

Stadt Donauwörth

Alfred-Delp-Quartier

Starkregenrisikomanagement

Starkregengefahrenkarte, Risikobewertung und
Maßnahmenentwicklung

Erläuterungsbericht

Arnold Consult AG

Marsstraße 24 80335 München Tel.: 089/2032068-12

Inhalt

1	Allgemeine Verhältnisse und Grundlagen	6
1.1	Vorhabensträger	6
1.2	Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes	6
1.3	Zweck des Vorhabens	7
1.4	Aufgabenstellung	7
1.5	Methodik	8
1.5.1	Niederschlagsbelastung	8
1.5.2	Berücksichtigung Kanalsysteme	14
2	Datengrundlagen	15
2.1	Eingangsdaten	15
2.2	Hydraulisches Modell	16
2.2.1	Rauheiten im hydraulischen Modell	17
2.2.2	Erster Detaillierungsschritt	20
2.2.3	Zweiter Detaillierungsschritt	20
2.2.4	Dritter Detaillierungsschritt	21
2.2.5	Ergebnisaufbereitung	21
3	Starkregen-Gefahrenkarten	22
3.1	Darstellung der Ergebnisse	22
3.2	Wassertiefen	24
3.3	Gebäudegefahren	25
3.4	Fließgeschwindigkeit	26
3.5	Abflussbereiche	26
4	Intensität der Strömung	27

5	Differenzenpläne	28
6	Gefährdungsanalyse	29
6.1	Beschreibung der Abflusssituation im „Istzustand“	29
6.2	Beschreibung der Abflusssituation im Planzustand	30
6.2.1	Niederschlagsereignis N30 (Detaillierungsstufe 1)	31
6.2.2	Niederschlagsereignis N50 (Detaillierungsstufe 1)	32
6.2.3	Niederschlagsereignis N100 (Detaillierungsstufe 3)	32
6.2.4	Niederschlagsereignis N1000 (Detaillierungsstufe 1)	33
6.3	Planbedingte Veränderungen der Abflusssituation	33
7	Risikobewertung	35
7.1	Innerhalb des Kernbereichs	35
7.2	Außerhalb des Kernbereichs	36
7.2.1	Wohngebiet Dr. Löffellad-Straße	37
7.2.2	Wohngebiet Sternschanzenstraße, Parkstraße, Jurastraße	37
8	Empfohlene Maßnahmen	39
8.1	Innerhalb des Kernbereichs	39
8.1.1	Detaillierungsstufe 1	39
8.1.2	Detaillierungsstufe 2	39
8.1.3	Detaillierungsstufe 3	41
8.2	Außerhalb des Kernbereichs	44
9	Zusammenfassung	46

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Lageplan und Grenzen des Untersuchungsgebiets.....	6
Abbildung 2:	Niederschlagsdaten KOSTRA 2010 R 42/85.....	9
Abbildung 3:	PEN-LAWA 2010 Datenblatt 42/85	11
Abbildung 4:	Planmodell; Räumliche Verteilung der Abflusskoeffizienten auf versiegelten (rot) und unversiegelten (grün) Flächen ...	12
Abbildung 5:	Istmodell Räumliche Verteilung der Abflusskoeffizienten auf versiegelten (rot) und unversiegelten (grün) Flächen	13
Abbildung 6:	Ableitung der Notwendigkeit tiefenabhängiger Rauheitswerte	17
Abbildung 7:	Abbildung der Tabelle 2 aus der Empfehlung zur Anpassung der hydraulischen Ansätze zur Berechnung des Oberflächenabflusses bei Starkregen zur Erstellung von Starkregen-Gefahrenkarten	18
Abbildung 8:	Ist-Modell; Räumliche Verteilung der Rauheiten	19
Abbildung 9:	Planmodell, Räumliche Verteilung der Rauheiten	19
Abbildung 10:	Auszug aus dem Infoblatt zum Sonderprogramm des BAYSTMUV „Integrale Konzepte zum Sturzflut-Risikomanagement“, hier: Einstufung der Gefahr durch Strömung	23
Abbildung 11:	Rote Signatur: Änderungen im Straßenbereich in der dritten Detaillierungsstufe.	43
Abbildung 28:	Südöstlicher Leitdamm, Vorschlag.....	44
Abbildung 29:	Beispiele für Maßnahmenhinweise im Straßenprofil.....	45

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Erstellte Kartensätze.....	23
Tabelle 2:	Gefährdete Gebäude bei einem dreißigjährigen Niederschlagsereignis.....	31
Tabelle 3:	Gefährdete Gebäude bei einem fünfzigjährigen Niederschlagsereignis.....	32
Tabelle 4:	Gefährdete Gebäude bei einem hundertjährigen Niederschlagsereignis.....	32
Tabelle 5:	Gefährdete Gebäude bei einem tausendjährigen Niederschlagsereignis.....	33
Tabelle 6:	Zusammenstellung der Maßnahmen zum vorbeugenden Starkregenmanagement innerhalb des BA01 (Lokalisierung der Maßnahme über Maßnahmennummer in Plan „Vorbeugende Maßnahmen“	41

Tabelle 7:	Zusammenstellung der Maßnahmen zum vorbeugenden Starkregenmanagement außerhalb des BA01(Lokalisierung der Maßnahme über Maßnahmennummer in Plan „Vorbeugende Maßnahmen“	44
------------	---	----

1 Allgemeine Verhältnisse und Grundlagen

1.1 Vorhabensträger

Vorhabensträger für die geplante Maßnahme ist die Stadt Donauwörth.

1.2 Lage und Abgrenzung des Untersuchungsgebietes

- Die untersuchten Bereiche umfassen das Gebiet des ehemaligen Kasernenstandorts der Alfred-Delp-Kaserne sowie die unmittelbar daran angrenzenden Gebiete, die unmittelbar von Abflüssen aus dem Gebiet betroffen sind.



Abbildung 1: Lageplan und Grenzen des Untersuchungsgebietes

1.3 Zweck des Vorhabens

Die Stadt Donauwörth plant die wohnbauliche Entwicklung des ehemaligen Kasernenstandorts der Alfred-Delp-Kaserne. Zu diesem Zweck wird derzeit ein Bebauungsplan in zwei Bauabschnitten (BA1 und BA2) erstellt. Im Rahmen des Genehmigungsverfahrens zum Bebauungsplan hat das Wasserwirtschaftsamt Donauwörth auf die Gefahren durch Starkregen sowohl innerhalb des neu beplanten Bereiches als auch für die Grundstücke im unmittelbaren Umland des Gebietes hingewiesen.

Im Rahmen des daraufhin angestoßenen Starkregen-Risikomanagements wurde in einem ersten Schritt eine GIS-basierte Fließweganalyse durch das Büro HPC erstellt. Grundlage hierfür war das digitale Geländemodell aus der Laser-Scan-Befliegung aus dem Jahr 2013/14. Die aktuellen Planungen wurden darin nicht berücksichtigt.

Zur Feststellung der Gefahrensituation durch Starkregen nach Umsetzung der geplanten Bebauung wurde im nächsten Schritt die hier vorgestellte Starkregengefahrenkarte beauftragt.

1.4 Aufgabenstellung

Die ursprüngliche Beauftragung beinhaltet die Erstellung einer Starkregengefahrenkarte für die Bereiche des Bauabschnitts 1. Inhalte und Gestaltung der Karte orientieren sich an den Vorgaben des DWA-Merkblatts M119 und dem Infoblatt zum Sonderprogramm des BAYSTMUV „Integrale Konzepte zum Sturzflut-Risikomanagement“.

Im weiteren Verlauf der Arbeiten wurde zunächst das ursprünglich beauftragte Gebiet des Bauabschnitts 1 erweitert auf die Außenbereiche der Kaserne sowie den Bauabschnitt 2.

Inhaltlich wurde die Aufgabenstellung im Zuge der Arbeiten erweitert um einen Plan-Ist-Vergleich. Dies insbesondere um die Änderung der Gefährdung durch die neue Bebauung auf die Außenbereiche des Quartiers zu erfassen.

1.5 Methodik

Grundlage für die Erstellung der Gefahrenkarten ist eine hydraulische Berechnung verschiedener Starkregenereignisse mit dem Programm hydro_as-2D Version 4.4, und 5.3. Die Ergebnisse der Berechnung wurden mit Hilfe des GIS-Systems ARCGIS kartografisch aufbereitet.

1.5.1 Niederschlagsbelastung

Die Niederschlagsbelastung wurde für Ereignisse mit einer Wiederkehrhäufigkeit von 30, 50, 100 und 1000 Jahren berechnet.

Die Daten des Niederschlags für das Rasterfeld 42/85 der häufigen bis mittleren Ereignisse wurden dem KOSTRA2010R-Datensatz entnommen, die Daten des 1000-jährlichen Ereignisses für den gleichen Raster beruhen auf PEN-LAWA-Daten.



KOSTRA-DWD 2010R

Nach den Vorgaben des Deutschen Wetterdienstes - Hydrometeorologie -

Niederschlagshöhen nach
KOSTRA-DWD 2010R

Rasterfeld : Spalte 42, Zeile 65
Ortsname : Donauwörth (BY)
Bemerkung :
Zeitspanne : Januar - Dezember
Berechnungsmethode: Ausgleich nach DWA-A 531

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	5,9	7,6	8,5	9,8	11,4	13,1	14,0	15,2	16,9	
10 min	9,1	11,5	12,8	14,5	16,9	19,2	20,6	22,3	24,7	
15 min	11,1	14,0	15,7	17,8	20,6	23,5	25,2	27,3	30,2	
20 min	12,5	15,8	17,7	20,2	23,5	26,8	28,8	31,2	34,5	
30 min	14,2	18,3	20,7	23,7	27,8	31,8	34,2	37,2	41,3	
45 min	15,7	20,7	23,6	27,3	32,3	37,3	40,2	43,9	48,9	
60 min	16,5	22,3	25,7	30,0	35,8	41,5	44,9	49,2	55,0	
90 min	18,1	24,0	27,5	31,8	37,7	43,6	47,1	51,4	57,3	
2 h	19,4	25,4	28,9	33,3	39,3	45,2	48,7	53,1	59,1	
3 h	21,3	27,4	31,0	35,5	41,6	47,6	51,2	56,7	61,8	
4 h	22,8	29,0	32,6	37,1	43,3	49,5	53,1	57,6	63,0	
6 h	25,1	31,4	35,0	39,7	46,0	52,2	55,9	60,5	66,8	
9 h	27,6	34,0	37,7	42,4	48,8	55,2	59,0	63,7	70,1	
12 h	29,5	36,0	39,8	44,5	51,0	57,5	61,3	66,1	72,5	
15 h	30,4	39,0	42,9	47,8	54,4	61,0	64,8	69,7	76,3	
24 h	34,7	41,4	45,3	50,2	58,9	63,6	67,5	72,4	79,1	
48 h	43,5	52,1	57,2	63,6	72,2	80,9	86,0	92,3	101,0	
72 h	49,6	59,4	65,2	72,4	82,2	92,0	97,8	106,0	114,8	

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 Grundwerte 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]	11,10	16,50	34,70	49,60
100 a	Faktor [-]	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe	DWD-Vorgabe
	[mm]	30,20	55,00	79,10	114,80

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

- bei 1 a < T <= 5 a ein Toleranzbetrag von ±10 %
- bei 5 a < T <= 30 a ein Toleranzbetrag von ±15 %
- bei 30 a < T <= 100 a ein Toleranzbetrag von ±20 %

Berücksichtigung finden.

Abbildung 2: Niederschlagsdaten KOSTRA 2010 R 42/85

PEN-LAWA 2010

Bund / Länder Arbeitsgemeinschaft Wasser LAWA



Praxisrelevante Extremwerte des Niederschlags in Deutschland

Tabelle 1: Basiswerte und ausgeglichene Werte

Niederschlagshöhen

Rasterfeld: Spalte: 42 Zeile: 85

T	1000	1000	1000	1000	10000	10000	10000	10000
D	von hN	hN	bis hN	ausge. hN	von hN	hN	bis hN	ausge. hN
0,25 h	42	45	48	51	54	57	60	63
1,00 h	50	55	60	66	100	105	110	85
3,00 h	50	55	60	66	100	105	110	108
6,00 h	90	95	100	100	110	115	120	125
12,00 h	110	115	120	116	130	140	150	145
24,00 h	120	130	140	135	160	170	180	169
48,00 h	150	160	170	156	190	200	210	196
72,00 h	160	170	180	170	200	215	230	214

- T - Wiederkehrzeit (in [a]): mittlere Zeitspanne, in der ein Ereignis einen Wert einmal erreicht oder überschreitet
- D - Niederschlagsdauer einschließlich Unterbrechungen (in [h])
- hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Berechnungswert mit 0,5 als Klassenfaktor(KF) = (OKG-UKG)*KF+UKG
- von hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Untere Klassengrenze (UKG)
- bis hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) Obere Klassengrenze (OKG)
- ausge. hN - Niederschlagshöhe (in [mm]) als Potenzfunktion ausgeglichen über hN

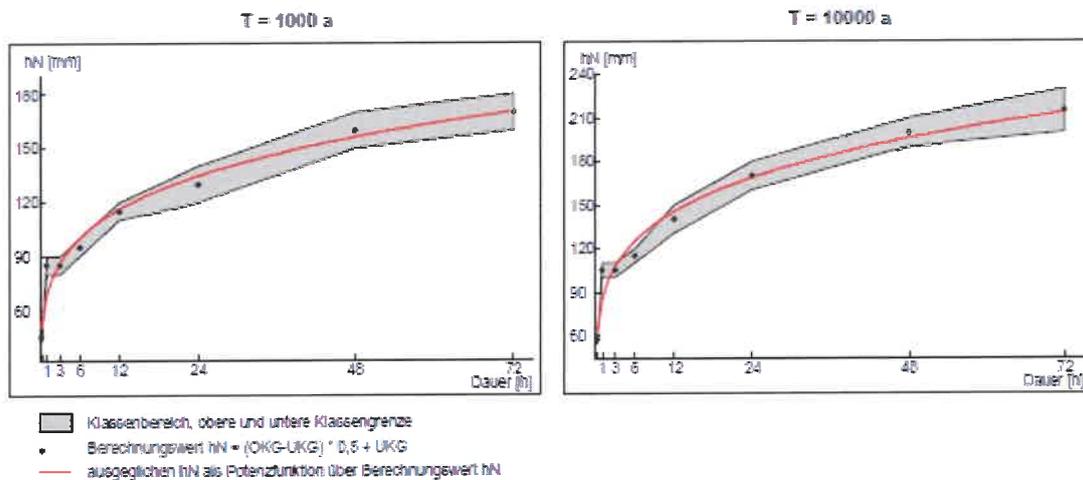


Abbildung 3: PEN-LAWA 2010 Datenblatt 42/85

Aus den genannten Datengrundlagen wurden sogenannte Blockregenereignisse für sämtliche Dauerstufen der untersuchten Jährlichkeiten erstellt. Das bedeutet, dass die gefallene Niederschlagsmenge gleichförmig auf die Niederschlagsdauer verteilt wird.

Die so ermittelten Niederschlagsereignisse werden um einen als Abflusskoeffizient bezeichneten Faktor reduziert. Der Abflusskoeffizient berücksichtigt über die Oberflächenbeschaffenheit des berechneten Flächenelements die Versickerung und die Verdunstung.

Der Abflusskoeffizient wurde für jedes Ereignis individuell über das Lutz-Südbayern-Verfahren ermittelt und nimmt bei steigender Ereignisdauer zu. Die mit zunehmender Bodensättigung abnehmende Versickerungsfähigkeit des unversiegelten Untergrunds wurde somit ebenfalls berücksichtigt.

Die Berücksichtigung der Oberflächenbeschaffenheit beinhaltet, wie in nachfolgenden Abbildungen dargestellt, versiegelte (rot) und unversiegelte (grün) Flächen. Auf den unversiegelten Flächen wurde die Bodenbeschaffenheit berücksichtigt.



Abbildung 4: Planmodell; Räumliche Verteilung der Abflusskoeffizienten auf versiegelten (rot) und unversiegelten (grün) Flächen

Im Istmodell wurde der geänderten Bebauung auch durch unterschiedliche räumliche Verteilung der Abflusskoeffizienten Rechnung getragen.



Abbildung 5: Istmodell Räumliche Verteilung der Abflusskoeffizienten auf versiegelten (rot) und unversiegelten (grün) Flächen

Der durch den Abflusskoeffizienten abgeminderte Niederschlag wird als Effektivniederschlag bezeichnet. Die Einzelwerte werden dem hydraulischen Modell als sogenannte Quellterme in Form von Intensitätswerten in [mm/h] auf jedem Knotenpunkt zugegeben.

Bei Umsetzung der Planung ist darauf zu achten, dass die als unversiegelt gekennzeichneten Flächen von Bebauung freigehalten und als versickerungsfähige Flächen erhalten werden. Nicht berücksichtigte Änderungen der Flächenversiegelungen können Einfluss auf die Ergebnisse haben und ggf. eine Neuberechnung erforderlich machen.

1.5.2 Berücksichtigung Kanalsysteme

Die Anlagen der Siedlungsentwässerung sind üblicherweise nicht auf Niederschlagsereignisse der hier untersuchten Intensität ausgelegt und können demnach bei allen Ereignissen als vollständig überlastet angenommen werden. Das bedeutet, dass der gesamte Effektivniederschlag über die Modelloberfläche abfließen muss. Evtl. im Kanalsystem vorhandene Speichervolumina bleiben unberücksichtigt.

2 Datengrundlagen

2.1 Eingangsdaten

Folgende Datengrundlagen wurden zu Beginn des Projektes in digitaler Form durch den Vorhabensträger übergeben und im Projekt verwendet:

- Digitale Flurkarte, Gebäude Stand 2014
- Luftbilder, Stand 2015
- Laser-Scan-Befliegungsdaten 2013/2014
- Planentwurf Bebauungsplan, 2D
- Fließweganalyse HPC
- Bestandsinformationen

Im weiteren Verlauf des Projektes wurden ergänzt:

- Bestandsvermessung Schellenbergstraße, Stadt Donauwörth, Okt. 2021
- Bestandsvermessung Wohngebiet Dr.-Löffellad-Str. Stadt Donauwörth, Dez. 2021
- Bestandsplan Vermessung, 2018
- Planungsstand Straße 2D, 06/2021 (HPC)
- Planungsstand Straße 3D 03/2022 (HPC)
- Aktualisierte Geländehöhen 3D 03/22 (Wipfler Plan)

Die übergebenen Daten waren zur Bearbeitung der Aufgabenstellung zum Teil nicht geeignet, da die geplanten Höhen der Geländemulden, der Straßen und Gebäude zum Teil nur nachrichtlich enthalten waren und nur als 2D-Information vorlagen.

2.2 Hydraulisches Modell

Zur hydraulischen Berechnung der ermittelten Niederschlagsereignisse wurde das 2D-Finite Elemente Berechnungsmodul hydro_as-2D in der Version 4.4.3 in der grafischen Oberfläche SMS 12 verwendet.

Der Modellaufbau erfolgte auf Grundlage des Laser-Scan Punktdatensatzes, der digitalen Flurkarte und des ATKIS-Datensatzes der tatsächlichen Nutzung. Als Raumbezug wurde das Koordinatensystem UTM32 ETRS89 gewählt.

Der Modellaufbau umfasste zwei Teile: Den Teil außerhalb des Kasernengeländes und den im Folgenden als Kernbereich bezeichneten Raum innerhalb des Bebauungsplangebietes des ehemaligen Kasernengeländes mit den Bauabschnitten 1 und 2.

Im äußeren Bereich wurden die Geländehöhen zunächst allein auf Grundlage des Laser-Scan-Datensatzes aufgebaut. Zusätzliche Vermessungen erfolgten in der ersten Detaillierungsstufe im Bereich der Schellenbergstraße und in der zweiten Stufe im Bereich des südlich angrenzenden Wohngebietes Dr.-Löffellad-Straße.

Für die Modellierung des Ist-Modelles wurde im Kernbereich ausschließlich auf die Daten des Laser-Scan-Datensatzes zurückgegriffen.

Für den Planungszustand dienten die Laser-Scan Daten nur zur Verdichtung bzw. Ergänzung an einigen wenigen Stellen, an denen keine Planungsdaten vorlagen. In den überwiegenden Bereichen entsteht durch die aktuellen Planungen ein völlig neues Relief und genau dieses neue Relief wurde der hydraulischen Untersuchung unterzogen.

Datengrundlage für den Kernbereich waren die Höhenmodelle der Straßenplanung, der Wohngebäude und der Freilandplanung. Alle drei Datensätze mussten für das Modell zusammengeführt werden. An Stellen, die durch keinen der drei Datensätze ausreichend definiert waren, wurde auf den Laser-Scan zurückgegriffen, der den Bestand 2014 repräsentiert.

Aufgrund des zum Zeitpunkt der Modellerstellung aktuellen Planungsstandes und aus Gründen der vereinbarten Bearbeitungstiefe mussten in der ersten

Detailierungsstufe noch einige Aspekte der Geländemodellierung unberücksichtigt bleiben:

- Gehsteigkanten wurden im Kernbereich nicht berücksichtigt
- Zwischen Straßenkanten und Gebäudekanten wurden die Geländehöhen interpoliert
- Fensterhöhen und -positionen, auch Kellerfenster wurden nicht berücksichtigt
- Tiefgarageneinfahrten wurden nur grob der Lage nach in den Karten abgebildet, nicht jedoch hydraulisch berechnet.

Sinnvollerweise wurde zu einem fortgeschrittenem Realisierungszeitpunkt geprüft, inwieweit das bestehende Modell in diesen und ggf. auch weiteren Punkten nachgeschärft, und neu berechnet werden musste.

2.2.1 Rauheiten im hydraulischen Modell

Im hydraulischen Modell werden die unterschiedlichen Rauheiten anhand der Flächennutzung des ATKIS-Datensatzes zugewiesen. Die Rauheiten wurden als tiefenabhängige k_{st} -Werte zugewiesen. Zur Erläuterung der Notwendigkeit der tiefenabhängigen Rauheitswerte dient nachfolgende Abbildung:

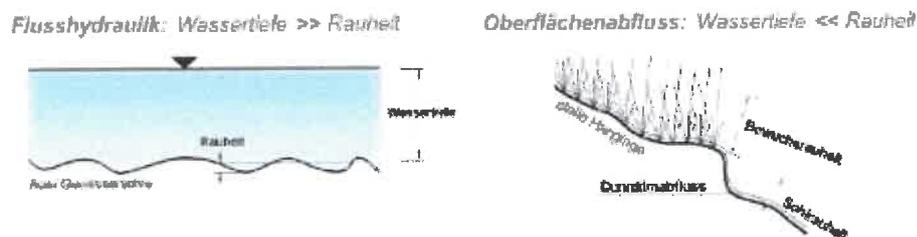


Abbildung 6: Ableitung der Notwendigkeit tiefenabhängiger Rauheitswerte
Die Zuweisung der Rauheitswerte folgte den „Empfehlungen zur Anpassung der hydraulischen Ansätze zur Berechnung des Oberflächenabflusses bei Starkregen zur Erstellung von Starkregen-Gefahrenkarten“ aus dem Projekt KLIMPRAX der Hochschule Rhein-Main und des Fachzentrums Klimawandel und Anpassung.

Tabelle 2: Empfehlung für Rauheitswerte zur Modellierung von Starkregengefahrenkarten
 (Stand 03/2020 – zukünftige Änderungen der Empfehlungen möglich)

	Rauheit nach Gaukler-Manning-Strickler k_{st} [$m^{1/3}/s$]	
	Dünnsfilm bis 2 cm	ab 10 cm
Ackerland	8-12	15-30
Ackerland, verschlamm	10-15	20-35
Gartenland	3-6	5-15
Wald, Gehölz, Laub- und Nadelholz	3-6	5-20
Grünland	5-10	20-35
Rasen	3-8	20-35
Siedlungsfläche	6-15	10-20
Fließgewässer, Stehendes Gewässer *		15-35
Fließgewässer, verschlamm *		25-50
Fließgewässer, stark bewachsen *		5-20
Wildbach *		10-15
Gemauert, gemauert, Beton *		50-80
Landwirtschaftlicher Weg (Kies, Schotter) *		20-40
Straße, Weg (Asphalt) *		40-60
Straße, Weg (gepflastert) *		30-50

* Für diese Nutzungsarten sind keine Dünnsfilmabflüsse anzusetzen

Abbildung 7: Abbildung der Tabelle 2 aus der Empfehlung zur Anpassung der hydraulischen Ansätze zur Berechnung des Oberflächenabflusses bei Starkregen zur Erstellung von Starkregen-Gefahrenkarten

Die räumliche Verteilung der Rauheiten im Kernbereich wurde für das Plan- und Istmodell unterschiedlich zugewiesen

Materials Legend

-  Disable
-  Wald_10
-  Verkehrsflaeche_40
-  Strasse_Weg_40
-  Sonstige_Siedlungsflaeche_12
-  Siedlungsfreiflaeche_16
-  Gruenland_20
-  Gewerbegebiet_12
-  Gehoelz_10
-  Ackerland_15
-  Gebäude_40

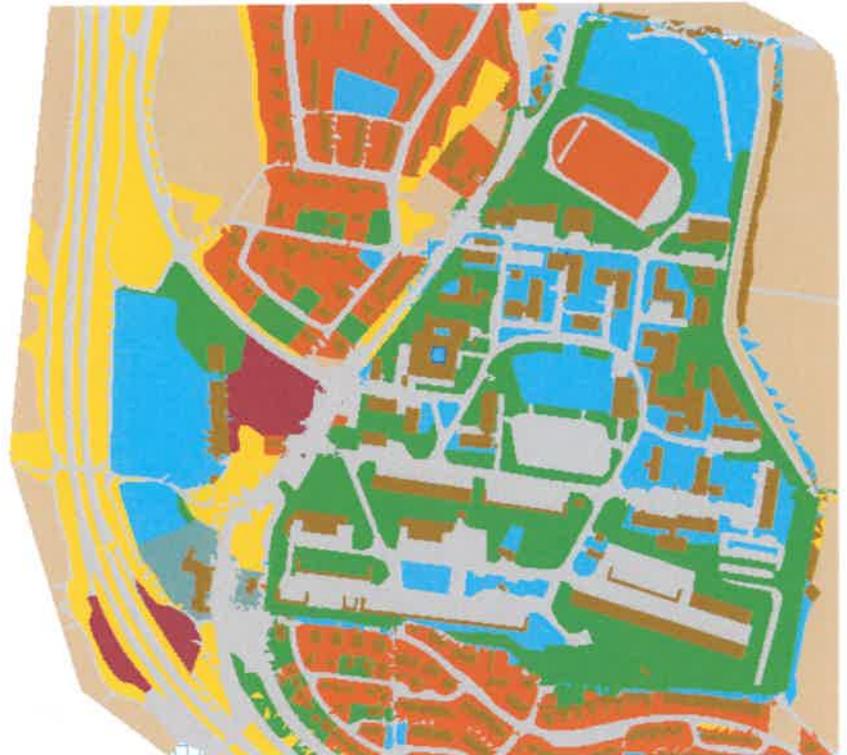


Abbildung 8: Ist-Modell; Räumliche Verteilung der Rauheiten

Materials Legend

-  Disable
-  Wald_10
-  Verkehrsflaeche_40
-  Strasse_Weg_40
-  Sonstige_Siedlungsflaeche_12
-  Siedlungsfreiflaeche_16
-  Gruenland_20
-  Gewerbegebiet_12
-  Gehoelz_10
-  Ackerland_15
-  Gebäude_40



Abbildung 9: Planmodell, Räumliche Verteilung der Rauheiten

2.2.2 Erster Detaillierungsschritt

Im Außenbereich stellte sich nach ersten Berechnungen heraus, dass die Abflussverhältnisse dort ohne ein genaueres Straßenaufmaß nicht sinnvoll wiedergegeben werden konnten. Die vorliegenden Vermessungsdaten der Sternschanzenstraße aus dem Jahr 2018 sowie aktuelle Nachvermessungen der Schellenbergstraße wurden daraufhin im ersten Detaillierungsschritt in Plan- und Istmodell eingearbeitet.

2.2.3 Zweiter Detaillierungsschritt

Die zweite Detaillierungsstufe wurde nur für die Jährlichkeit N100 berechnet und dargestellt!

In einem zweiten Detaillierungsschritt sollten erste Aussagen zu möglichen Drittbetroffenheiten im Außenbereich nachgeschärft und mit höherer Genauigkeit berechnet werden. Hierzu erfolgte im Dezember 2021 im Bereich Dr.-Löffellad-Straße eine detaillierte Vermessung und Übernahme in das hydraulische Modell.

Für den Kernbereich mussten die Vorgaben des Stadtrates zur Überflutungssicherheit bei N100 berücksichtigt werden. Dementsprechend sollten alle Abflüsse eines N100-Ereignisses schadlos über den öffentlichen Straßenraum abfließen können. Deshalb erfolgte die Übernahme der Straßenplanung Stand 03/2022 in das hydraulische Modell. Die Gebäude des BA2 wurden aus dem Modell entfernt. In diesem Planungsschritt der Straßenplanung wurden bereits die auf der Grundlage der ersten Berechnungen erforderlichen Anpassungsmaßnahmen aus dem Starkregenmanagement berücksichtigt: Bei der Straßenprofilierung wurden die

in den Starkregengefahrenkarten angegebenen Abflussmengen des N100-Ereignisses berücksichtigt.

2.2.4 Dritter Detaillierungsschritt

Die dritte Detaillierungsstufe wurde nur für die Jährlichkeit N100 berechnet und dargestellt!

Die Ergebnisse des zweiten Detaillierungsschritts wurden erneut in die Planung des Straßenraums eingearbeitet. Die Geländehöhen danach angepasst. Die geänderten Daten wurden in das Modell übernommen. In diesem hydraulischen Modell wurden sämtliche Maßnahmen, die zur schadlosen Ableitung des Oberflächenwassers erforderlich waren, ebenfalls bereits implementiert. Das Modell der dritten Detaillierungsstufe bildet somit die Grundlage des Starkregenmanagements für die Aufstellung des Bebauungsplans.

2.2.5 Ergebnisaufbereitung

Die Berechnungsergebnisse der hydraulischen Berechnung ergeben für jede Dauerstufe eine spezifische maximale Wassertiefe an jedem Modellknoten. Um die unterschiedlichen Wassertiefen der verschiedenen Dauerstufen bei gleichen Jährlichkeiten zu berücksichtigen wurde ein kumulativer Ansatz gewählt. Das bedeutet, dass aus allen Maximalwassertiefen einer Jährlichkeit (Dauerstufen 0,25 h bis 72 h) ein Datensatz erzeugt wurde, der die Maximalwerte der Wassertiefen aller Dauerstufen enthält. Dieser Datensatz wurde für die Kartendarstellung verwendet. Er stellt somit über alle Modellknoten hinweg den für jede Jährlichkeit ungünstigsten Fall dar (worst-case-Szenario). Dieses Vorgehen wurde gewählt, weil die kritischen Wassertiefen innerhalb einer Jährlichkeit bei verschiedenen Dauerstufen an verschiedenen Stellen auftreten können und deshalb kein eindeutiges „kritisches Ereignis“ über das gesamte Gebiet ermittelt werden kann.

3 Starkregen-Gefahrenkarten

3.1 Darstellung der Ergebnisse

Als Ergebnisse der hydraulischen Berechnung wurden für jede Dauerstufe aller Jährlichkeiten Wassertiefen, Fließgeschwindigkeiten und -richtungen sowie Wasserspiegellagen errechnet.

- Wassertiefen werden in 4 Tiefenklassen mit unterschiedlichen Blautönen dargestellt

Aus den errechneten Ergebnissen können weitere Ergebnisse errechnet oder abgeleitet werden:

- Zur Darstellung der Fließwege wurden Fließrichtungspfeile aus den errechneten Fließgeschwindigkeitsvektoren erzeugt
- Aus den Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen konnten an definierten Stellen im Modell Abflüsse ermittelt werden, die in Form von Textblöcken in der Karte ausgewiesen werden
- Bereiche mit höheren Fließgeschwindigkeiten wurden als Gefahrenbereiche mit einer roten Schraffur besonders hervorgehoben.
- Aus dem Produkt aus Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen kann als Flächensignatur die Strömungsintensität abgeleitet werden. Sie ist ein Maß für die Gefährlichkeit eines Abflussbereiches:

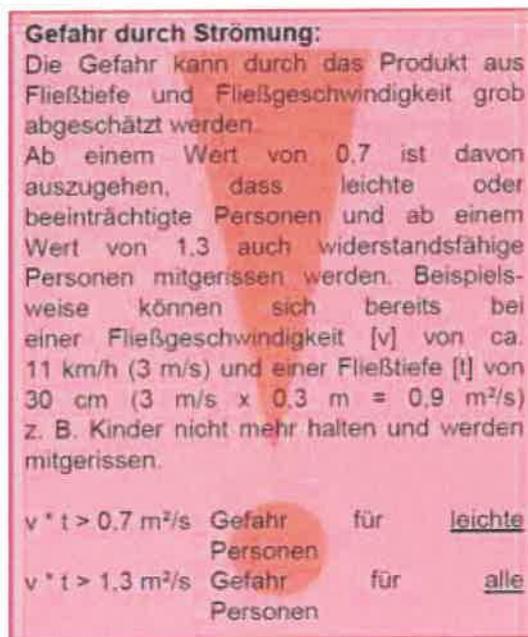


Abbildung 10: Auszug aus dem Infoblatt zum Sonderprogramm des BAYSTMUV „Integrale Konzepte zum Sturzflut-Risikomanagement“, hier: Einstufung der Gefahr durch Strömung

- Textliche Hinweise geben Auskunft über besondere Gefahrenbereiche und Ausflüsse aus dem Gebiet. Hier wurden die Dauerstufen mit den maximal auftretenden Abflüssen ausgewertet.
- Die Wassertiefe, die am Umriss eines Gebäudes errechnet wird, gibt einen Hinweis auf die Gefährdung des jeweiligen Gebäudes. Jedes Gebäude wird anhand der es umgebenden Wassertiefe mit einer die Gefahr verdeutlichenden Farbsignatur gekennzeichnet.

Die Ergebnisse wurden in folgenden Kartensätzen dargestellt

Tabelle 1: Erstellte Kartensätze

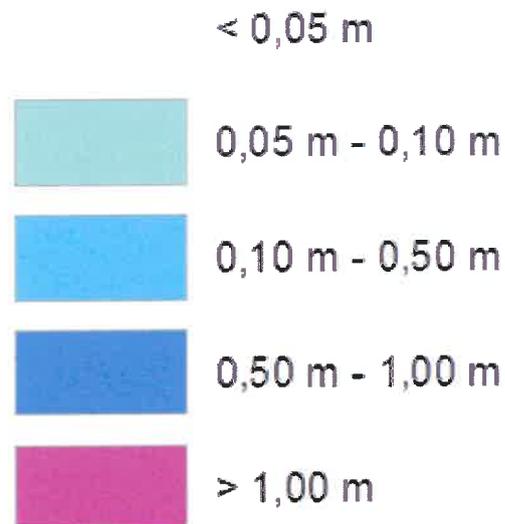
Kartensatz	Themen	Jährlichkeit	Detaillierungsstufe	Maßstab
Gefahrenkarte	Wassertiefe, Gebäudegefahren, Fließpfeile und Abflussbereiche	N30, N50, N1000	1,	1:1.100
Gefahrenkarte	Wassertiefe, Gebäudegefahren, Fließpfeile und	N100	1, 2, 3	1:1.100
Intensität	Intensitäten	N30, N50, N1000	1	1:1.100

Kartensatz	Themen	Jährlichkeit	Detaillierungsstufe	Maßstab
Intensität	Intensitäten	N100	1, 2, 3	1:1.100
Plan-Ist Vergleich	Differenzen der Wassertiefen	N30, N50, N1000	1	1:1.200
Plan-Ist Vergleich	Differenzen der Wassertiefen	N100	1, 2, 3	1:1.200
Vorbeugende Maßnahmen	Maßnahmen, Pegelpunkte mit maximalen Wasserspiegelhöhen	N100	3	1:1.200

3.2 Wassertiefen

Die im hydraulischen Modell errechneten Wassertiefen jeder Dauerstufe wurden automatisch zu einem Datensatz mit an einem Knoten auftretenden Maximalwerten zusammengefasst. Aus diesen wurde ein Datensatz mit allen Maxima der Dauerstufen zu einem Datensatz mit Maximalwerten der Wassertiefe je Jährlichkeit zusammengefasst. Die Werte $\geq 0,05$ m wurden folgenden Tiefenklassen zugeordnet:

Wassertiefe [m]



Der Datensatz der maximalen Wassertiefen wurde aus Gründen der besseren Lesbarkeit der Karte um Flächen $< 2\text{m}^2$ bereinigt, da diese voraussichtlich keine reale Gefahr darstellen.

Einstautiefe	Gefahrenbeschreibung
Trocken	Keine Gefahr
0,01 m – 0,05 m	Geringe Gefahr durch wenig eindringendes Wasser in Kellergeschosse oder Tiefgaragen
0,05 m – 0,10 m	Gefahr durch stärker eindringendes Wasser in Kellergeschosse oder Tiefgaragen. Geringe Gefahr für ebenerdige Geschosse mit Außentüren
0,10 m – 0,50 m	Größere Gefahr durch schnell eindringendes Wasser in Kellergeschosse oder Tiefgaragen. Gefahr auch in ebenerdigen Geschossen mit Außentüren
0,50 m – 1,00 m	Sehr große Gefahr durch große Mengen und schnell eindringendes Wasser in Kellergeschossen oder Tiefgaragen. Große Gefahr in ebenerdigen Geschossen mit Außentüren
> 1,00 m	Sehr große Gefahr durch große Mengen und sehr schnell eindringendes Wasser in Kellergeschossen oder Tiefgaragen. Sehr Große Gefahr in ebenerdigen Geschossen mit Außentüren und Fenstern im Erdgeschoss.

3.3 Gebäudegefahren

Die Gebäudegefahren wurden vereinfacht über dem Gebäude naheliegende (Distanz < 0,1 m) Wasserflächen ermittelt (maximale Einstautiefe des Gebäudes). Die hydraulischen Ergebnisse der Wassertiefe wurden wie unter 3.2 beschrieben vorab bereinigt. Folgende Gefahrenstufen wurden für die Gebäude gewählt:

Gebäudegefahren



3.4 Fließgeschwindigkeit

Die im hydraulischen Modell errechneten Fließgeschwindigkeiten werden als Vektor und Skalarwert der Fließgeschwindigkeit für jeden berechneten Zeitschritt des Ereignisses ermittelt. Die errechneten Fließgeschwindigkeiten $>0,1$ m/s wurden als Fließvektoren– anders als die Wassertiefen - als Punktwerte eines repräsentativen Zeitschrittes der dargestellten Jährlichkeit in die Karte exportiert und mit farb- und größenskalierten Pfeilsymbolen dargestellt.

Fließgeschwindigkeiten [m/s] und -richtungen

	0.10 - 0.15
	0.15 - 0.25
	0.25 - 0.40
	0.40 - 0.80
	> 0.80

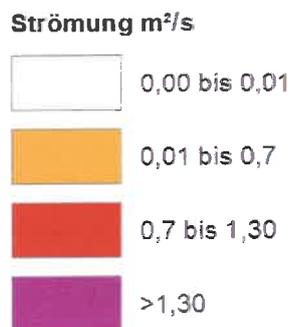
Pfeile mit Fließgeschwindigkeiten kleiner als 0,1 m/s wurden zur besseren Lesbarkeit der Karten ausgeblendet.

3.5 Abflussbereiche

Für Abflussbereiche Innerhalb des Bebauungsplangebietes und Außenbereiche, die von Abflüssen aus diesem betroffen sind, wurden Bereiche mit Abflusspotenzial gekennzeichnet. Bei der Beurteilung des Gefahrenpotenzials wurde auf zusammenhängende Abflussbereiche mit höheren Fließgeschwindigkeiten und Wassertiefen $> 0,05$ m geachtet.

4 Intensität der Strömung

Aus dem Produkt aus Wassertiefen- und Fließgeschwindigkeitsmaxima wurde für jeden Knoten die Intensität der Strömung errechnet. Die Intensität wird in einer eigenen Karte dargestellt und stellt ein Maß für die von der Strömung ausgehende Gefahr dar. Die Strömungsintensität wurde in folgende Klassen untergliedert:



Bei 0,7 m²/s und stärkeren Strömungen sind leichte und schwache Personen von der Strömung bedroht. Dies entspricht einer roten Signatur. Ab 1,3 m²/s sind alle Personen gefährdet, die sich in einem violett gekennzeichneten Bereich aufhalten.

5 Differenzenpläne

Aus der Wertedifferenz der maximalen Wassertiefen des Istzustandes und des Planzustandes lassen sich für jeden beliebigen Ort die planungsbedingten Veränderungen der Wassertiefen erkennen.

Die Wassertiefendifferenz gilt somit als Maß für die durch die Planung verursachte Veränderung der Abflussverhältnisse und weist so auf Lokalitäten mit möglichen Drittbetroffenheiten hin.

Die Farbskala unterscheidet entstehende Absenkungen mit abgestuften Grüntönen und Wasserspiegelanhebungen mit Gelb – Rottönen zunehmender Intensität.

Für die Ausarbeitung der notwendigen Plananpassungen wurde vorübergehend eine Darstellung mit Fließpfeilen gewählt, um Hinweise auf die Ursache der Veränderungen zu erhalten. Für die endgültige Darstellung wurde aus Gründen der besseren Lesbarkeit auf Fließpfeile verzichtet. Bei Bedarf können die in den Gefahrenkarten dargestellten Pfeile für die Analyse herangezogen werden.



6 Gefährdungsanalyse

Die Berechnungen wurden für vier unterschiedliche Jährlichkeiten ($T=30$, $T=50$, $T=100$ und $T=1000$) durchgeführt. Die Detaillierungsstufen 2 und 3 wurden nur für die Jährlichkeit N100 berechnet. Die aggregierten Ergebnisse der Wassertiefe stellen für jede Jährlichkeit Werte dar, die in der Realität nicht gleichzeitig, sondern zeitversetzt an verschiedenen Orten und bei Ereignissen unterschiedlicher Dauer aber der gleichen Jährlichkeit auftreten können.

Es handelt sich bei der Darstellung der jeweiligen Jährlichkeit also immer um eine worst-case-Betrachtung dieser Jährlichkeit.

6.1 Beschreibung der Abflusssituation im „Istzustand“

Als „Istzustand“ wird der Zustand des Kernbereichs zum Zeitpunkt der Auflösung der Kaserne etwa im Jahr 2013 angesehen. Die Geländeform wird durch den aus dem Jahr 2014 stammenden Datensatz des Laser-Scans gut repräsentiert. Die damalige Verteilung der Gebäude wurde der Flurkarte Stand 2014 entnommen.

Die „IST-Abflusssituation“ innerhalb des Kernbereichs ist nicht Gegenstand der vorliegenden Untersuchung, da im Bereich des Bebauungsplangebietes kein Verschlechterungsverbot gilt. Vielmehr geht es im Kernbereich darum, die auftretenden Wasserströme im Planzustand durch geeignete Gestaltung so zu beeinflussen, dass die zukünftige Bebauung möglichst geringen Gefahren durch Starkregen und Sturzfluten ausgesetzt wird.

Die Darstellung der Abflussverhältnisse im Istzustand außerhalb des Kernbereichs stellt die Grundlage für die Ermittlung von möglichen planungsbedingten Drittbetroffenheiten dar.

Bereits im Istzustand treten bei Starkregen an zahlreichen Stellen die Abflüsse aus dem Gelände in das Umland aus und fließen dem Gefälle folgend über die Sternschanzenstraße in Richtung B2. Auch über die Südgrenze des Gebietes gab es gemäß den Berechnungsergebnissen bereits vor Stilllegung der Kaserne mögliche Wasseraustritte in das angrenzende Dr.-Löffellad-Gebiet.

Im Osten fließt auch im Istzustand Wasser über die angrenzenden Fluren in Richtung Zirgesheim.

Bei der Berechnung wurde die Veränderung der Flächenversiegelung über die Veränderung der überbauten Flächen berücksichtigt. Überbaute Flächen gelten als 100% versiegelt. Bei der räumlichen Verteilung der Abflusskoeffizienten wurde gemäß Abbildung 5 in versiegelte und unversiegelte Flächen unterschieden.

6.2 Beschreibung der Abflusssituation im Planzustand

Die ermittelten Abflussmengen sind in den Gefahrenkarten für den jeweils stärksten Abfluss der entsprechenden Jährlichkeit angegeben.

Innerhalb des Bebauungsplangebietes fließen große Mengen des Abflusses über die beiden Ost-West-Achsen und über die Nord-Süd-Achse ab.

Die nördliche Ost-West-Achse bildet in der Mitte eine Wasserscheide aus. Westlich davon fließt das Wasser einem ehemaligen Kaserneneingang zu und verlässt das Gelände über die Sternschanzenstraße und den Jurastraße.

Östlich der genannten Wasserscheide fließt das Wasser der Nord-Süd-Achse zu, vereinigt sich dort mit einem von Norden her strömenden Abfluss um nach Süden bis zur südlichen Ost-West-Achse, fließt in diese hinein, um mit weiteren seitlichen Zuflüssen zum ehemaligen Haupttor zu fließen. Dort tritt das Wasser ebenfalls auf die Sternschanzenstraße aus und fließt in breitem Strom über die Schellenbergstraße und Abfahrtrampe der B2 in Richtung B2.

An der Südwest-Ecke des Geländes treten auch größere Wassermengen in das Umland aus. Diese fließen über die Anwesen am Sperberweg Richtung Südosten und über die Dr. Löffellad-Str. zur Schellenbergstraße und zur B2.

Aus dem Gelände treten Abflüsse in das bebaute westliche und südliche Umland auf. Diese fließen aufgrund der Hanglage wie auch bisher überwiegend im Straßenraum zum Teil durch Grundstücke bis zur B2. Von dort teilweise über die Bundesstraße bis in nicht näher untersuchte Bereiche des Stadtgebietes. Die im Osten des Geländes abfließenden Wassermengen treffen dort auf Acker und Grünland und verursachen dort keine unmittelbaren Gebäudeschäden. Die

Situation in Zirgesheim wurde im Rahmen dieser Studie nicht näher untersucht, jedoch gibt es derzeit keine Hinweise, dass der Abfluss nach Osten planungsbedingt verstärkt wurde.

Ziel der Planung soll sein, die entstehenden Ströme zunächst möglichst innerhalb des Geländes zu halten und dort in geeigneten Anlagen zu versickern. Wo dies aufgrund fehlender Rückhaltekapazitäten nicht gelingt, sollen die Abflüsse möglichst zur westlichen Grenze des Bebauungsplangebietes gelenkt werden und, wie bisher, über die Sternschanzenstraße und Schellenbergstraße möglichst schadlos in Richtung B2 gelenkt werden.

Ein Austritt von Wasser über die Südgrenze soll so weit möglich vermieden werden, um dort (nach Wegfall der vormaligen Bebauung) im angrenzenden Gebiet keine Drittbetroffenheiten zu schaffen.

Im Übrigen unterscheiden sich die Gefährdungslagen bei den untersuchten Jährlichkeiten wie in folgenden Kapiteln beschrieben.

6.2.1 Niederschlagsereignis N30 (Detaillierungsstufe 1)

N30	Anzahl Betroffene/Gesamt	Einstautiefe [m]			
		0,05 bis 0,10	bis 0,50	bis 1,0	> 1
Anzahl der gefährdeten Gebäude gesamt	489/845=57,8 %	187	232	70	0
Anzahl der gefährdeten Gebäude innerhalb des Bebauungsplangebietes	53/156= 34,0%	40	13	0	0
Anzahl der gefährdeten Gebäude außerhalb des Bebauungsplangebietes	436/689= 63,3%	147	219	70	0
Tiefgarageneinfahrten im Überschwemmungsgebiet	7				

Tabelle 2: Gefährdete Gebäude bei einem dreißigjährigen Niederschlagsereignis

6.2.2 Niederschlagsereignis N50 (Detaillierungsstufe 1)

N50_P2	Anzahl Betroffene/Gesamt	Einstautiefe [m]			
		0,05 bis 0,10	bis 0,50	bis 1,0	> 1
Anzahl der gefährdeten Gebäude gesamt	506/845=59,9 %	189	246	71	0
Anzahl der gefährdeten Gebäude innerhalb des Bebauungsplangebietes	57/156= 36,5 %	41	16	0	0
Anzahl der gefährdeten Gebäude außerhalb des Bebauungsplangebietes	449/689= 65,1 %	148	230	71	0
Tiefgarageneinfahrten im Überschwemmungsgebiet	7				

Tabelle 3: Gefährdete Gebäude bei einem fünfzigjährigen Niederschlagsereignis

6.2.3 Niederschlagsereignis N100 (Detaillierungsstufe 3)

N100 P4	Anzahl Betroffene/Gesamt	Einstautiefe [m]			
		0,05 bis 0,10	bis 0,50	bis 1,0	> 1
Anzahl der gefährdeten Gebäude gesamt	361/821=44,0%	126	186	41	8
Anzahl der gefährdeten Gebäude innerhalb des Bebauungsplangebietes	1/132= 0,7%	0	1	0	0
Anzahl der gefährdeten Gebäude außerhalb des Bebauungsplangebietes	360/689=52,2%	126	185	41	8
Tiefgarageneinfahrten im Überschwemmungsgebiet	0				

Tabelle 4: Gefährdete Gebäude bei einem hundertjährigen Niederschlagsereignis

6.2.4 Niederschlagsereignis N1000 (Detaillierungsstufe 1)

N1000 (P1)	Anzahl Betroffene/Gesamt	Einstautiefe [m]			
		0,05 bis 0,10	bis 0,50	bis 1,0	> 1
Anzahl der gefährdeten Gebäude gesamt	588/845=69,5%	167	341	78	2
Anzahl der gefährdeten Gebäude innerhalb des Bebauungsplangebietes	82/156= 52,5%	53	29	0	0
Anzahl der gefährdeten Gebäude außerhalb des Bebauungsplangebietes	506/689= 73,4%	114	312	78	2
Tiefgarageneinfahrten im Überschwemmungsgebiet	8				

Tabelle 5: Gefährdete Gebäude bei einem tausendjährigen Niederschlagsereignis

6.3 Planbedingte Veränderungen der Abflusssituation

Grundsätzlich unterscheiden sich die Abflussszenarien der verschiedenen Jährlichkeiten N30 bis N1000 nur in ihrer Intensität. Die grundlegenden Abflussbahnen und Fließwege bleiben zwischen den Szenarien im Wesentlichen unverändert.

Durch die geplante Bebauung und veränderte Oberflächengestaltung innerhalb des Bebauungsplangebietes kommt es gegenüber dem Istzustand zu veränderten Fließwegen. Dies verändert sowohl die Abflusswege innerhalb als auch außerhalb des Bebauungsplangebietes.

Die Unterschiede werden anhand der Differenzenpläne als Plan-IST-Vergleich für jede Jährlichkeit dargestellt. Wesentliche Veränderungen sind:

- Eine Verlagerung von Rückhalteräumen
- Eine Lenkung von Abflussbahnen durch Straßen, Wege, Gebäude und kleine Erddämme

Die neu geschaffenen Rückhalteräume für Oberflächenwasser können bei kleineren und kürzeren Regenereignissen einen guten Schutz bieten. Angesichts der gegebenen räumlichen und geologischen Randbedingungen

können diese jedoch niemals auf die für den Rückhalt etwa eines N100-Ereignisses oder sogar größeren Ereignisses nötigen Wassermengen ausgelegt werden. Die folglich austretenden Mengen müssen so gelenkt werden, dass sie aus dem Kernbereich abfließen, und zwar an Stellen, an denen der weitere Ablauf keine neuen Gefahren entstehen lässt. Dies ist über die westlich angrenzenden Straßen Sternschanzenstraße und Schellenbergstraße möglich.

In der Folge erhöhen sich die Abflussmengen und Wassertiefen in diesen Straßen.

7 Risikobewertung

Die Risikobewertung wird für ein hundertjährliches Ereignis auf Grundlage der bisherigen Berechnungsergebnisse (Detaillierungsstufe 2) durchgeführt. Die Gefahrenkarten der anderen Jährlichkeiten (N30, N50 und N1000) basieren auf einem früheren Arbeitsstand der Planung (Detaillierungsstufe 1). Angesichts der bisher nicht bekannten Nutzung der geplanten Gebäude wird von einem über alle Gebäude gleich verteilten Risiko innerhalb des Kernbereichs ausgegangen.

Außerhalb des Gebietes befindet sich im Gebiet Dr.-Löffellad-Straße eine homogene Wohnbebauung. Auch hier wird folglich von einer einheitlichen Nutzung und ausgegangen.

Im Westen des Gebietes befindet sich ein Städtisches Freibad und ein Hotel.

7.1 Innerhalb des Kernbereichs

Die Risikobewertung bezieht sich ausschließlich auf Objekte des BA1, da zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Untersuchungsberichts keine Gebäudeplanung für den BA2 vor lag.

Grundlage für die Risikobewertung ist der Planungsstand der Straßen- Freiland- und Gebäudeplanung zum 25.04.2022. Außerdem gilt die Annahme, dass sämtliche im Rahmen dieser Untersuchung erarbeiteten Maßnahmen (siehe Plan „Vorbeugende Maßnahmen“ im Rahmen der weiteren Planung und Ausführung umgesetzt werden.

Innerhalb des BA1 besteht demnach rechnerisch noch für 1 Gebäude ein erhöhtes Risiko durch Wassertiefen > 0,5 m. Dabei handelt es sich um den Hochbehälter, der gemäß aktuellem Planungsstand in leicht abgesenkter Lage randlich eingestaut wird.

Der Abschluss des Starkregenmanagements kann erst nach Fertigstellung der Planungen für den zweiten Bauabschnitt (Bebauungsplan und Straßenplanung) erfolgen, da sich die aktuell berechneten Fließwege dadurch noch geringfügig ändern werden.

Nach Abschluss der Planungen zum BA2 wird eine weitere Berechnung zu den Gefährdungen durch Starkregen für das Gesamtgebiet durchgeführt werden.

Darüber hinaus sind innerhalb des Bebauungsplangebietes keine weiteren Gebäude durch anströmendes Wasser gefährdet. Schäden an ebenerdigen oder höher liegenden Geschossen sind nicht zu erwarten.

Besonderes Augenmerk ist auf die Ausgestaltung von Tiefgarageneinfahrten im Bereich von Abflusswegen zu richten. Die aktuellen Berechnungen ergeben für N100 keine unmittelbar gefährdeten Tiefgaragen.

Die Festlegungen des Stadtrates, sämtliche Abflüsse bis zu einem N100-ereignis über den öffentlichen Straßenraum abzuführen, werden mit der aktuellen Straßenplanung umgesetzt.

7.2 Außerhalb des Kernbereichs

Die Gefahrensituation aus Starkregen außerhalb des Kernbereichs darf baubedingt nicht verschlechtert werden. Um die baubedingten Veränderungen festzustellen werden Wasserspiegeldifferenzen für alle umliegenden Flurstücke errechnet und in einer Plan-Ist-Vergleichskarte dargestellt.

Für das südlich gelegene Wohngebiet an der Dr.-Löffellad-Straße haben die geplanten Änderungen zur Folge, dass bei allen Jährlichkeiten weniger Wasser über die nördliche Grenze des Wohngebietes in das Gebiet einströmt.

Die aus der ersten Detaillierungsstufe gewonnen Erkenntnisse haben kleinere Bereiche identifiziert, bei denen es planungsbedingt zu rechnerischen Erhöhungen der Wassertiefen kommen könnte. Gemeinsam mit der Stadt Donauwörth wurde der Beschluss gefasst, die bestehenden Unschärfen im Modell durch detaillierte Vermessungen der Bestandssituation (Detaillierungsstufe 2) zu beseitigen und so die Belastbarkeit der Berechnung erheblich zu verbessern.

Die Ergebnisse der Detaillierungsstufe 2 wurden nur für das maßgebliche Ereignis N100 berechnet. Änderungen der Wassertiefen $< 0,02$ m werden nicht dargestellt, da diese unterhalb der Modellgenauigkeit liegen.

7.2.1 Wohngebiet Dr. Löffellad-Straße

Die wesentliche Änderung des Abflussgeschehens ist eine Verschiebung des Hauptstromes von der Schellenbergstraße in den Sperberweg. Im nördlichen Bereich des Sperberwegs beträgt die Zunahme der Wassertiefe ca. 0,06 m. Gegen Süden läuft diese auf < 0,02 m aus.

Die überwiegend im Osten des Dr. Löffellad-Gebietes auftretenden grünen Signaturen zeigen Verbesserungen durch reduzierten Zufluss und Abflussteuerung durch den vorgesehenen Damm an.

Die wenigen verbleibenden Gelbsignaturen im westlichen Teil des Dr. Löffellad-Gebietes (Erhöhung < 0,03 m) weisen auf Stellen mit potenziell erhöhten Wasserspiegeln hin. Die zugehörigen Fließwege wurden analysiert und für die Stellen mit potenzieller Ausströmung aus dem Straßenraum wurden Bereiche mit notwendigen Anpassungen (Anhebung der Bordsteinkante) gekennzeichnet. Für jeden dieser Bereiche wurde in dem genannten Plan ein maximaler Wasserspiegel in Form eines Pegelpunktes ausgewiesen. Die Stadt Donauwörth wird die so konzeptionell benannten Bereiche einer vertieften Planung und Umsetzung unterziehen, so dass ein Ausuferen an diesen Stellen nicht mehr möglich ist.

7.2.2 Wohngebiet Sternschanzenstraße, Parkstraße, Jurastraße

Im westlich der ehemaligen Kaserne gelegenen Gebiet Parkstraße, Jurastraße, wo durch die Berücksichtigung aktueller Vermessungen und der verfeinerten Straßenplanung im Kerngebiet sind ebenfalls Verbesserungen erkennbar.

Da in dem Gebiet selbst keine explizite Vermessung des Straßenraumes erfolgt ist, treten hier noch größere Bereiche mit Farbsignaturen in unmittelbarer Gebäudenähe auf, die voraussichtlich bei Berücksichtigung der Straßenprofilierung weiter in den öffentlichen Bereich rücken würden. Eine abschließende Aussage ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht möglich.

Im gesamten Gebiet nordwestlich der Sternschanzenstraße kommt es durch die geplanten Veränderungen aber überwiegend zu Entlastungen der Privatgrundstücke.

Die wenigen verbleibenden Gelbsignaturen, die auf Erhöhungen der Wassertiefen hindeuten, weisen auf nach wie vor vorhandene modelltechnische Unschärfen hin, die nur durch explizite terrestrische Vermessung sämtlicher Geländestrukturen und anschließende Modellierung der jeweiligen Grundstückssituation abschließend zu bewerten wären.

Ein Hinweis auf eine akute Verschlechterung der Gefahrensituation lässt sich daraus nicht ableiten.

8 Empfohlene Maßnahmen

Bei der Ausgestaltung des Bebauungsplanes werden Hinweise auf die durchgeführte Starkregenanalyse sowie deren Ergebnisse gegeben. Die Starkregenanalyse ist Bestandteil des Bebauungsplanes.

8.1 Innerhalb des Kernbereichs

Als Bemessungsereignis für die Auslegung der Abflussleistung des Straßenraumes wurde durch Beschluss des Stadtrates das hundertjährige Niederschlagsereignis festgelegt. Private Grundstücksflächen sind für ein 100-jährliches Regenereignis möglichst überflutungsfrei zu halten. Dabei können Maßnahmen zur Lenkung der Wassermengen in Einzelfällen zu Lasten der generell angestrebten Barrierefreiheit im öffentlichen Raum gehen.

Die Maßnahmen zur Starkregenvorsorge wurden bei der Aufstellung des Bebauungsplanentwurfes anhand hydraulischer Berechnungen entwickelt und im vorliegenden Entwurf der 1. Detaillierungsstufe eingearbeitet.

8.1.1 Detaillierungsstufe 1

Die im Rahmen der 1. Detaillierungsstufe entwickelten Geländehöhen wurden als Datensatz an die Planungsbüros zur Ausgestaltung des Bebauungsplanes und des Straßenraumes übergeben und bei der weiteren Bearbeitung des Bebauungsplanes berücksichtigt.

8.1.2 Detaillierungsstufe 2

In Detaillierungsstufe 2 wurde der Straßenraum in BA1 und BA2 mit den geplanten Höhen der Bordsteinkanten berechnet. Im Bereich des BA2 wurde zunächst ein vorläufiger Planungsstand ohne Gebäude berechnet und die Geländehöhen wurden zwischen den Straßen linear interpoliert.

Über diese dort enthaltenen Anpassungen bei der Straßenprofilierung hinaus werden folgende Hinweise zu Ausgestaltung und Betrieb gegeben:

Tiefgaragen:

- Flutungsvorsorge durch Profilgestaltung der Zufahrten und an Lüftungs- und Lichtschachtöffnungen
- insbesondere die Ausgestaltung der Rettungswege ist auf die besondere Gefahr durch eingeschlossene Personen ausulegen.

Straßengestaltung:

- Ausbildung der betroffenen Straßenzüge als Notwasserwege mit entsprechender Profilgestaltung, z. B.



- Einbordung: die niedrigste Gehwegkante entscheidet über das Speichervolumen

Gebäude:

- Verhinderung des Zuflusses zu gefährdeten Gebäuden durch geeignete Bauweise
- Leitstrukturen durch Mauerabsätze oder kleine Erdaufschüttungen
- Wo die Gefahr so nicht beherrschbar ist: Ggf. Höherlegung der Kellerfensterschächte

Kanalisation:

- Regelmäßige Wartung der Straßeneinläufe

Bauvorsorge im Bebauungsplan:

- Freihaltung von Flächen für Rückhalt und Versickerung von Niederschlagswasser oder die
- Festsetzung nicht überbaubarer Grundstücke. Dies betrifft insbesondere die Freihaltung der Hauptfließwege des Niederschlagswassers, wie sie in den Starkregengefahrenkarten aufgezeigt wurden.
- Anpassung der Einfamilienhäuser und die Vorsorge für die Kellergeschosse sollte im Bebauungsplan verankert werden, wo durch die Gefahrenkarten eine erhöhte Gefahr ausgewiesen wurde.

8.1.3 Detaillierungsstufe 3

In der dritten Detaillierungsstufe wurden ausgewählte Bereiche des Straßenraums höhenmäßig überarbeitet und die angrenzenden Grundstücke angeglichen.

Die dann noch verbliebenen Problembereiche wurden mit Maßnahmen zum Schutz vor abfließendem Oberflächenwasser versehen. Die gewählten Maßnahmen wurden bereits im hydraulischen Modell implementiert und werden im Rahmen der weiteren Planungen umgesetzt.

Alle Maßnahmen sind im Plan „Vorbeugende Maßnahmen“ enthalten und in der nachfolgenden Tabelle mit ihrer Maßnahmennummer von Nord nach Süd aufgelistet.

Tabelle 6: Zusammenstellung der Maßnahmen zum vorbeugenden Starkregenmanagement innerhalb des BA01 (Lokalisierung der Maßnahme über Maßnahmennummer in Plan „Vorbeugende Maßnahmen“)

Maßnahme Nummer	Erklärung
38	Gebäude anheben auf mindestens 494,14 m
39	Durch Geländemodellierung Abfluss ermöglichen
25	Gefälle nach außen schaffen
40	Gebäudeecke anheben auf mindestens 491,34 m
37	Gebäude anheben auf mindestens 490,28 m

Maßnahme Nummer	Erklärung
36	Gebäude anheben auf mindestens 489,19 m
34	Randstein schaffen
35	Gebäude anheben auf mindestens 488,53 m
33	Randstein schaffen
32	Randstein schaffen
30	Gebäude anheben
41	Bordstein erhöhen
21	Auffanggraben schaffen
20	Auffanggraben schaffen
22	Auffanggraben schaffen
23	Auffanggraben schaffen
47	Mauer oder Damm
42	Gebäude anheben über Maximalwasserstand
28	Zufluss zu Becken ermöglichen
31	Geländeabsenkung auf $H_{max} = 482.80$ m
9	Abflussrinne schaffen (Fließrichtung Westen)
43	Gebäude anheben auf mindestens 477,70 m
44	Gebäude anheben auf mindestens 477,65 m
27	Zufluss zu Becken ermöglichen
24	Bordstein erhöhen
26	Zufluss zu Becken ermöglichen
29	Grabenkapazität erhöhen auf ca. $1\text{m}^3/\text{s}$

Einige der Maßnahmen sind im ergänzenden Dokument Anlage 1: „Hinweise für die Planung“ näher erläutert.

U.a. folgende Bereiche wurden im Modell mit Änderungen versehen:

1. Änderungen im Straßenbereich wurden dort vorgenommen, wo in der vorherigen Bearbeitungsstufe Grundstücke überflutet wurden. Diese sind in nachfolgender Abbildung als rot gekennzeichnete Verkehrsflächen dargestellt.



Abbildung 11: Rote Signatur: Änderungen im Straßenbereich in der dritten Detaillierungsstufe.

8.2 Außerhalb des Kernbereichs

Errichtung eines Leitdammes im südöstlichen Außenbereich des Kerngebietes zur Verhinderung des Einströmens von Wasser aus dem Außenbereich und Ableitung über Freifläche. Die Abbildung zeigt den ungefähren Verlauf.

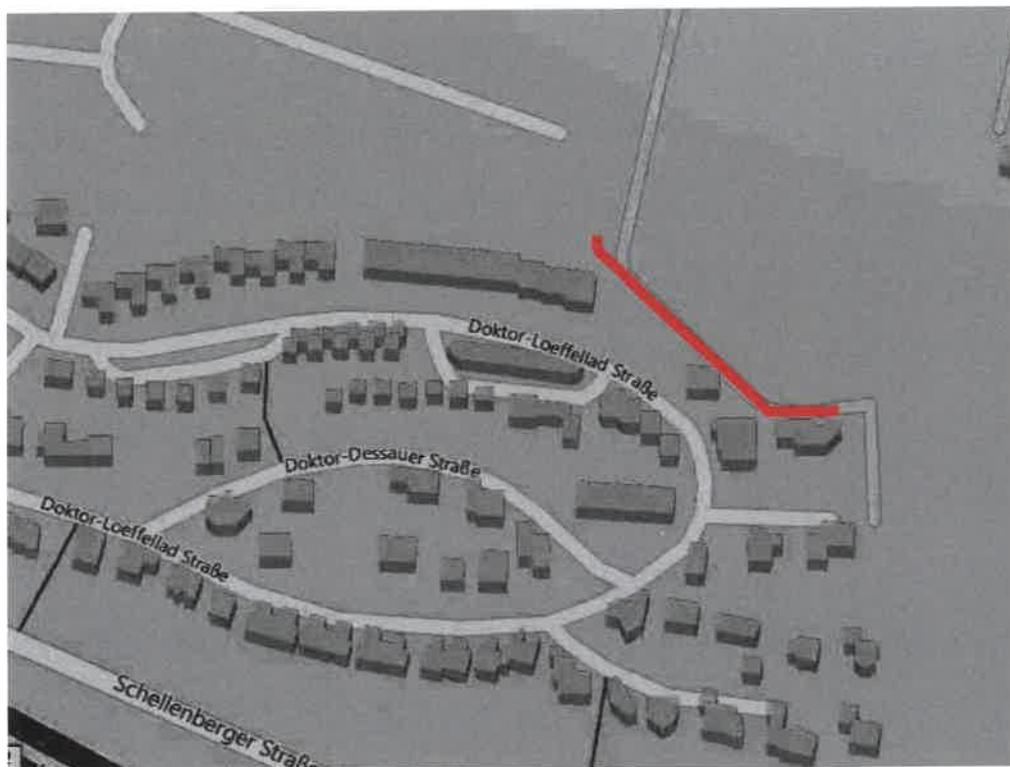


Abbildung 12: Südöstlicher Leitdamm, Vorschlag

Im Gebiet Dr. Loeffellad-Straße werden durch die Abflusskonzentration auf einige Straßen die dortigen Wassertiefen erhöht. Die Folge ist ein Überströmen der Bordsteinkanten und die Gefahr des Einströmens in die Privatgrundstücke in größerem Umfang als bisher.

Um diese Verschlechterung zu unterbinden, werden verschiedene Maßnahmen zum Ausgleich der Verschlechterungen empfohlen. Die Maßnahmen sind in der Karte „Vorbeugende Maßnahmen“ und in nachfolgender Liste aufgeführt.

Tabelle 7: Zusammenstellung der Maßnahmen zum vorbeugenden Starkregenmanagement außerhalb des BA01(Lokalisierung)

der Maßnahme über Maßnahmennummer in Plan
 „Vorbeugende Maßnahmen“

Maßnahme	
Nummer	Erklärung
7	Bordstein erhöhen
8	Bordstein erhöhen
15	Bordstein erhöhen
16	Bordstein erhöhen
6	Bordstein erhöhen
6	Bordstein erhöhen
6	Bordstein erhöhen
5	Bordstein erhöhen
4	Bordstein erhöhen
4	Bordstein erhöhen
4	Bordstein erhöhen
12	Bordstein erhöhen
2	Bordstein erhöhen
11	Bordstein erhöhen
0	Bordstein erhöhen
1	Bordstein erhöhen
45	Bordstein erhöhen
46	Bordstein erhöhen

Abbildung 13:
 Beispiele für

Maßnahmenhinweise im Straßenprofil

Da eine Überflutung des Straßenraumes der B2 nicht ausgeschlossen werden kann, wird zur Aufstellung eines Alarmplanes geraten.

9 Zusammenfassung

Die Gefährdungslage durch Starkregenereignisse wurde sowohl für den Bereich des Bebauungsplangebietes im Alfred-Delp-Quartier als auch im unmittelbar angrenzenden Umland durch hydraulische Berechnungen ermittelt und in Gefahrenkarten dargestellt.

Über die Methode der Differenzenbildung wurden die möglichen Auswirkungen der Planung auf das Abflussregime festgestellt. Die im ersten Planentwurf festgestellten Drittbetroffenheiten wurden durch Einarbeitung von Anpassungen und Neuberechnung in Detaillierungsstufe 2 und 3 beseitigt. Hierfür wurden umfassende Vermessungen im Umfeld der ehemaligen Kaserne durchgeführt und in der Folge Detaillierungen (Stufe 1, Stufe 2, Stufe 3) der hydraulischen Modelle des Plan- und Istzustandes vorgenommen. An Stellen mit errechneten Wasserspiegelerhöhungen wurden zunächst Bereiche für Verbesserungsmaßnahmen gekennzeichnet. Diese wurden mit Planzustand 4 in das Modell implementiert und berechnet.

Mit dem so geänderten aktuell berechneten und ausgewerteten Planentwurf 4 können planungsbedingte Drittbetroffenheiten außerhalb des Planungsgebietes bis zu einem hundertjährigen Ereignis mit hoher Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen werden.

Für die Ausgestaltung des Bebauungsplangebietes wurden Hinweise für die weitere Planung des Straßenraumes und der noch gefährdeten Gebäude gegeben.

Außerdem wurden weitere über den Bebauungsplan hinausgehende Hinweise zur Starkregenvorsorge gegeben.

Mit der Umsetzung der bisher erarbeiteten Maßnahmen sowie der Berücksichtigung der darüber hinaus gehenden Planungshinweise ist die Gefahr durch Starkregen für die zukünftigen Bewohner des Alfred-Delp-Quartiers beherrschbar geworden.

Eine zusätzliche Gefährdung für die Anliegergebiete ist nach Umsetzung der erarbeiteten Maßnahmen auch nicht zu besorgen.

Arnold Consult AG

Mai 2022