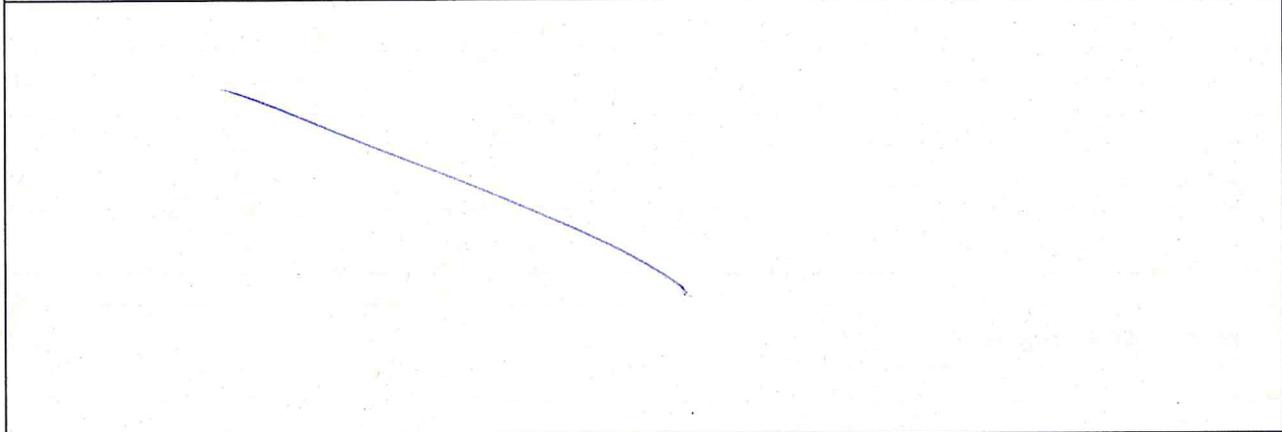
bei mir nichts, beim Nachbarn [REDACTED] der Keller!  
Wenn jedoch dort das Kellerfenster nicht eingebrochen wäre,  
wäre das Wasser weiter über den Gully auf der Straße  
gestiegen und bei mir ebenfalls (romatisch über Haustüre)  
rein gelaufen. Ich habe daher ein großes Interesse  
daran, dass Fehler im Kanal behoben wird!

2105 1100A S E

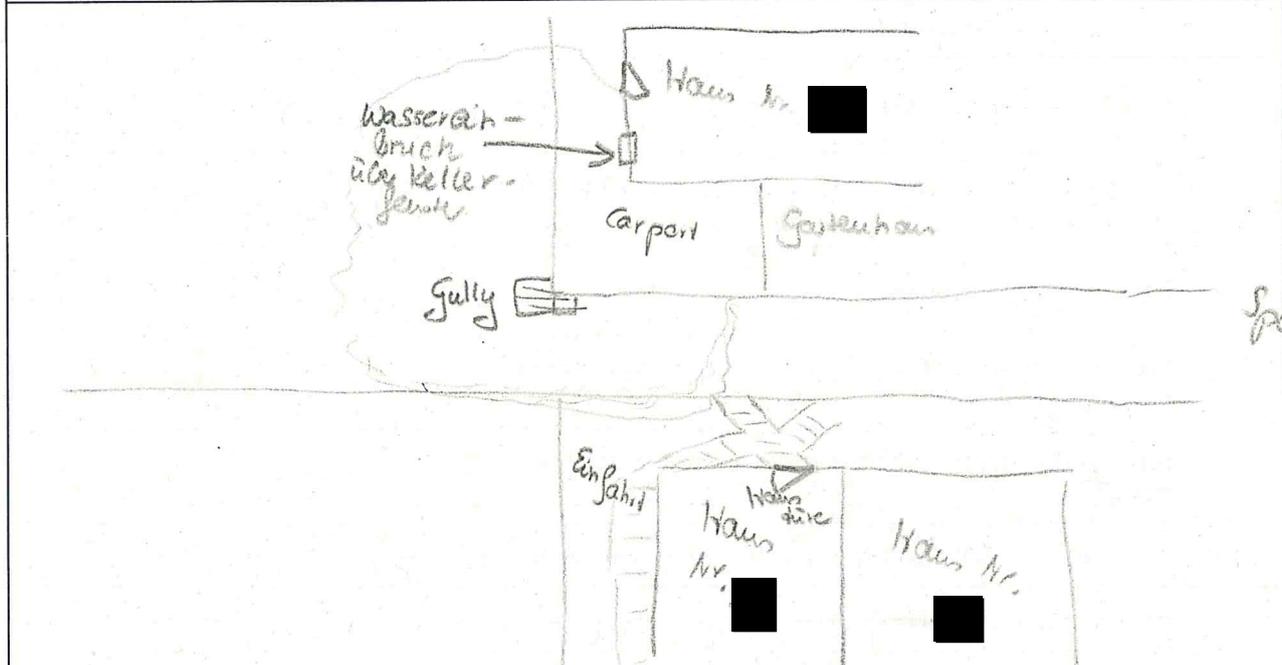
12. Wie hoch schätzen Sie den Schaden? *bei mir (-)* ca. €

13. Haben Sie selbst Vorsorgemaßnahmen getroffen? ja  nein

Wenn ja, welche?



14. Skizze des Gebäudes mit Eintrittsstellen und Schutzmaßnahmen:



15. Besitzen Sie von der Überflutung Fotos, so senden Sie bitte die Fotos mit Aufnahmedatum und Adresse zu folgender Mailadresse: [redacted] oder Übergeben diese an den Fragesteller, die Daten und Angaben werden vertraulich behandelt.

12. Wie hoch schätzen Sie den Schaden?

ca. 300 €

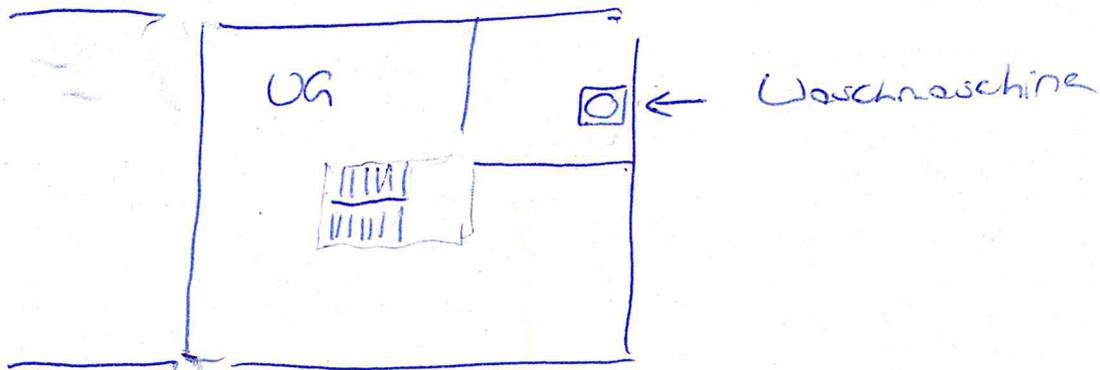
13. Haben Sie selbst Vorsorgemaßnahmen getroffen?

ja

nein

Wenn ja, welche?

14. Skizze des Gebäudes mit Eintrittsstellen und Schutzmaßnahmen:



15. Besitzen Sie von der Überflutung Fotos, so senden Sie bitte die Fotos mit Aufnahmedatum und Adresse zu folgender Mailadresse: [REDACTED] oder Übergeben diese an den Fragesteller, die Daten und Angaben werden vertraulich behandelt.

**Überflutungsbetrachtung: Bonn Am Sonnenberg**

Datum:	23.04.16
Straße / Hausnummer:	[REDACTED]
Name:	[REDACTED]

**Überflutungsbefragung**

1. Wann kam es zu den Überflutungen (Datum)?	2013		
2. Haben Sie eine Rückstauklappe in der Grundstücksentwässerung?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	x
3. Kam das Überflutungswasser	von außen <input checked="" type="checkbox"/>	oder	von innen <input type="checkbox"/>
4. Kam das Überflutungswasser aus einem Schacht vor dem Haus?	ja <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>
5. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully vor dem Haus?	ja <input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	nein <input type="checkbox"/>
6. Kam das Überflutungswasser aus einem Gully auf dem privaten Gelände?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
7. Kam das Überflutungswasser aus den Regenfallrohren am Haus?	ja <input type="checkbox"/>	nein <input checked="" type="checkbox"/>	
8. Wo waren die Eintrittsstellen des Überflutungswassers?	Lichtschacht vor dem Haus		
9. Was wurde überflutet?	kompletter Keller ca. 1m WstH		
10. Wie hoch stand das Überflutungswasser?	ca.	100	cm
11. Was wurde beschädigt?	Böden, Möbel,		
x alle Anordnungen liegen über Lichtniveau			

12. Wie hoch schätzen Sie den Schaden?

ca. 715.000 €

13. Haben Sie selbst Vorsorgemaßnahmen getroffen?

ja



nein



Wenn ja, welche?

Bruchreife Fenster in allen Lichtstrahlern  
Vorgarten: Anhebung der Platten um einige cm.

14. Skizze des Gebäudes mit Eintrittsstellen und Schutzmaßnahmen:

Bordstein anheben  
als Maßnahme.

15. Besitzen Sie von der Überflutung Fotos, so senden Sie bitte die Fotos mit Aufnahmedatum und Adresse zu folgender Mailadresse: [REDACTED] oder Übergeben diese an den Fragesteller, die Daten und Angaben werden vertraulich behandelt.

## **Anlage 2**

Aktenvermerke zu den Ortsterminen

**INTERNER AKTENVERMERK**

Ortstermin am: 23.04.2016

Teilnehmer: [REDACTED] Herr Hermle Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

26.04.2016

LUHE/SA 21394.02

**Nachstehende Ausführungen bitten wir zu prüfen und zu den Akten zu nehmen:**

**Entwässerung Am Sonnenberg, Folgephasen  
Gesprächsnotizen, Bürgerbefragung**

[REDACTED]

Pkt.	Beschreibung und Ergebnis	Bemerkung
	<p>Der Termin fand statt, um das Überflutungsproblem [REDACTED] zu besprechen.</p> <p>[REDACTED] erläuterte die stattgefundenen Überflutungen von Juni 2013.</p> <p>Primär verantwortlich für das Überfluten des Grundstückes sind die vor dem Gebäude liegenden Straßenabläufe und Kanalschächte, die an niedrigster Stelle bei Starkregen überstauen können. Des Weiteren kam ein Teil des Wassers auch aus einem lockeren Regenfallrohr direkt neben dem Lichtschacht.</p> <p>Das Überflutungswasser drang durch einen Spalt in der Kellerdecke in den Keller.</p> <p>Insgesamt drang nur so viel Wasser in den Keller ein, dass der Wasserstand zwischen 2 und 5 cm betrug. Dabei kam es zu Schäden am Kellerboden und dem darunter liegenden Estrich sowie den Wänden. Die Schadenshöhe wurde mit 8.000 € angegeben.</p> <p>Als Maßnahme wurde der Spalt zwischen Kellergeschoss und Kellerdecke verschlossen, vor dem Haus wurde der Boden durch eine Kiesaufschüttung ersetzt, die das Wasser schneller abführen soll. Die Fenster waren bereits vor dem Ereignis druckdicht und ein Rückstauventil vorhanden.</p> <p>Da teilweise auch etwas Wasser unter der Haustüre in den Eingangsbereich des Hauses geflossen war, wurde zu einer Anhebung der Türschwelle und einer besser abdichtenden Türe geraten.</p>	

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

gez. i.A. Hermle

**Anlage**

**Verteiler** Herr Koch, Stadt Bonn



**INTERNER AKTENVERMERK**

Ortstermin am: 22.04.2016

Teilnehmer: [REDACTED] Herr Hermle Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

26.04.2016

LUHE/SA 21394.02

**Nachstehende Ausführungen bitten wir zu prüfen und zu den Akten zu nehmen:**

**Entwässerung Am Sonnenberg, Folgephasen  
Gesprächsnotizen, Bürgerbefragung**

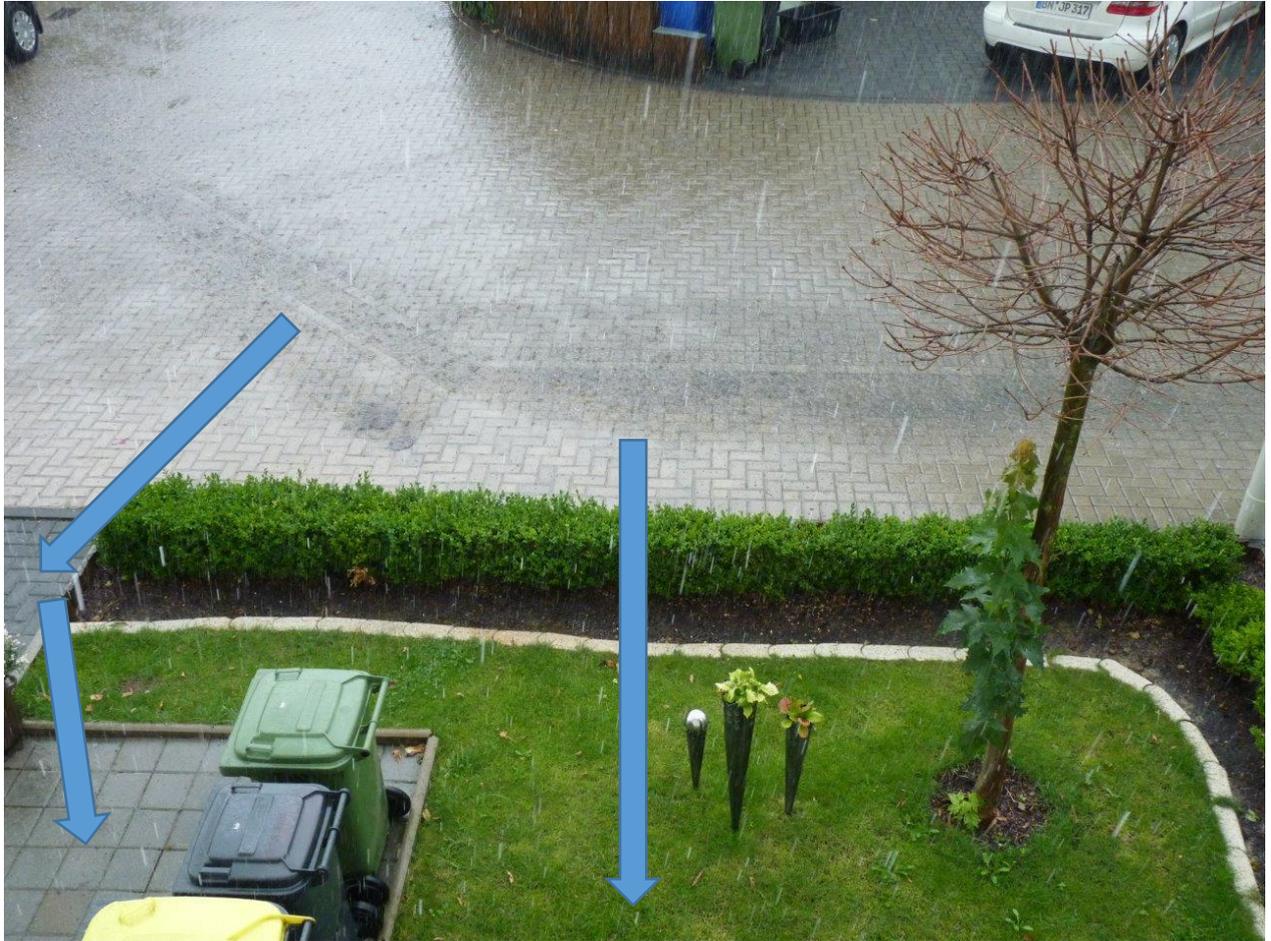
Pkt.	Beschreibung und Ergebnis	Bemerkung
	<p>Der Termin fand statt, um das Überflutungsproblem [REDACTED] zu besprechen.</p> <p>[REDACTED] erläuterte die stattgefundenen Überflutungen von Juni 2013. Er gab außerdem an, dass das Wasser bereits bei kleineren Ereignissen auf der Straße Pfützen bilde und nicht zu den vorhandenen Straßeneinläufen fließe.</p> <p>Primär verantwortlich für das Überfluten des Grundstückes ist nach Meinung der Familie [REDACTED] das Oberflächenwasser, welches aus der Straße „An der Siebengebirgsbahn“ anfällt und aufgrund des Gefälles noch zusätzlich auf die Straße „Am Alten Rheinarm“ fließt. Direkt vor dem Haus der Familie befindet sich eine Senke, dort hatte sich das Wasser gesammelt. Bei einer Ausbreitung der Pfütze floss das Wasser auf das Grundstück der Familie Kahlert, lief in zwei Lichtschächte hinein, welche ungesichert waren und drückte dort die Kellerfenster auf. Im Keller stieg das Wasser auf 40 – 50 cm an. Durch ein schnelles Eingreifen konnten Schäden an der Bausubstanz vermieden werden. Beschädigt wurden vor allem der Bodenbelag, Türen und „alles, was im Keller stand“. Der Schaden beläuft sich auf ca. 1.500 €.</p> <p>Im Anschluss an das Regenerereignis wurden von der Familie [REDACTED] folgende Maßnahmen durchgeführt:</p> <p>Die Lichtschächte vor dem Haus, wurden mit einer Umfassung versehen und somit die Oberkante angehoben, die Fenster wurden durch eine Druckdichte Variante ersetzt. Die Anschlüsse im Kellerbereich wurden über eine Rückstauklappe gesichert.</p>	

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

gez. i.A. Hermle

**Anlage**

**Verteiler** Herr Koch, Stadt Bonn



**INTERNER AKTENVERMERK**

Ortstermin am: 23.04.2016

Teilnehmer: [REDACTED] Herr Hermle Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

26.04.2016

LUHE/SA 21394.02

**Nachstehende Ausführungen bitten wir zu prüfen und zu den Akten zu nehmen:**

**Entwässerung Am Sonnenberg, Folgephasen  
Gesprächsnotizen, Bürgerbefragung**

[REDACTED]

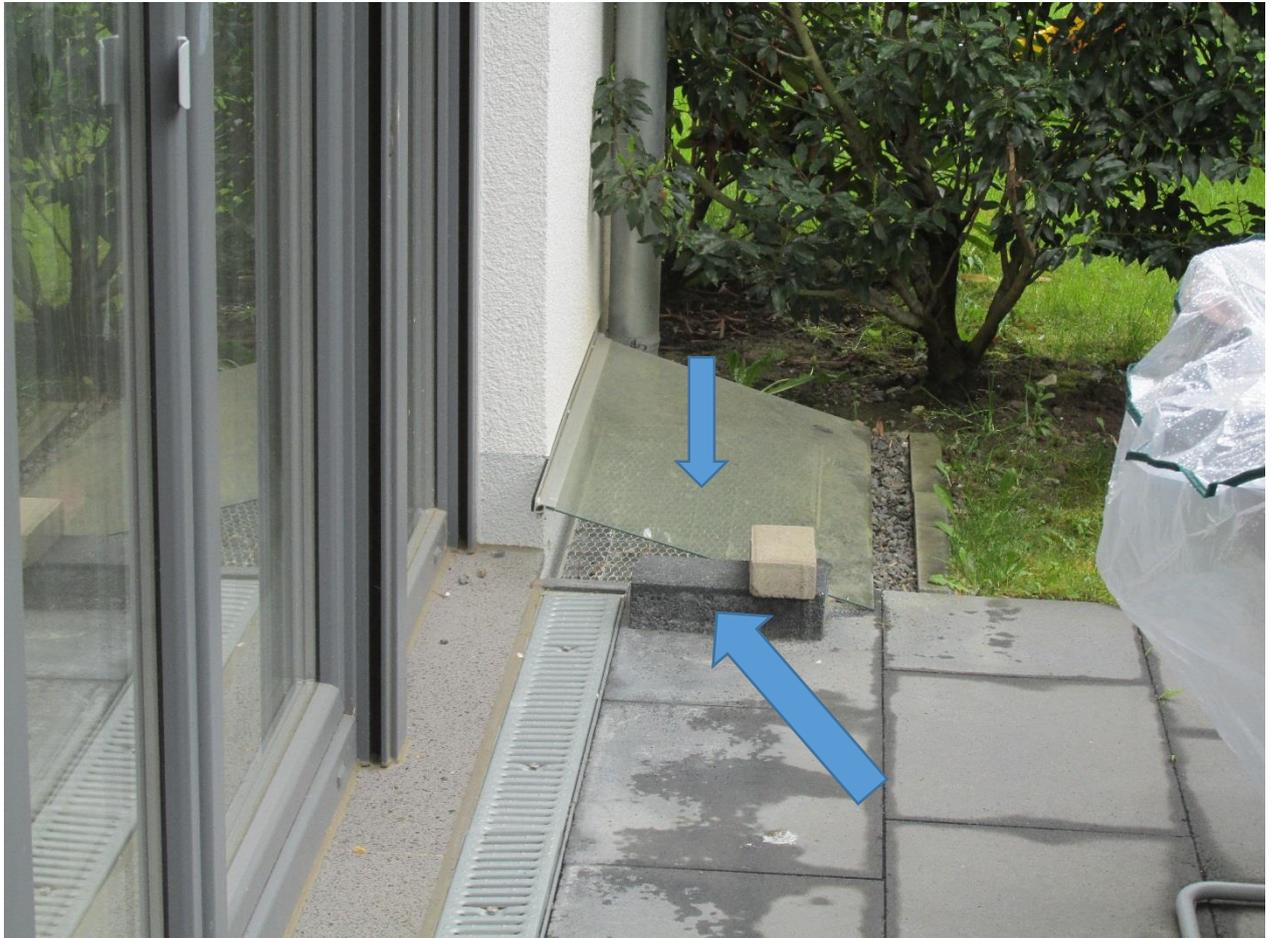
Pkt.	Beschreibung und Ergebnis	Bemerkung
	<p>Der Termin fand statt, um das Überflutungsproblem [REDACTED] zu besprechen.</p> <p>[REDACTED] erläuterte die stattgefundenen Überflutungen von 2013.</p> <p>Primär verantwortlich für das Überfluten des Grundstückes sind die Regenfallrohre an der Rückseite des Hauses. Diese waren überlastet und ein Großteil des Wassers sammelte sich auf der Terrasse, von dort floss das Wasser in die Lichtschächte. Während diese zwar gegen Sickerwasser und von oben kommendes Regenwasser gesichert sind, so findet sich bei den Schächten kein Schutz gegen ein Hineinfließen von der Oberfläche. Da die Fenster zurzeit des Niederschlags gekippt waren, konnte ungehindert das Wasser in den Keller fließen.</p> <p>Im Keller stand das Wasser nur wenige Zentimeter und durch eine Trocknung des Kellers, die direkt im Anschluss stattfand, konnte eine Beschädigung des Bodens und der Bausubstanz vermieden werden.</p> <p>Als weitere Maßnahme wurde eine Anhebung der Lichtschächte empfohlen, da diese aktuell noch tiefer liegen als die Platten der Terrasse.</p> <p>Von [REDACTED] [REDACTED] wurde weiterhin angemerkt, dass es bei starken Niederschlägen zu einem Abfluss aus den nördlich und höher liegenden Grundstücken auf sein Grundstück komme (siehe Anlage). Ob das Wasser von der Königswinterer Straße oder nur von dem Grundstück nördlich von ihm kommt, konnte er nicht sagen.</p>	

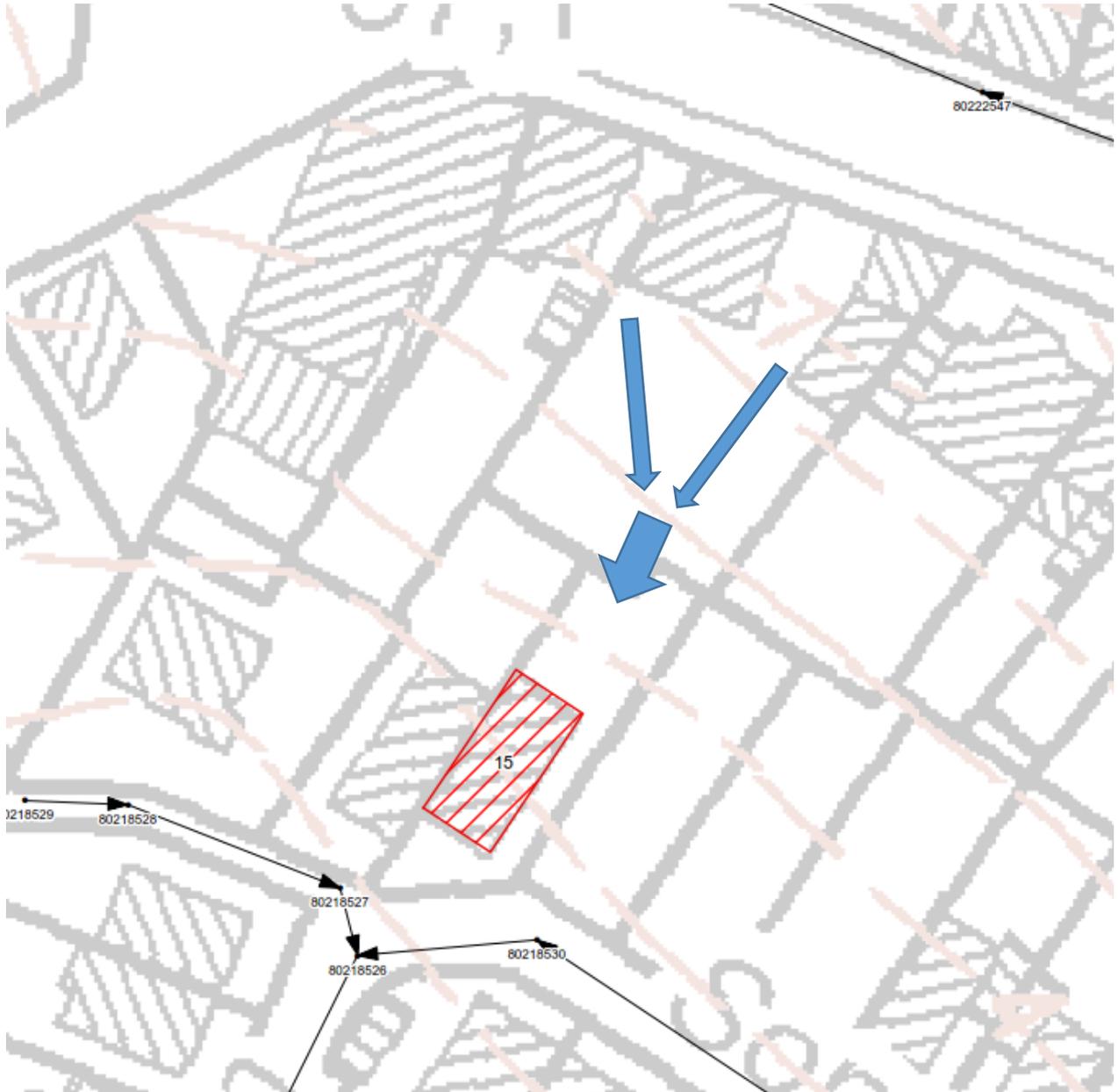
Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

gez. i.A. Hermle

**Anlage**

**Verteiler** Herr Koch, Stadt Bonn





**INTERNER AKTENVERMERK**

Ortstermin am: 23.04.2016

Teilnehmer: [REDACTED]  
Herr Hermle Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

26.04.2016

LUHE/SA 21394.02

**Nachstehende Ausführungen bitten wir zu prüfen und zu den Akten zu nehmen:**

**Entwässerung Am Sonnenberg, Folgephasen  
Gesprächsnotizen, Bürgerbefragung**

[REDACTED]

Pkt.	Beschreibung und Ergebnis	Bemerkung
	<p>Der Termin fand statt, um das Überflutungsproblem [REDACTED] [REDACTED] zu besprechen.</p> <p>[REDACTED] erläuterten die stattgefundenen Überflutungen von Juni 2013.</p> <p>Primär verantwortlich für das Überfluten des Grundstückes sind die vor dem Gebäude liegenden Straßenabläufe und Kanalschächte, die an niedrigster Stelle bei Starkregen überstauen können. Die Zufahrt des Hauses befindet sich am tiefsten Punkt der Straße. Zusätzlich zum Überstau durch die Schächte sammelt sich auch das Oberflächenwasser vor der Hauseinfahrt der Familie Rademacher. Da die Straße ohne eine Bordsteinkante an das Grundstück anschließt, wird das sich ausbreitende Wasser nicht abgehalten und kann in die vor dem Haus befindlichen Lichtschächte fließen.</p> <p>Die zuvor angebrachten Kellerfenster wurden aufgedrückt und der Keller vom Wasser geflutet. Durch den Wasserstand, der ca. 1 Meter betragen haben soll, sind Schäden von ca. 15.000 € entstanden.</p> <p>Als Maßnahme wurden alle Lichtschächte mit druckdichten Fenstern versehen. Im Vorgarten wurden die Platten etwas angehoben, um das Geländeniveau etwas anzuheben.</p> <p>Eine Rückstauklappe wurde nicht installiert, da die Anschlüsse im Haus alle über der Rückstauenebene liegen.</p> <p>Im Rahmen der Ortsbegehung kann bestätigt werden, dass die Straße nicht mit einem Rand/- oder Bordstein vom Vorgarten oder der Hauszufahrt getrennt wird. Das anstauende Wasser kann ungehindert auf das Grundstück fließen.</p> <p>Als mögliche Maßnahme wurde eine Erhöhung der Zufahrt durch eine Schwelle und eine Abgrenzung des Vorgartens durch eine Mauer genannt.</p>	

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH

gez. i.A. Hermle

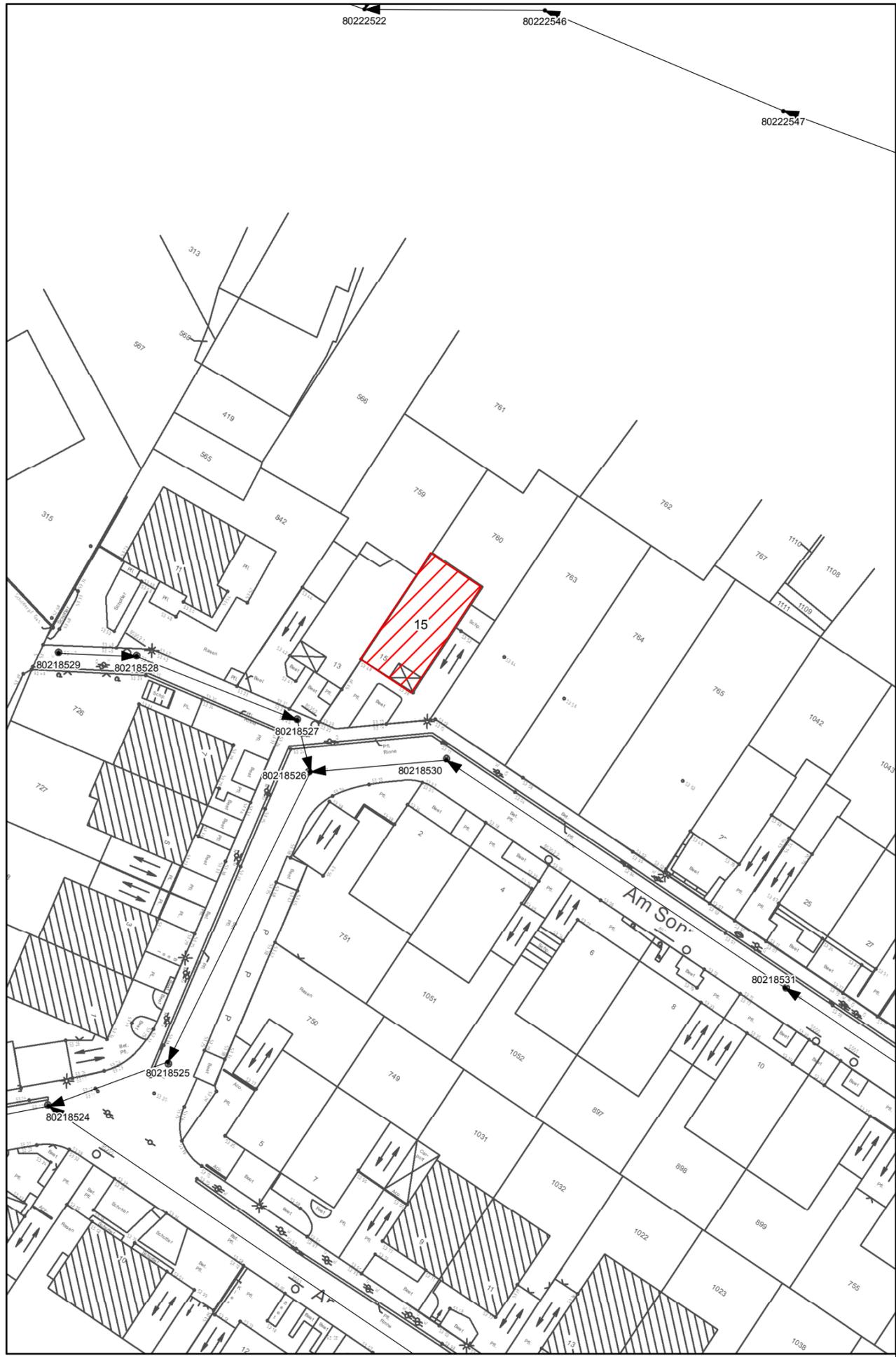
**Anlage**

**Verteiler** Herr Koch, Stadt Bonn



## **Anlage 3**

Lagepläne



Bonn, den \_\_\_\_\_

--	--	--


**Kreative Ingenieurleistungen  
für eine intakte Umwelt**  
 Dortmund · Düsseldorf · Erfstadt · Koblenz · Solingen · Speyer  
[www.fischer-teamplan.de](http://www.fischer-teamplan.de) · [info@fischer-teamplan.de](mailto:info@fischer-teamplan.de)

NR.	Änderung, Art, Umfang, Ursache	Gezeichnet	Geprüft

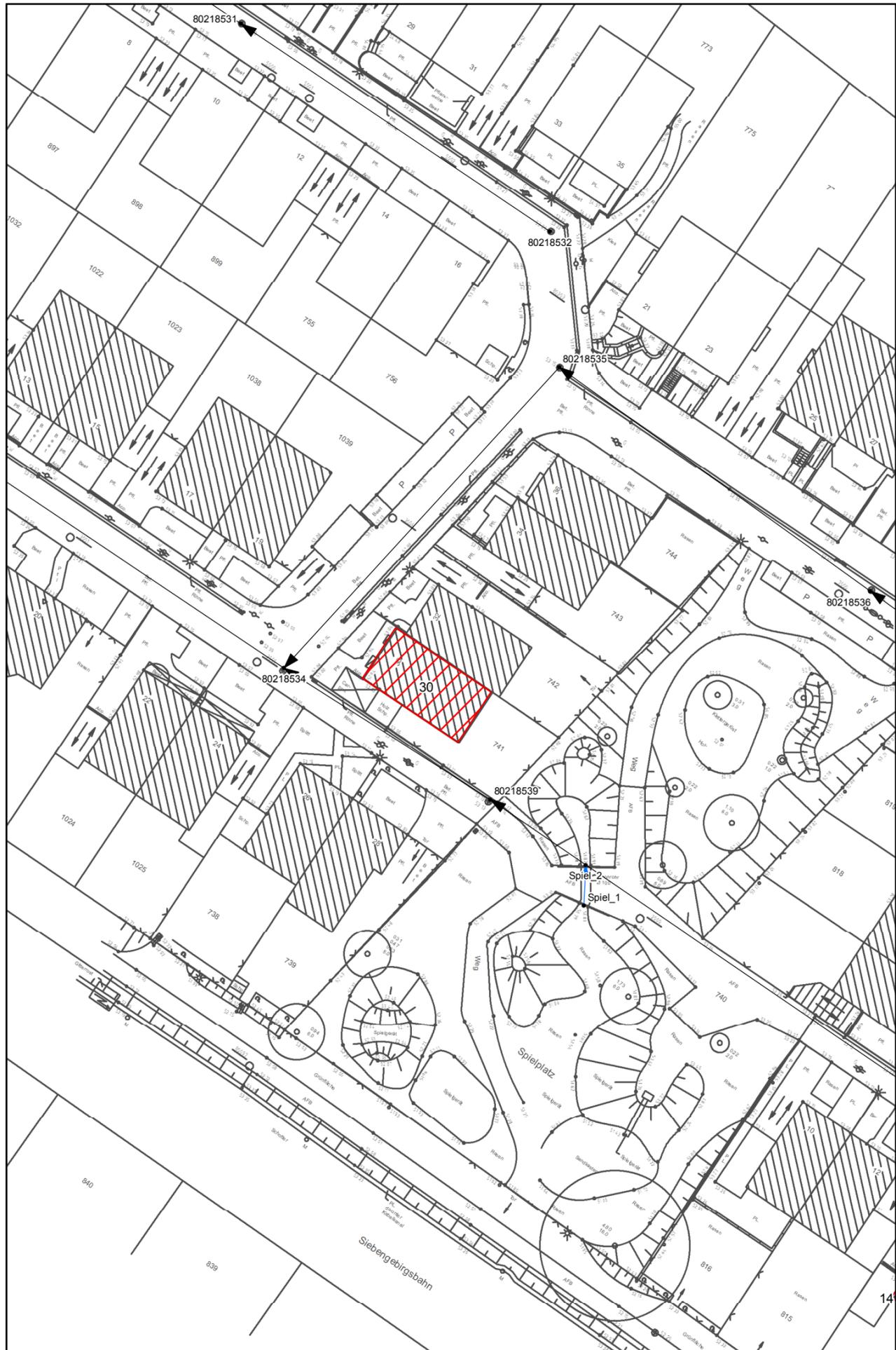
<b>STADT. CITY. VILLE. BONN.</b>	<b>BUNDESSTADT BONN TIEFBAUAMT</b>
--	--

Abteilung: **66-2 Abwasserableitung**

Projekt:  
**Überflutungssituation Bonn Am Sonnenberg**

Plan:  
**Lageplan - Am Sonnenberg 15**

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH		Maßstab 1:500
bearbeitet	: April 2016 Bresser	
gezeichnet	: April 2016 Herme	Zeichnung-Nr. 1 B
geprüft	:	



Bonn, den \_\_\_\_\_


**Kreative Ingenieurleistungen  
für eine intakte Umwelt**  
 Dortmund · Düsseldorf · Erfstadt · Koblenz · Solingen · Speyer  
[www.fischer-teamplan.de](http://www.fischer-teamplan.de) · [info@fischer-teamplan.de](mailto:info@fischer-teamplan.de)

NR. Änderung, Art, Umfang, Ursache	Gezeichnet	Geprüft

**STADT.  
CITY.  
VILLE.  
BONN.**

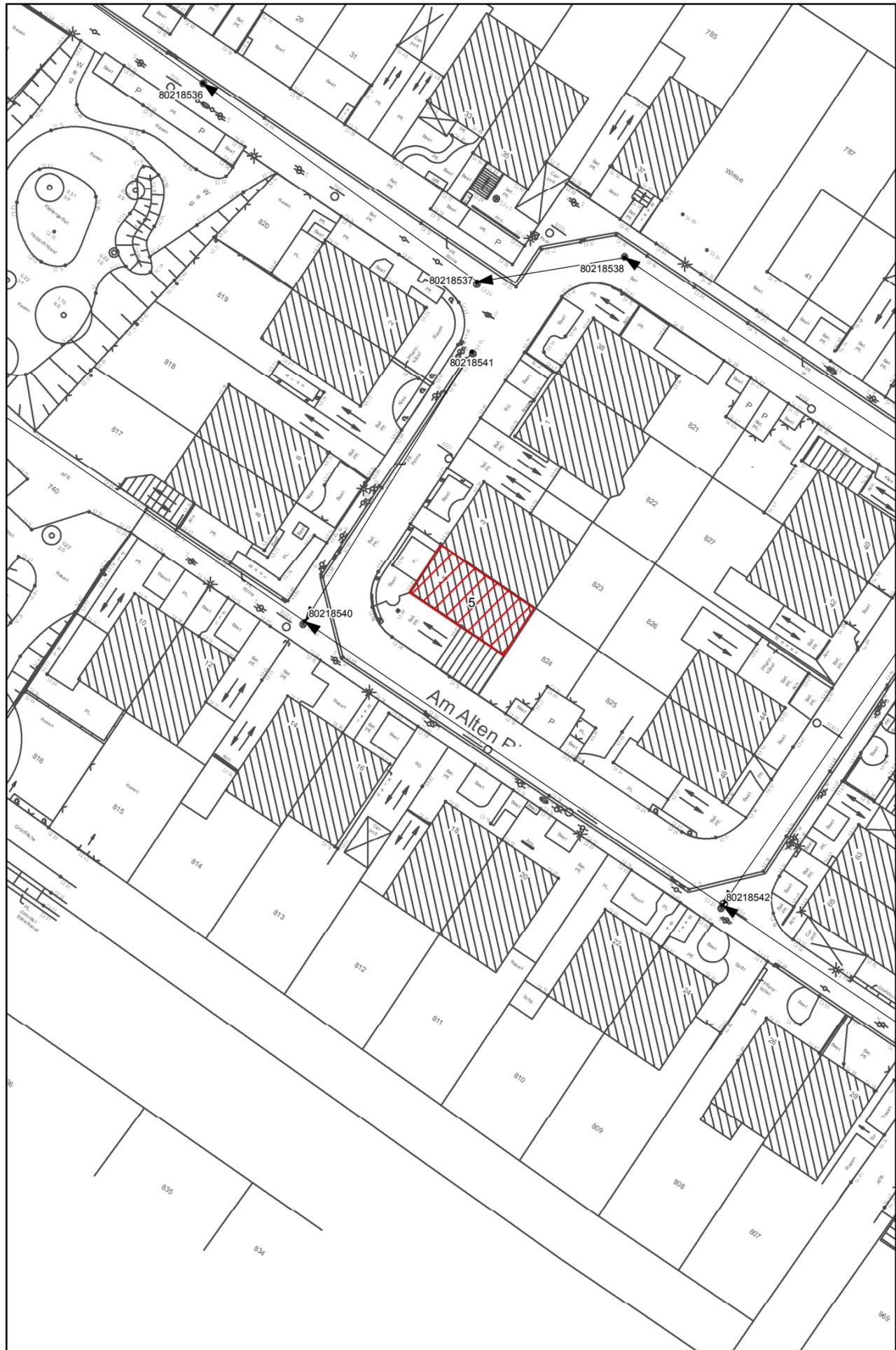
**BUNDESSTADT BONN  
TIEFBAUAMT**

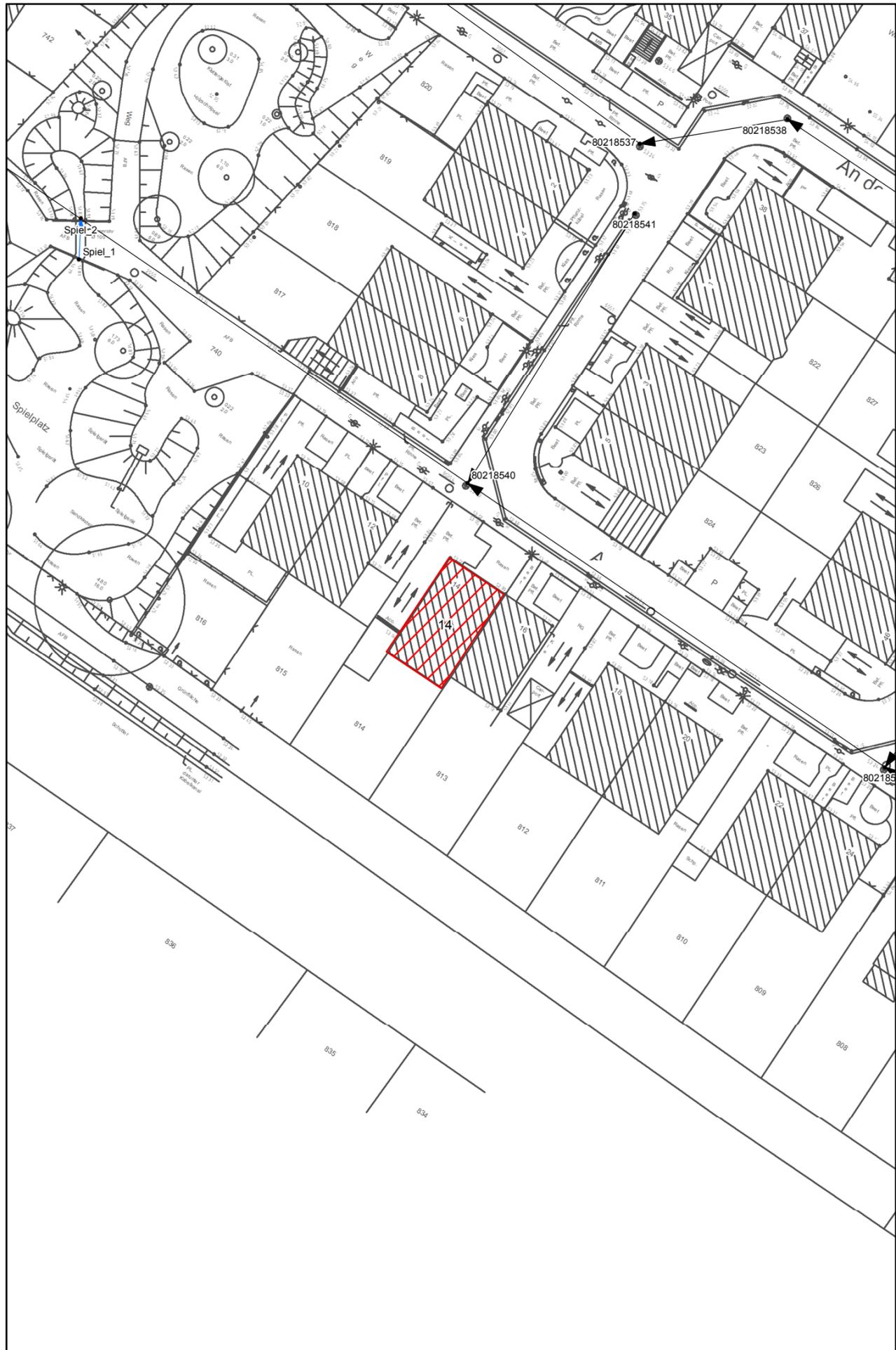
Abteilung: **66-2 Abwasserableitung**

Projekt:  
**Überflutungssituation Bonn Am Sonnberg**

Plan:  
**Lageplan - An der Siebengebirgsbahn 30**

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH		Maßstab 1:500
bearbeitet	: April 2016 Bresser	
gezeichnet	: April 2016 Herme	Zeichnung-Nr. 2 B
geprüft	:	





Bonn, den \_\_\_\_\_

--	--	--

**FRANZ FISCHER** Ingenieurbüro GmbH  
 Kreative Ingenieurleistungen für eine intakte Umwelt  
 Dortmund · Düsseldorf · Erfstadt · Koblenz · Solingen · Speyer  
 www.fischer-teamplan.de · info@fischer-teamplan.de

NR. Änderung, Art, Umfang, Ursache	Gezeichnet	Geprüft

**STADT. CITY. VILLE. BONN.** **BUNDESSTADT BONN TIEFBAUAMT**

Abteilung: **66-2 Abwasserableitung**

Projekt: **Überflutungssituation Bonn Am Sonnberg**

Plan: **Lageplan - Am Alten Rheinarm 14**

Franz Fischer Ingenieurbüro GmbH	Maßstab 1:500
bearbeitet : April 2016 Bresser	Zeichnung-Nr. 4 B
gezeichnet : April 2016 Hermle	
geprüft :	





## **Anlage 6**

Kostenberechnung

## "Entwässerung am Sonnenberg" - Anpassungen der Infrastruktur im öffentlichen Bereich

### KOSTENBERECHNUNG

Projekt 21394 - Vorzugsvariante 1.5

Pos	Kurztext	Menge	Einheit	Kostenschätzung v. 31.07.2018	
				EP (€)	GP (€)
<b>1.</b>	<b>Vorbereitende Arbeiten</b>				
1.1	Bäume umpflanzen	1	St	€ 1.000,00	€ 1.000,00
1.2	Straßenrückbau	130	m2	€ 8,00	€ 1.040,00
1.3	Bodenaushub	200	m3	€ 15,00	€ 3.000,00
1.4	Pflaster aufnehmen und lagern	385	m2	€ 8,00	€ 3.080,00
1.5	Asphalt fräsen	20	m2	€ 15,00	€ 300,00
1.6	Rückbau Straßenablauf	1	psch	€ 120,00	€ 120,00
1.7	Zaun abbauen und beseitigen	25	m	€ 5,00	€ 125,00
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 8.540,00</b>
<b>2.</b>	<b>Kanalisation/Entwässerung</b>				
2.1	Kanal DN 400 verlegen	95	m	€ 350,00	€ 33.250,00
2.2	Schacht inkl. Schachtdeckel herstellen	5	psch	€ 1.500,00	€ 7.500,00
2.3	Aco-Rinne liefern und einbauen	13	m	€ 175,00	€ 2.275,00
2.4	Anschlussleitung Kanal DN 150 liefern und herstellen	6	m	€ 65,00	€ 390,00
2.5	Anschlussleitungen Kanal DN 200 liefern und herstellen	6	m	€ 65,00	€ 390,00
2.6	Betonausmündung liefern und einbauen	2	psch	€ 3.000,00	€ 6.000,00
2.7	Oberbodenschicht mit Sandgemisch liefern und herstellen	0	m3	€ 21,00	€ 8,40
2.8	Kiesschicht liefern und herstellen	4	m3	€ 24,00	€ 96,00
2.9	Frostschuttschicht liefern und herstellen	0	m3	€ 23,00	€ 4,60
2.10	Naturstein liefern und versetzen	2	m2	€ 150,00	€ 300,00
2.11	Fuge gemäß ZTV Fug herstellen	5	m	€ 15,00	€ 75,00
2.12	Rasenfläche incl. Oberboden und Ansaat	20	m2	€ 7,50	€ 150,00
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 50.439,00</b>
<b>3.</b>	<b>Straßen-/Tiefbauarbeiten</b>				
3.1	Planum herstellen	100	m2	€ 1,00	€ 100,00
3.2	Frostschuttschicht einbauen	130	m2	€ 23,00	€ 2.990,00
3.3	Pflasterinne versetzen	20	m	€ 18,00	€ 360,00
3.4	Straßenablauf versetzen	1	psch	€ 650,00	€ 650,00
3.5	Schrägbord 5cm liefern und versetzen	100	m	€ 25,00	€ 2.500,00
3.6	Schrägbord 10cm liefern und versetzen	10	m	€ 25,00	€ 250,00
3.7	Bodenaushub als Verwallung einbauen	2	m3	€ 20,00	€ 40,00
3.8	Tiefbord versetzen	20	m	€ 15,00	€ 300,00
3.9	Pflaster wieder einbauen	385	m	€ 10,00	€ 3.850,00
3.10	Entwässerungsfläche aus Beton herstellen	8	m2	€ 65,00	€ 520,00
3.11	Baumschutzroste zur Einfassung der Schachtdeckel liefern und einbauen	2	psch	€ 3.500,00	€ 7.000,00
3.12	Gelände Spielplatz anpassen	40	m2	€ 8,00	€ 320,00
3.13	Hangmodellierung Auslaufbereiche	20	m3	€ 30,00	€ 600,00
3.14	Asphalttragdeckschicht einbauen	20	m2	€ 18,00	€ 360,00
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 19.380,00</b>

Pos	Kurztext	Menge	Einheit	Kostenschätzung v. 31.07.2018	
				EP (€)	GP (€)
<b>4.</b>	<b>Oberflächenmaßnahmen</b>				
4.1	Bodenabtrag (Entsorgung)	98	m3	€ 10,00	€ 979,00
4.2	Zwischenlagern des abgetragenen Bodens	36	m3	€ 10,00	€ 364,00
4.3	Aufbringen von Boden	36	m3	€ 24,00	€ 873,60
4.4	Profilieren, Walzen und Ansäen	835	m2	€ 12,00	€ 10.018,80
4.8	Warntonanlage	1	psch	€ 8.000,00	€ 8.000,00
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 20.235,40</b>
<b>5.</b>	<b>Wege- u. Platzflächen</b>				
5.1	Wege- u. Platzflächenplanum	32	m2	€ 2,50	€ 80,00
5.2	Geotextiles Vlies liefern und verlegen	32	m2	€ 4,50	€ 144,00
5.3	Mineralgemischunterbau 0/45 mm	6	m3	€ 55,00	€ 302,50
5.4	Schotterrasenfläche herstellen	32	m2	€ 10,00	€ 320,00
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 846,50</b>
<b>6.</b>	<b>Fertigstellungspflege</b>				
6.1	Waessern der Rasenflaechen	834	m2	€ 1,80	€ 1.501,20
6.2	Rasenflächen düngen	834	m3	€ 0,20	€ 166,80
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 1.668,00</b>
<b>7.</b>	<b>Entwicklungs- und Gewährleistungspflege</b>				
7.1	Waessern der Rasenflaechen	834	m2	€ 3,60	€ 3.002,40
7.2	Rasenflaechen regelmäÙig maehen	834	m2	€ 5,00	€ 4.170,00
7.3	Rasenflächen düngen	834	m3	€ 0,40	€ 333,60
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 7.506,00</b>
<b>8.</b>	<b>Ausstattung</b>				
8.1	Oecocolor Fallschutzmaterial, gefärbt, liefern und einbauen	36	m3	€ 75,00	€ 2.700,00
8.2	Vorhandenes Spielgerät demontieren	4	Stk.	€ 400,00	€ 1.600,00
8.3	Neues Spielgerät aufbauen	4	Stk.	€ 600,00	€ 2.400,00
8.4	Sandkasten leeren und neu befüllen (Tiefe = 30 cm)	25	m3	€ 38,00	€ 950,00
8.5	Sandkasten einrahmen und mit Vlies nach unten abdichten	80	m2	€ 35,00	€ 2.800,00
	<b>Zwischensumme</b>				<b>€ 10.450,00</b>

Pos	Kurztext	Menge	Einheit	Kostenschätzung v. 31.07.2018	
				EP (€)	GP (€)
	<b>ZUSAMMENSTELLUNG</b>				
1.	Vorbereitende Arbeiten				€ 8.540,00
2.	Kanalisation/Entwässerung				€ 50.439,00
3.	Straßen-/Tiefbauarbeiten				€ 19.380,00
4.	Oberflächenmaßnahmen				€ 20.235,40
5.	Wege- u. Platzflächen				€ 846,50
6.	Fertigstellungspflege				€ 1.668,00
7.	Entwicklungs- und Gewährleistungspflege				€ 7.506,00
8.	Ausstattung				€ 10.450,00
	1. Zwischensumme				€ 119.064,90
	zzgl. 10% Kleinleistungen				€ 11.906,49
	2. Zwischensumme				€ 130.971,39
	zzgl. 5% Baustelleneinrichtung				€ 6.548,57
	<b>Gesamtsumme netto</b>				<b>€ 137.519,96</b>
	<b>zzgl. 19% MWST</b>				<b>€ 26.128,79</b>
	<b>Gesamtsumme brutto</b>				<b>€ 163.648,75</b>
	Aufgestellt: Klä/Gö				
	31.07.2018				

## **Anlage 7**

Lagepläne

## PLANVERZEICHNIS

Blatt-Nr.	Planbezeichnung	Maßstab	Plan-Nr.
1	Überflutungsplan, Ist-Zustand: Modellregen T = 100 a	1:1000	10094123
2	Überflutungsplan, Ist-Zustand: Starkregen vom 20.06.2013	1:1000	10094124
3	Überflutungsplan, Ist-Zustand: Fließgeschwindigkeit - Modellregen T = 100 a	1:500	10108257
4	Überflutungsplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.0 Modellregen T = 100 a	1:1000	10094126
5	Überflutungsplan, Sanierungs-Zustand: Variante 2.0 Modellregen T = 100 a	1:1000	10094131
6	Überflutungsplan, Sanierungs-Zustand: Variante 3.0 Modellregen T = 100 a	1:1000	10094136
7	Überflutungsplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.2 Modellregen T = 100 a	1:1000	10094128
8	Überflutungsplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.3 Modellregen T = 100 a	1:500	10107860
9	Überflutungsplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.4 Modellregen T = 100 a	1:500	10106761
10	Überflutungsplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.4 Fließgeschwindigkeit Modellregen T = 100 a	1:500	10108258
11	Lageplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.5 - Entwurfsplanung	1:250	10152352
12	Lageplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.5 - Modellregen T = 100 a	1:250	10150722
13	Lageplan, Sanierungs-Zustand: Variante 1.5 – Fließgeschwindigkeit Modellregen T = 100 a	1:250	10150753