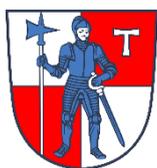


# Erläuterung

zur Gefährdungs- und Fließweganalyse mit Risikobewertung  
vom **31. Oktober 2023**

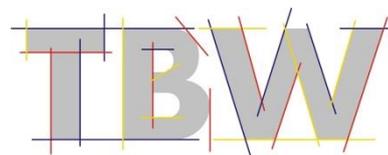
Vorhaben: **Stadt Eltmann**  
**Baugebiet „Buhlleite“**

Landkreis: **Haßberge**



**Stadt Eltmann**

Marktplatz 1  
97483 Eltmann  
Tel. 09522 / 899-0, Fax / 899-60



**Technisches Büro Werner**

Oskar-Serrand-Straße 3a  
97483 Eltmann  
Tel.: 09522 / 7088-0, Fax: / 7088-50

## Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis .....</b>	<b>II</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>II</b>
<b>Verzeichnis Anhänge .....</b>	<b>II</b>
<b>Verzeichnis Anlagen .....</b>	<b>II</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>III</b>
<b>1 Vorhabensträger .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Zweck des Vorhabens .....</b>	<b>1</b>
<b>3 Bestehende Verhältnisse .....</b>	<b>2</b>
3.1 Allgemeines .....	2
3.2 Baugrundverhältnisse .....	3
3.3 Hydrologische Daten .....	5
3.4 Bestehende Abwasseranlage .....	6
3.5 Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut .....	7
<b>4 Gekoppelte Berechnung mit den Programmen HYKAS, HYKAS-2D und FLUSS der Rehm Software GmbH .....</b>	<b>8</b>
4.1 Grundlagen .....	8
4.2 Festlegung Berechnungsgebiet .....	9
4.3 Erstellung Berechnungsmodell .....	11
<b>5 Berechnungsergebnisse .....</b>	<b>14</b>
5.1 3-jährlicher Modellregen .....	14
5.2 5-jährlicher Modellregen .....	15
5.3 10-jährlicher Modellregen .....	15
5.4 20-jährlicher Modellregen .....	16
5.5 50-jährlicher Modellregen .....	16
5.6 100-jährlicher Modellregen .....	17
<b>6 Empfohlene Maßnahmen zum Überflutungsschutz .....</b>	<b>18</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Luftbild vom Baugebiet „Buhlleite“ .....	1
Abbildung 2: Standorte Rammkernsondierungen Stephanshöhe [2; Anlage 1].....	3
Abbildung 3: Bohrprofile RKS 1 und RSK 7 [2; Anlage 2.1 u. 2.3] .....	4
Abbildung 4: 5-, 20- und 100-jährlicher Modellregen (Euler Typ II) .....	5
Abbildung 5: Auszug aus der Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut [8] .....	7
Abbildung 6: Prinzip einer gekoppelten Berechnung [6; S. 12] .....	8
Abbildung 7: Berechnungsgebiet.....	10
Abbildung 8: Parameter Niederschlag-Abfluss-Modell.....	13
Abbildung 9: Überflutungsschutz und -vorsorge [DWA-M 119; Bild 2] .....	14

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Koordinaten Zentrum Baugebiet „Buhlleite“ .....	2
Tabelle 2: Verwendete Rauheitstypen.....	12

## Verzeichnis Anhänge

Anhang 1: Niederschlagshöhenstatistik Eltmann [7]	
---	--

## Verzeichnis Anlagen

Anlage 1: Erläuterung	
Anlage 2: Übersichtskarte	1: 25.000
Anlage 3: Lageplan Entwässerung „Buhlleite“ und „Stephanshöhe“	1: 500
Anlage 4.1: Lageplan Berechnungsergebnis 3-jährlicher Modellregen	1: 500
Anlage 4.2: Lageplan Berechnungsergebnis 5-jährlicher Modellregen	1: 500
Anlage 4.3: Lageplan Berechnungsergebnis 10-jährlicher Modellregen	1: 500
Anlage 4.4: Lageplan Berechnungsergebnis 20-jährlicher Modellregen	1: 500
Anlage 4.5: Lageplan Berechnungsergebnis 50-jährlicher Modellregen	1: 500
Anlage 4.6: Lageplan Berechnungsergebnis 100-jährlicher Modellregen	1: 500

## **Literaturverzeichnis**

### Richtlinien:

ATV-DVWK-A 198	Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen, 2003
BauNVO	Verordnung über die bauliche Nutzung der Grundstücke (Baunutzungsverordnung BauNVO), 2023
BayWG	Bayerisches Wassergesetz (BayWG), 2021
DIN 1986-100	Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke – Teil 100: Bestimmungen in Verbindung mit DIN EN 752 und DIN EN 12056, 2016
DWA-A 118	Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, 2006
DWA-M 119	Risikomanagement in der kommunalen Überflutungsvorsorge für Entwässerungssysteme bei Starkregen, 2016
DWA-Themen T1/2013	Starkregen und urbane Sturzfluten – Praxisleitfaden zur Überflutungsvorsorge, 2013
LfU-Merkblatt Nr. 4.3/1	Bemessung von Misch- und Regenwasserkanälen, 2019
WHG	Gesetz zu Ordnung des Wasserhaushaltes (Wasserhaushaltsgesetz – WHG), 2023

### Selbstständig erschienene Quellen:

- [1] Schneider K. und Goris A.: Schneider. Bautabellen für Ingenieure. 19. Auflage. Düsseldorf: Werner Verlag, 2010.

### Unveröffentlichte Quellen:

- [2] Gartiser, Germann & Piewak GmbH: „Untersuchungsbericht 01. Bauvorhaben: Erschließung Neubaugebiet „Stephanshöhe“ in Eltmann. Projekt: 197299“. Baugrundgutachten. Bamberg, 2020.
- [3] Rehm Software GmbH: „Dimensionierung und Nachweis von Kanalnetzen HYKAS 13.1“. Benutzerhandbuch. Berg (bei Ravensburg), 2023.
- [4] Rehm Software GmbH: „Grafiksystem für Kanal- und Wasserversorgungsnetze GRAPS 4.1“. Benutzerhandbuch. Berg (bei Ravensburg), 2023.
- [5] Rehm Software GmbH: „Hydraulische Berechnung von Fließgewässern FLUSS 15.1 (2D)“. Benutzerhandbuch. Berg (bei Ravensburg), 2022.
- [6] Rehm Software GmbH: „Überflutungsberechnungen HYKAS-2D 1.0“. Benutzerhandbuch. Berg (bei Ravensburg), 2022.

Internetquellen:

- [7] Alexander Altnöder (o. Jahr): „KOSTRA-DWD-2020 interaktive Karte. Rasterfeld 163153“.  
URL: <https://www.openko.de/kostra-dwd-2020-rasterfeld-nr-163153/>  
[abgerufen am 30.08.2023]
- [8] Bayerisches Landesamt für Umwelt (2022): „Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut. Gemeinde und -teilbereich im dargestellten Kartenausschnitt: Baunach, Breitbrunn, Ebelsbach, Ebern, Eltmann, Gerach, Kirchlauter, Königsberg i. Bay., Lauter, Oberhaid, Reckendorf, Rentweinsdorf, Stettfeld, Zeil a. Main“.  
URL: [https://www.lfu.bayern.de/gdi/download/hios/Hinweiskarte\\_Oberflaechenabfluss\\_und\\_Starkregen\\_G13.pdf](https://www.lfu.bayern.de/gdi/download/hios/Hinweiskarte_Oberflaechenabfluss_und_Starkregen_G13.pdf)  
[abgerufen am 28.06.2023]

## 1 Vorhabensträger

Vorhabensträger der Maßnahme ist die Stadt Eltmann, Marktplatz 1 in 97483 Eltmann, vertreten durch den 1. Bürgermeister Michael Ziegler.

## 2 Zweck des Vorhabens

Die Stadt Eltmann besitzt innerhalb ihres Stadtgebietes keine oder lediglich vereinzelt unbebaute Grundstücke verschiedener Nutzungsarten. Unbebaute Grundstücke, die sich für Wohnbebauung eignen, befinden sich in privater Hand. Abgabebereitschaft ist zumeist nicht vorhanden, weshalb eine Nachverdichtung von städtischer Seite nicht realisierbar ist. Die Baugebiete „Am Hahn“, „Am Hahn Süd“ und „Am Hahn II“ sind vollständig erschlossen und sämtliche Baugrundstücke verkauft. Das zuletzt rechtswirksam gewordene Baugebiet „Stephanshöhe“ wurde erschlossen, derzeit werden Mehrfamilienhäuser errichtet und vom Investor vermarktet.

Für das Stadtgebiet liegen der Verwaltung gegenwärtig ca. 62 Anfragen für den Erwerb von Baugrundstücken vor. Um diesen Bedarf zu decken wird der Bebauungsplan „Buhlleite“ aufgestellt. Er umfasst eine Fläche 1,49 ha und stellt den Lückenschluss zwischen bestehender Bebauung und der „Stephanshöhe“ dar (Abbildung 1). In nördlicher Richtung ist das Baugebiet „Buhlleite“ durch die Bundesstraße B 26 begrenzt.



**Abbildung 1:** Luftbild vom Baugebiet „Buhlleite“

Die Art der baulichen Nutzung wird als allgemeines Wohngebiet festgelegt, wobei das Gebiet in zwei Bereiche unterteilt wird. Im ersten Bereich werden zwei Vollgeschosse zugelassen und die Grundflächenzahl mit  $GRZ = 0,4$  und die Geschossflächenzahl mit  $GFZ = 0,6$  festgelegt

(Einfamilienhausbebauung). Im zweiten Bereich wird die Anzahl der Vollgeschosse auf drei, die Grundflächenzahl auf  $GRZ = 0,5$  und die Geschossflächenzahl auf  $GFZ = 1,2$  begrenzt (Mehrfamilienhausbebauung). Zwischen der Straße Buhlleite und dem Baugebiet „Stephanshöhe“ ist eine Straße mit zwei Stichen geplant, über die die Grundstücke erschlossen werden. Die Entwässerung ist im Trennsystem vorgesehen. Niederschlagswasser soll in den Main (Gewässer I. Ordnung) eingeleitet werden.

Mit dem Schreiben vom 30.12.2022 (Az. 3-4622-HAS-24117/2022) hat das WWA Bad Kissingen als Träger öffentlicher Belange zum B-Plan „Buhlleite“ aus wasserwirtschaftlicher Sicht Stellung genommen. Demnach sind u.a. die Überflutungen infolge von Starkregenereignissen beginnend in der Bauleitplanung besonders zu beachten. Daher wird auf Empfehlung des WWA Bad Kissingen eine Gefährdungs- und Fließweganalyse sowie eine Risikobeurteilung durchgeführt. Dabei werden topographische und hydrologische Verhältnisse (Wasserscheiden, Außeneinzugsgebiete, Hanglagen, Mulden, bevorzugte Fließwege, flächenhafter Wasserabfluss usw.) erhoben.

### 3 Bestehende Verhältnisse

#### 3.1 Allgemeines

Die Stadt Eltmann liegt im Regierungsbezirk Unterfranken, Planungsregion Main-Rhön (3) und gehört zum Landkreis Haßberge. Durch ihre zentrale Lage im Maintal, nordöstlich des Naturparks Steigerwald, stellt sie für die Versorgung und Entwicklung ihres Einzugsgebietes ein wichtiges Unterzentrum dar.

Die Haupterschließungsachse des Planungsgebietes ist die Bundesautobahn A 70 Schweinfurt – Bamberg. Über die Bundesstraße 26 und die Staatsstraße 2277 ist die Stadt Eltmann mit den Gemeinden Ebelsbach, Sand und Knetzgau verbunden.

Das Baugebiet „Buhlleite“ befindet sich im östlichen Gebiet der Stadt Eltmann. Es wird in westlicher Richtung durch die Straße Buhlleite, in nördlicher Richtung durch die B 26 und in östlicher Richtung durch das Baugebiet „Stephanshöhe“ begrenzt. In südlicher Richtung sind Grünflächen (Wiesen, Wald) in Hanglage mit vereinzelt Wohnhäusern vorhanden.

Die Koordinaten des Zentrums des Erschließungsgebietes sind in den gängigen Koordinatensystemen in Tabelle 1 zusammengestellt.

	GK 4		UTM	
	Rechtswert	Hochwert	Rechtswert	Hochwert
„Buhlleite“	4.405.150	5.537.850	32.620.200	5.536.600

Tabelle 1: Koordinaten Zentrum Baugebiet „Buhlleite“

### 3.2 Baugrundverhältnisse

Eine Baugrunduntersuchung wurde bisher nicht durchgeführt. Allerdings liegt für das angrenzende Baugebiet „Stephanshöhe“ ein Untersuchungsbericht [2] der Gartiser, Germann & Piewak GmbH aus Bamberg vom 08.05.2020 vor. Es wird zumindest teilweise von einer Übertragbarkeit auf das Baugebiet „Buhlleite“ ausgegangen. Die Außenarbeiten fanden am 22.04.2020 statt. Dabei wurden „insgesamt sieben Kleinrammbohrungen (RKS 1 bis RKS 7) bis in eine Tiefe von max. 5,0 m unter Geländeoberkante (u. GOK) ausgeführt“ [2; S. 3].



**Abbildung 2:** Standorte Rammkernsondierungen Stephanshöhe [2; Anlage 1]

In Abbildung 2 sind die Standorte sämtlicher Rammkernsondierungen eingezeichnet. Am nächsten zum Baugebiet „Buhlleite“ befinden sich die RKS 1 und RKS 7.

„Gemäß der Geologischen Karte von Bayern, Maßstab 1 : 25 000, Blatt 6030 Eltmann sind im Untersuchungsgebiet unter geringmächtigen Decklehmen die Tonsteine des Mittleren Keupers (Lehrbergsschichten) zu erwarten. Im nordwestlichen Teil des Untersuchungsgebietes sind pleistozänen Schotter anstehend. Tektonische Störungen sind am Projektstandort nicht bekannt.“ [2; S. 2]

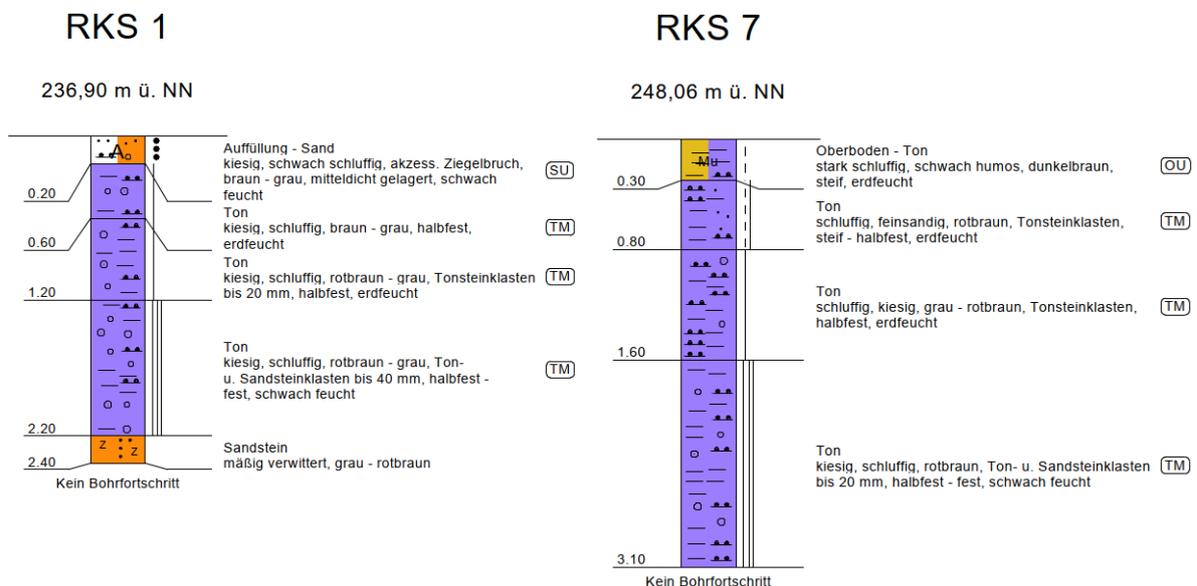
Im geotechnischen Bericht werden die vorliegenden Bodenverhältnisse beschrieben:

#### Bodenbeschaffenheit

„In den Kleinrammbohrungen RKS 2-7 ist eine 0,2-0,3 m mächtige Schicht aus Oberboden vorhanden (Schicht 1). Dieser besteht aus schluffigen, humosen Tonen und sandigen, schwach humosen Schluffen. Der Oberboden ist braun bis rotbraun gefärbt und weist eine steife Konsistenz auf. Der Oberboden ist nach DIN 18196 der Bodengruppe OU zuzuordnen. In RKS 1 wurden ab GOK bis in eine Tiefe von 0,2 m u. GOK aufgefüllte, schwach schluffige, kiesige Sande erbohrt (Schicht 2). Die braunen bis grauen, mitteldicht gelagerten Auffüllungen der Schicht 2 zeigen akzessorisch Ziegelbruch und sind nach DIN 18196 der Bodengruppe

SU zuzuordnen. Unterhalb des Oberbodens wurden in den RKS 4 bis RKS 6 schluffige bis stark schluffige, braune Sande in steifer Konsistenz bzw. mitteldichter Lagerung erbohrt (Schicht 3). Die Sande wurden bis in Tiefen zwischen 0,8 m und 1,4 m unter GOK aufgeschlossen und sind nach DIN 18196 den Bodengruppen SU und SU\* zuzuordnen. In weiterer Tiefe stehen in allen RKS steife bis feste Tone in rotbrauner Farbe bis in Tiefen von 5,0 m unter GOK an. Mit der Tiefe zeigen die Tone zunehmend feste Konsistenz und führen Tonsteinklasten sowie einzelne Sandsteinklasten, die in RKS 2 zwischen 2,9 m und 3,1 m unter GOK als aufgelöste Sandsteinbank (Steine) erbohrt wurden. Die Tone der Schicht 4 sind nach DIN 18196 der Bodengruppe TM zuzuordnen. Als tiefster Schichtglied (Schicht 5) wurden in den RKS 1 und 2 ab Tiefen zwischen 2,2 m und 4,8 m unter GOK mäßig bis stark verwitterte, mürbe bis mittelharte Sandsteine aufgeschlossen. Die grauen bis rotbraunen Sandsteine sind veränderlich fest und dünnplattig ausgebildet.“ [2; S. 3 f.]

In Abbildung 3 sind die Bohrprofile der RKS 1 und RKS 7 dargestellt.



**Abbildung 3:** Bohrprofile RKS 1 und RSK 7 [2; Anlage 2.1 u. 2.3]

Auch im Baugebiet „Buhlleite“ ist von einem tonigen Untergrund auszugehen.

### Wasserrführung

„Schicht- oder Grundwasser wurde während der Aufschlussarbeiten in den Kleinrammbohrungen nicht angetroffen. Nach niederschlagsreichen Perioden ist mit Staunässe oberhalb schwach durchlässiger Schichten (z.B. stark schluffige Sande und Tone der Schichten 3 und 4) zu rechnen.“ [2; S. 4]

### Versickerungsfähigkeit/Durchlässigkeit

„Versickerungsanlagen nach DWA A-138 sind in den angetroffenen Schichten grundsätzlich nicht möglich.“ [2; S. 12]

### 3.3 Hydrologische Daten

Die Niederschlagsbelastungen zur Durchführung der Gefährdungs- und Fließweganalyse werden aus der Niederschlagshöhenstatistik nach dem KOSTRA-Atlas 2020 (gültig seit 01.01.2023) über die Koordinaten des Zentrums des Erschließungsgebietes ermittelt (vgl. Abschnitt 3.1). Dabei wird aus den langjährigen Niederschlagsaufzeichnungen verschiedener Wetterstationen des Deutschen Wetterdienstes (DWD) eine Niederschlagshöhenstatistik erzeugt und für die entsprechenden Koordinaten ausgegeben. Die in Anhang 1 dargestellte Statistik zeigt die Gebietsauswertung der Starkregenniederschlagshöhen verschiedener Häufigkeiten und Dauerstufen für den angegebenen Koordinatenbereich.

Aufgrund der Gebietsgröße und der relativ kurzen Fließzeiten innerhalb des Gebietes kommen bei sämtlichen Simulationen Einzelmodellregen (Euler Typ II) unterschiedlicher Häufigkeiten zur Anwendung. Diese werden nach der Vorgehensweise erstellt, die im Anhang A des DWA-Arbeitsblattes 118 beschrieben ist. Die höchste Niederschlagsintensität ( $r_{5,n}$ ) wird beim 0,3-fachen der Modellregendauer festgelegt, wobei die Ereignisdauer mindestens dem zweifachen der längsten maßgebenden Fließzeit im Einzugsgebiet entsprechen soll. „Daran schließen sich auf der Zeitachse nach links die nächstniedrigeren Intervalle an, bis der Zeitpunkt  $t = 0$  erreicht ist. Die weiteren Regenintervalle folgen auf der Zeitachse nach rechts im Anschluss an das Spitzenintervall und füllen den Zeitraum bis zum Modellregenende auf“ [DWA-A 118; S. 25]. Die Regendauer zur Erzeugung des Modellregens wird auf 60 Minuten festgelegt.

In Abbildung 4 sind ein 5-, ein 20- und ein 100-jährlicher Modellregen exemplarisch dargestellt.

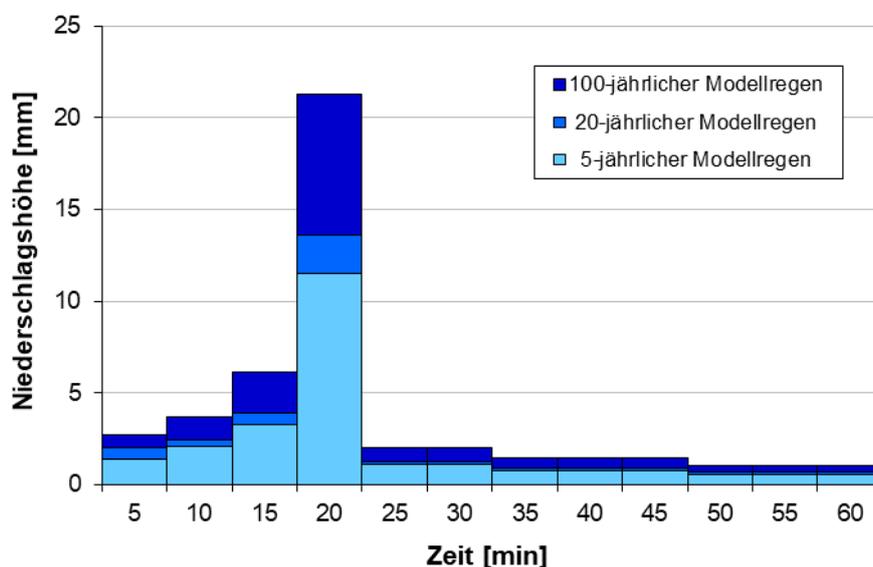


Abbildung 4: 5-, 20- und 100-jährlicher Modellregen (Euler Typ II)

Es wird ein Berechnungsmodell erstellt und verschiedene Modellregeneignisse unterschiedlicher Häufigkeiten simuliert. Die Ergebnisse werden miteinander verglichen. Es wird davon ausgegangen, dass n-jährliche Regeneignisse auch n-jährliche Abflussereignisse verursachen.

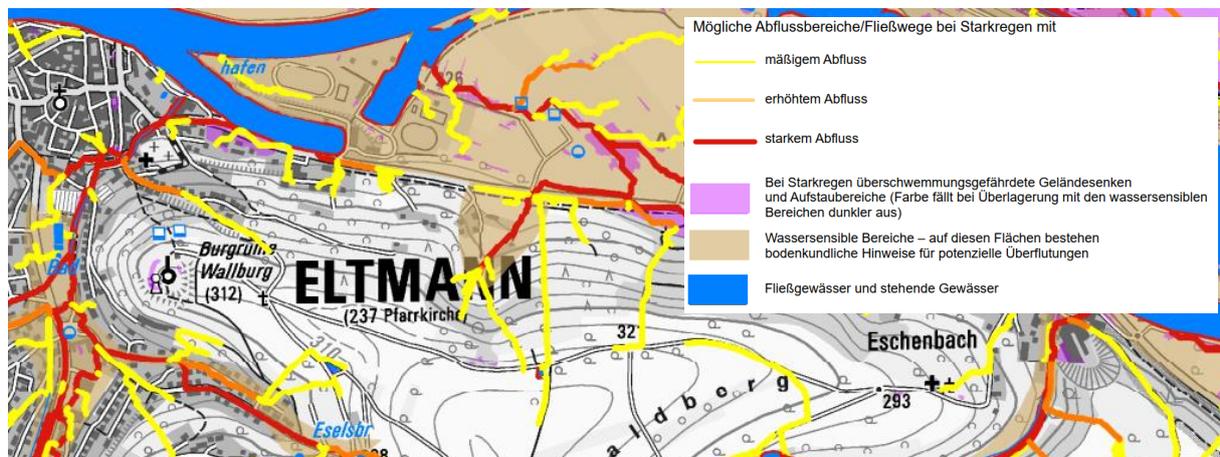
### **3.4 Bestehende Abwasseranlage**

Das Stadtgebiet Eltmann wird größtenteils im Mischsystem entwässert, ein Trennsystem ist nur im Neubaugebiet „Am Hahn II“ vorhanden. Auch das Baugebiet „Stephanshöhe“ wurde mangels Vorflut im Mischsystem erschlossen. In Eltmann selbst sind mehrere Mischwasserbehandlungsanlagen vorhanden. Dazu gehören die Fangbecken „Alte Kläranlage“, „Fichtenbach“ und „Wallburgstraße“, der Stauraumkanal „Weingarten“, das Durchlaufbecken „Schwimmbad“ und die beiden Regenüberläufe „Buhlleite“ und „Schloßsteige“. Am Standort der alten Kläranlage befindet sich ein Pumpwerk, das das Abwasser unter den Main hindurch in das Kanalsystem des Industriegebiets fördert. Nach Durchlaufen des Stauraumkanals „vor der Kläranlage“ wird das Abwasser in der Kläranlage Eltmann-Ebelsbach behandelt. Die Belebungsanlage mit chemischer Phosphorelimination und Zentrifuge ist für 25.000 EW (Größenklasse 4) ausgelegt.

Im Bereich des geplanten Baugebietes „Buhlleite“ befindet sich unterhalb des BRK-Gebäudes an der B 26 der Regenüberlauf „Buhlleite“ mit Rohrdrossel und Entlastungsleitung in den Altarm des Mains. An diesen sind teilweise die Gebäude der Straße „Buhlleite“, abschnittsweise die Entwässerungseinrichtungen der B 26 und das Neubaugebiet „Stephanshöher“ angeschlossen. Das Abwasser der Ortsteile Dippach, Eschenbach, Lembach, Roßstadt und Weißbrunn wird über eine Druckleitung an dem Regenüberlauf „Buhlleite“ vorbeigeführt.

### 3.5 Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut

Vom Bayerischen Landesamt für Umwelt werden Hinweiskarten zum Oberflächenabfluss und zu Sturzfluten herausgegeben. Diese liefern erste Anhaltspunkte für mögliche Überflutungen infolge von Starkregen, wobei sie lediglich Hinweischarakter besitzen und aus einer bayernweiten Analyse der Geländeoberfläche entstanden sind. Sie basieren „auf der Annahme, dass sich bei Starkregenereignissen oberflächlich abfließendes Wasser in Abhängigkeit der Topografie entlang von Fließwegen konzentriert, in Geländesenken ansammelt und sich wegen Überlastung und der Ablagerung von Treibgut an Durchlässen und kleinen Brücken aufstauen kann. Der Analyse der Geländeoberfläche liegt kein konkretes Starkregenereignis mit bestimmter Niederschlagsdauer oder Niederschlagsmenge zugrunde“ [8].



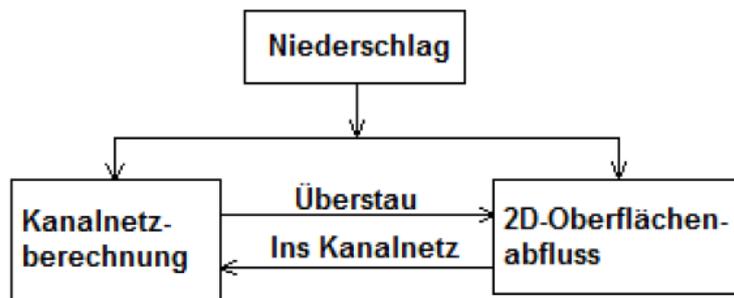
**Abbildung 5:** Auszug aus der Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut [8]

In Abbildung 2 ist ein Auszug aus der Hinweiskarte Oberflächenabfluss und Sturzflut vom Bereich des Baugebietes „Buhlleite“ dargestellt. Demnach ist an den Einmündungen an der B 26 im Bereich des Baugebietes „Buhlleite“ mit mäßigem Abfluss zu rechnen. Dieser Abfluss resultiert z.T. aus den unbebauten Außengebieten, sich auf den Straßenflächen bündelt und auf die Bundesstraße abfließt. Über die B 26 gelangt das Oberflächenwasser in den Main. Laut der Hinweiskarte konzentriert sich der Abfluss entlang der Bundesstraße von mäßigem zu erhöhtem zu starken Abfluss.

## 4 Gekoppelte Berechnung mit den Programmen HYKAS, HYKAS-2D und FLUSS der Rehm Software GmbH

### 4.1 Grundlagen

Als Grundlage für die Gefährdungs- und Fließweganalyse mit Risikobewertung werden mehrere gekoppelte Berechnungen mit den Programmen HYKAS (Version 13.1), HYKAS-2D (Version 1.0) und FLUSS (Version 15.1) der Rehm Software GmbH aus Berg (bei Ravensburg) durchgeführt. Dabei handelt es sich um detaillierte Überflutungsberechnungen mit einer 1D/2D-Oberflächenabflusssimulation. „Die gekoppelte Berechnung verbindet die eindimensionale, hydrodynamische Kanalnetzberechnung mit einer zweidimensionalen Berechnung des Oberflächenabflusses. Eine „Kommunikation“ der beiden Systeme, also ein Wasseraustausch, findet an definierten Punkten statt, im Falle von HYKAS-2D an Schächten und Straßenabläufen, die innerhalb des 2D-Untersuchungsgebiets liegen“ [6; S. 10]. Der Ablauf einer solchen gekoppelten Berechnung ist in Abbildung 6 dargestellt.



**Abbildung 6:** Prinzip einer gekoppelten Berechnung [6; S. 12]

„Die Kanalnetzberechnung liefert nach jedem Zeitschritt dem 2D-Modul die Überstauwassermenge an den Austauschschächten. Wenn ein Schacht keinen Überstau hat, so wird das im Schacht zur Verfügung stehende freie Volumen geliefert. Im 2D-Modul wird die Überstauwassermenge wie eine punktuelle Einleitung behandelt. Nach der Berechnung diskreter Zeitschritte liefert das 2D-Modul den Oberflächenabfluss (in das Kanalnetz fließende Wassermenge) an den nicht überstauten Schächten respektive den Straßenabläufen an das Kanalnetz zurück“ [6; S. 10]

Dabei wird die Kanalnetzberechnung mit dem Programm HYKAS durchgeführt, wobei die graphische Bearbeitung mit dem CAD-Aufsatz GRAPS (Version 4.1) der Rehm Software GmbH erfolgt. Es wird eine hydrodynamische Berechnung mit einem impliziten Modell mit Lösung der Kontinuitätsgleichung und der Bewegungsgleichung vorgenommen. Mit diesem Verfahren werden Wasserspiegellagen bei instationärem Abfluss und damit Überstauereignisse sachgerecht abgebildet.

Das Programm FLUSS übernimmt die zweidimensionale Berechnung des Oberflächenabflusses. „Der Begriff „zweidimensional“ ist so zu verstehen, dass dabei nur ein flächenhaftes Strömungsverhältnis in x- und y-Richtung (in Fließrichtung und quer zur Fließrichtung) berücksichtigt wird. Angesichts der Tatsache, dass die Fließtiefe nur einen Bruchteil der horizontalen

Ausdehnung des Strömungsgebietes beträgt, wird die Fließgeschwindigkeit über die Tiefe in z-Richtung lediglich mit den gemittelten Werten dargestellt (tiefengemittelt) und damit der vertikale Unterschied vernachlässigt“ [5; S. 6].

Die Bearbeitung eines Projektes mit dem Programm FLUSS findet in vier Modulen statt:

- Streupunkt-Modul
- Design-Modul
- Netz-Modul
- Hydraulik-Modul

Im Streupunkt-Modul werden Streupunktdateien (Vermessungspunkte mit x-, y-, z-Koordinaten) eingelesen und ausgedünnt. Die Punkte werden nach der Delaunay-Methode zu Dreiecken vermascht und so ein digitales Geländemodell (DGM) als Grundlage für das Berechnungsnetz erzeugt.

Mit dem Design-Modul werden anhand von Polygonen (z.B. tatsächliche Nutzungsgrenzen) Teilgebiete abgegrenzt. Innerhalb eines Teilgebietes wird die Oberflächenbeschaffenheit als gleich angenommen, daher werden verschiedene Befestigungsarten und durchlässige Flächen voneinander abgegrenzt. Den einzelnen Teilgebieten werden unterschiedliche Rauheiten (Manning-Strickler-Werte) zugewiesen. Die Rauheit hat einen Einfluss auf den oberflächigen Abfluss. Anhand der Teilgebietsgrenzen erzeugt das Programm ein Berechnungsnetz, das sich aus nahezu gleichseitigen Dreiecken zusammensetzt. Die Höhen (z-Koordinate) der Eckpunkte jedes Dreiecks werden aus dem im Streupunkt-Modul erarbeiteten DGM interpoliert. Gleichseitige Dreiecke sind für die Lösung der zur Anwendung kommenden partielle Differentialgleichungssysteme und damit für eine stabile Berechnung erforderlich.

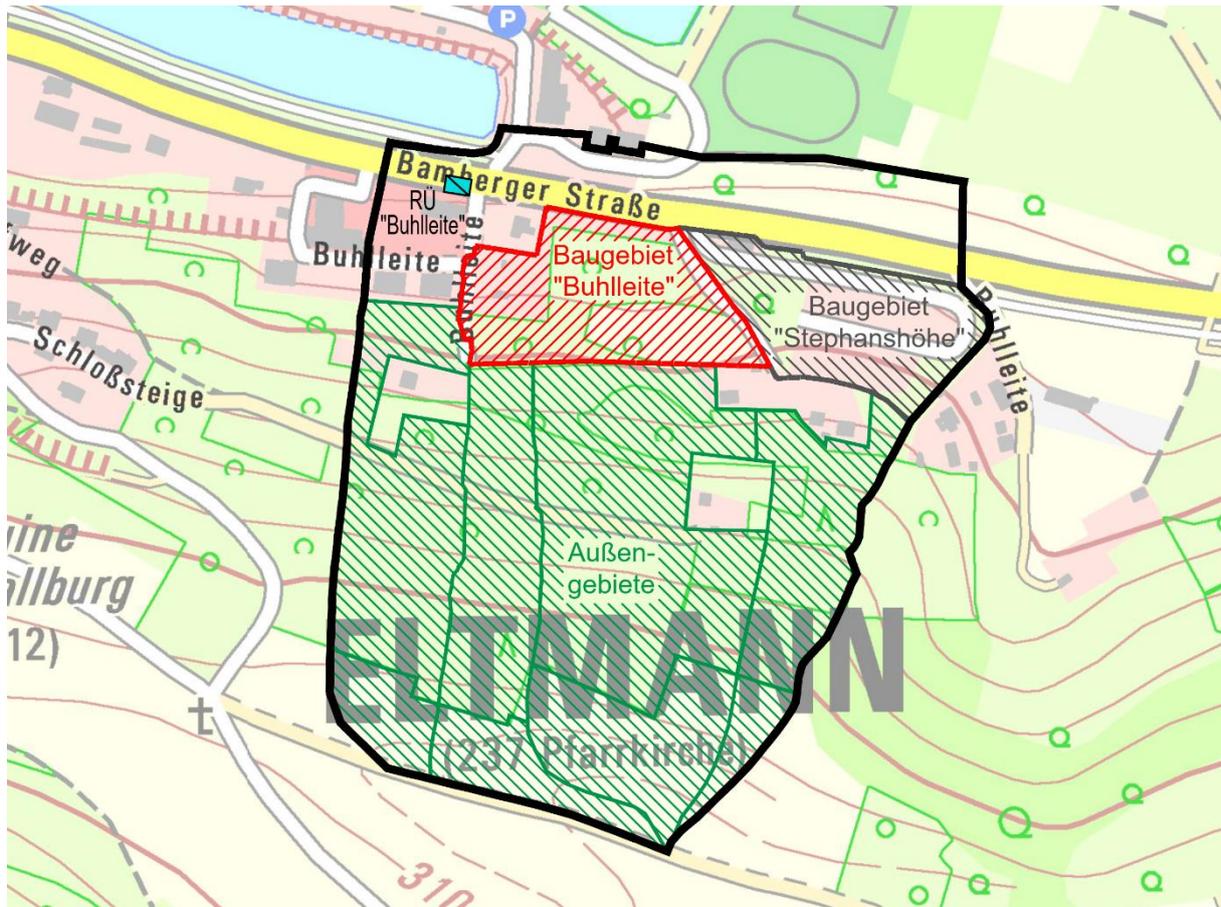
Im Netz-Modul kann das Berechnungsnetz weiterbearbeitet und Sonderbauwerke definiert werden. Dazu gehören Durchlässe und Wehre, wobei auch Brückenöffnungen als Durchlässe bezeichnet werden. Durch das Einfügen von Segment-Randbedingungen können Zuflüsse in das Netz und Abflüsse aus dem Netz positioniert werden. Zuflüsse können konstant oder über eine Ganglinie simuliert werden.

Mit dem Hydraulik-Modul können die Ergebnisse in Themenplänen oder tabellarisch ausgewertet werden. Auch eine animierte Darstellung der Berechnungsergebnisse ist möglich.

## **4.2 Festlegung Berechnungsgebiet**

Vor der Erstellung des Modells muss der Umfang des Berechnungsgebietes festgelegt werden. Ausgangspunkt dafür ist der Geltungsbereich des Bebauungsplanes „Buhlleite“. Die Erschließungsstraße vom Baugebiet „Stephanshöhe“ weist einen Hochpunkt auf, sodass durch den Anschluss der Erschließungsstraße des Baugebietes „Buhlleite“ ein Teil des Niederschlagsabflusses in das benachbarte Neubaugebiet fließen kann. Daher wird die „Stephanshöhe“ mitbetrachtet. Ebenso entwässern die Haus-Nr. 3a und 3b der Straße Buhlleite (Mehrfamilienhäuser inkl. Außenanlagen) in Richtung des Baugebietes, weshalb das Berechnungs-

gebiet entsprechend verbreitert wird. Ausgehend von diesen urbanen Flächen werden Außengebiete bestimmt. Dazu werden Wasserscheiden anhand eines digitales Geländemodell (DGM) ermittelt, welches aus Befliegungsdaten (1 m Gitterweite) erzeugt worden ist. Grundstücke mit Wohnbebauung werden von den Außengebieten ausgenommen und als urbane Flächen betrachtet. Die Bamberger Straße (B 26) ist ebenfalls Teil des Berechnungsgebietes sowie nördlich Gelegene Parkplatz und Grünflächen. Die Wohnbebauung auf der Ostseite wird nicht mitbetrachtet.



**Abbildung 7:** Berechnungsgebiet

In Abbildung 7 ist das ermittelte Berechnungsgebiet dargestellt. Es erstreckt sich über eine Fläche von insgesamt 14,8 ha. Davon entfallen ca. 1,49 ha auf das Baugebiet „Buhlleite“, 1,29 ha auf das Baugebiet „Stephanshöhe“ und etwa 8,6 ha auf Außengebietsflächen (6,5 ha Wald, 2,1 ha Acker). Bei den restlichen 1,4 ha handelt es sich um bereits vorhandene Straßen und Bebauung sowie um Grünflächen.

Die ermittelten Gebietsgrenzen wurden vor Ort überprüft. Ein Graben entlang des geschotterten Abschnittes der Schloßsteige ist nicht vorhanden.

### 4.3 Erstellung Berechnungsmodell

Mit dem Programm GRAPS wird das zu berechnende Kanalnetz aufgebaut. Beginnend mit dem letzten Element des Berechnungsgebiets wird der untere Schacht der Rohrdrossel des Regenüberlaufs „Buhlleite“ als Freier Auslass definiert und die oberliegenden Haltungen inkl. Stephanshöhe eingearbeitet, wobei Haltungen aus jeweils zwei Schächten und einer Rohrleitung bestehen. Der Regenüberlauf wird mit einem Wehr und Entlastungsleitung in den Main simuliert. Vorhandene Straßenabläufe werden mit Anschlussleitungen an Haltungen oder Schächte angeschlossen. Das Neubaugebiet „Buhlleite“ soll im Trennsystem erschlossen werden. Eine Detailplanung ist im Zuge der Aufstellung des Bebauungsplanes noch nicht erfolgt, daher werden Schmutz- und Regenwasserkanäle vorläufig geplant. Die detaillierte Planung insb. der Querung der B 26 erfolgt erst mit der Erschließungsplanung. Der Schmutzwasserkanal in der Planstraße wird an den vorhandenen Mischwasserkanal (Schacht B 02) angeschlossen. Der Schacht SW 07 stellt den neuen Endschacht der Mischwasserhaltung 50.43.05 dar, über den zukünftig die Flurstücke 716/1, 677/1 und 677/3 (Gmkg. Eltmann) entwässert werden. Das Niederschlagswasser aus dem Baugebiet wird getrennt gesammelt und in den Main eingeleitet. Es wird davon ausgegangen, dass weder eine qualitative noch eine quantitative Behandlung des Niederschlagsabflusses erforderlich ist. Zum Schutz vor oberflächlichem Abfluss aus den Außengebieten ist ein Abfanggraben mit zwei Abläufen in das Regenwasserkanalnetz vorgesehen. Entlang der Erschließungsstraße werden mehrere Straßeneinläufe eingearbeitet. Die nördliche Stichstraße wird über einen Straßeneinlauf mit Anschluss an die Haltung 50.43 an der B 26 entwässert.

Zur Berechnung des Niederschlagsabflusses werden Einzugsgebiete definiert. Dabei werden nur vorhandene und zukünftige private Grundstücke mit Wohnbebauung berücksichtigt. Für die noch unbebauten Flächen werden die Festsetzungen der B-Pläne herangezogen. Bei den Einzugsgebieten wird eingestellt, dass „nur Dachflächen an den Kanal angeschlossen“ sind. Der Abfluss von den Außenanlagen privater Grundstücke, von den öffentlichen Verkehrsflächen und von den Außengebietsflächen werden getrennt simuliert. Die Einleitung in das Kanalnetz findet über Schächte und Straßenabläufe statt. Vereinfachend werden keine Straßen-/Hofabläufe auf privaten Grundstücken eingearbeitet. Der Abfluss von diesen Flächen fließt den Straßenabläufen auf den öffentlichen Verkehrsflächen zu.

„Nach DIN 1986-100 werden Dachflächen für ein Regenereignis mit der Wiederkehrzeit  $T = 5$  a und einer Dauer von  $D = 5$  min dimensioniert. Höhere Niederschläge führen dann dazu, dass ein Teil des Niederschlags nicht mehr ins Kanalnetz eingeleitet werden kann“ [6; S. 29]. Daher wird die Dachentwässerung auf 2 mm/min gedrosselt. Diese Menge wird in das Kanalnetz eingeleitet, darüberhinausgehende Mengen werden ins Berechnungsnetz geführt.

Schächte, Straßeneinläufe und Einzugsgebiete werden anschließend in das FLUSS-Projekt exportiert. In diesem erfolgt die weitere Modellbearbeitung.

Zur Erstellung des 3D-Berechnungsmodells mit dem Programm FLUSS werden digitale Geländemodelle (DGM) benötigt, die als Streupunktdateien eingelesen werden. Von der „Stephanshöhe“ inkl. B 26 und dem Baugebiet „Buhlleite“ sind Vermessungsdaten vorhanden. Für

das Berechnungsgebiet werden Befliegungsdaten (1 m Gitterweite) herangezogen. Die Straßenplanung des Baugebietes Stephanshöhe liegt als DGM vor. Anhand des B-Plans „Buhlleite“ (Stand 16.06.2023) wird die Erschließungsstraße mit Anschluss an das Baugebiet „Stephanshöhe“ inkl. der beiden Stichstraßen geplant und ein DGM erzeugt. Ebenso werden die Abfanggräben modelliert. Die Bestands- und Planungsdaten werden zu einem einzigen DGM verschnitten und als Streupunktdatensatz in das Programm Fluss importiert.

Im Design-Modul werden Teilflächen anhand ihrer Oberflächenbeschaffenheit und ihres Rauheitstyps mit Polygonen zusammengefasst bzw. abgetrennt. Der Rauheitstyp legt die  $k_{st}$ -Werte eines Teilgebiets (Polygon) fest. „Alle später erzeugten Netzelemente in diesem Teilgebiet erhalten den hier definierten Wert“ [5; S. 69]. Es werden insgesamt neun vom Programm vorgeschlagene Rauheitstypen verwendet. In Tabelle 2 sind diese zusammengestellt und nach ihrer programmspezifischen Kennziffer (KZ) geordnet.

KZ	Bezeichnung/Bodennutzungsart	$k_{st1}$ [m <sup>1/3</sup> /s]	T <sub>1</sub> [m]	$k_{st2}$ [m <sup>1/3</sup> /s]	T <sub>2</sub> [m]	$\Sigma A_{E,i}$ [ha]
5	Sand, Lehm, Kiesbefestigung, stark bewachsen	22,0	1,00	22,0	2,00	0,0221
40	Zementglattstrich	100,0	1,00	100,0	2,00	0,0049
47	Pflaster	45,0	1,00	45,0	2,00	0,5114
48	Straße (Asphalt)	55,0	1,00	55,0	2,00	1,1850
52	Gebäude	0,1	1,00	0,1	2,00	0,7222
61	Acker	10,0	0,02	22,0	0,10	2,1003
64	Wald, Gehölz	5,0	0,02	12,0	0,10	6,1774
65	Grünland	8,0	0,02	28,0	0,10	4,0044
73	Landwirtschaftlicher Weg	30,0	1,00	30,0	2,00	0,0738
<b><math>\Sigma</math></b>						<b>14,8015</b>

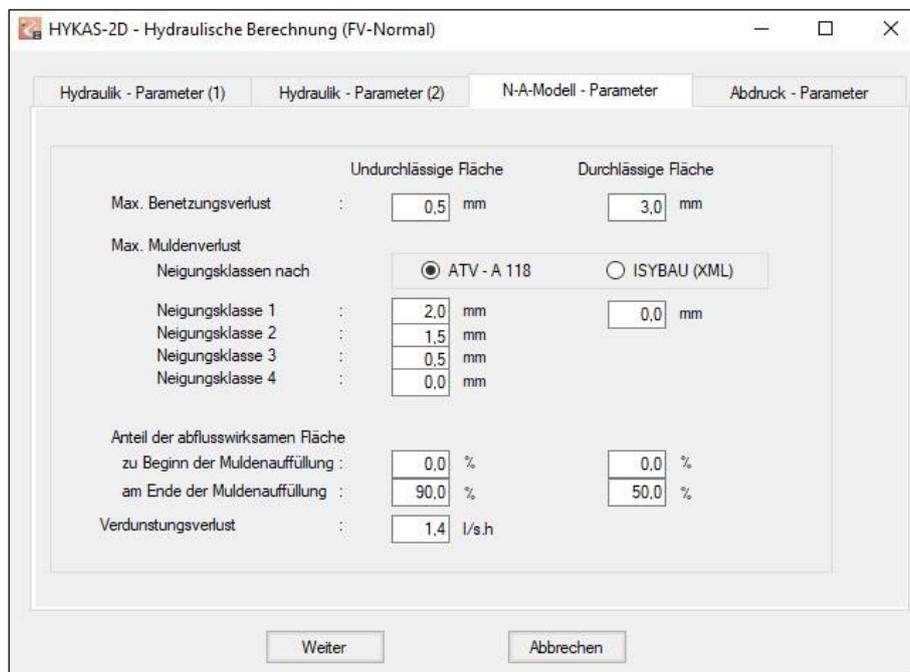
**Tabelle 2:** Verwendete Rauheitstypen

Für jeden Rauheitstyp können zwei  $k_{st}$ -Werte angegeben werden. „Die Spalte „T<sub>1</sub>“ ist die Wassertiefe, bis zu der  $k_{st1}$ -Wert angewandt wird und die Spalte „T<sub>2</sub>“ dagegen die Wassertiefe, ab der der  $k_{st2}$ -Wert angewandt wird. Bei einer Wassertiefe zwischen „T<sub>1</sub>“ und „T<sub>2</sub>“ wird der  $k_{st}$ -Wert anhand  $k_{st1}$  und  $k_{st2}$  linear interpoliert“ [5; S. 85]. Es werden nur bei natürlichen Flächen zwei unterschiedliche  $k_{st}$ -Werte verwendet. Gebäude stellen eine Besonderheit dar, denn bei der Netzgenerierung werden innerhalb des Polygons keine Netzelemente erzeugt (Leergebiet als Hindernis). Zudem wird jedem Polygon eine Bodenart zugewiesen. Dabei erfolgt eine Unterscheidung in Lehm/Ton (vgl. Abschnitt 3.2), befestigte Fläche und Dachfläche.

Anhand der Teilgebietsgrenzen (Polygone) wird ein Berechnungsnetz generiert, das sich aus nahezu gleichseitigen Dreiecken zusammensetzt. Die Höhen (z-Koordinate) der Eckpunkte jedes Dreiecks werden aus dem im Streupunkt-Modul erarbeiteten DGM interpoliert. Gleichseitige Dreiecke sind für die Lösung der zur Anwendung kommenden partiellen Differentialgleichungssysteme und damit für eine stabile Berechnung erforderlich.

Im Netz-Modul wird das Berechnungsnetz weiterbearbeitet. Es werden Hoch- oder Rundborde verschiedener Höhen an den Straßenrändern modelliert. Durch das Einfügen von Segment-Randbedingungen werden Abflüsse aus dem Netz positioniert.

Die gekoppelte Berechnung wird mit dem Programm HYKAS gestartet. Dabei werden in den Hydraulikparametern auch die Einstellungen zum Niederschlag-Abfluss-Modell vorgenommen. Bei der gekoppelten Berechnung steht lediglich das Oberflächenabflussmodell nach der Grenzwertmethode zur Abflussbildung zur Verfügung. Dabei wird grundsätzlich zwischen undurchlässigen und durchlässigen Flächen unterschieden. Es sind Angaben zu den Benetzungs- und Muldenverlusten, dem Anteil der abflusswirksamen Fläche zu Beginn und am Ende der Muldenauffüllung und zu den Verdunstungsverlusten erforderlich. „Im Oberflächenabflussmodell werden zur Berechnung der Anfangsverluste (Benetzungs- und Muldenverluste) unterschiedliche Methoden verwendet. Benetzungsverluste werden als Schwellenwert behandelt und am Anfang eines Niederschlagsereignisses vorweg abgezogen. Muldenverluste werden nach der Grenzwertmethode berechnet. Bei der Kanalnetzberechnung mit Einzelregenereignissen spielt die Verdunstung eine eher untergeordnete Rolle“ [3; S. 128 f.].

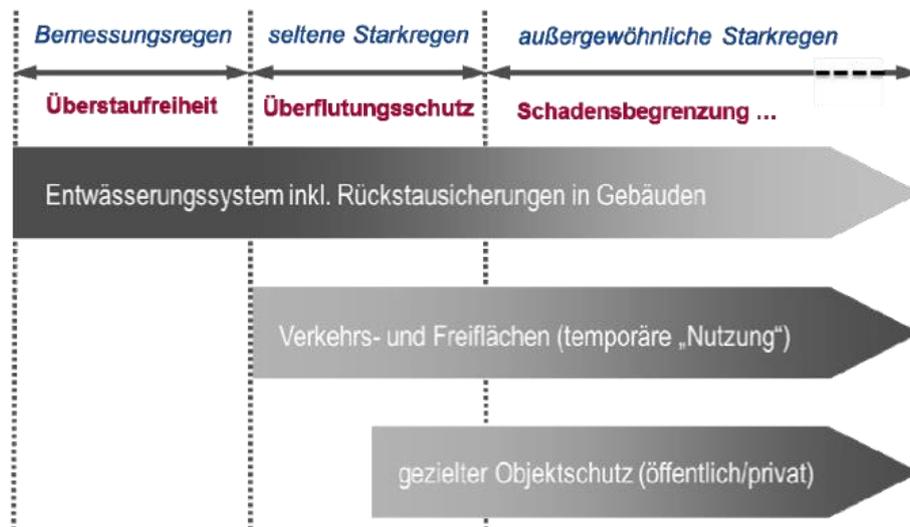


**Abbildung 8:** Parameter Niederschlag-Abfluss-Modell

In Abbildung 8 sind die gewählten Parameter für die gekoppelten Berechnungen zusammengestellt. Die Verlustansätze für die undurchlässigen Flächen werden entsprechend den Standardwerten gewählt. Der empfohlene Bereich der Benetzungsverluste für durchlässige Flächen liegt zwischen 2,0 mm und 8,0 mm, wobei der niedrigste Wert eine Rasenfläche und der höchste einen dicht bestockten Wald beschreibt. Die Muldenverluste für durchlässige Flächen werden mit 0,0 mm angesetzt, da sich diese aus dem 3D-Berechnungsmodell ergeben. Der Endabflussbeiwert von undurchlässigen Flächen soll zwischen 30 % und 50 % liegen und wird mit 50 % zum Ansatz gebracht.

## 5 Berechnungsergebnisse

Mit dem erstellten Berechnungsmodell werden gekoppelte Berechnungen mit Modellregen (Euler Typ II) verschiedener Häufigkeiten durchgeführt, diese erstrecken sich von 3-jährlichen bis zu 100-jährlichen Regenereignissen. Diese werden nach ihren Wiederkehrzeiten entsprechend Kapitel 6.1 des DWA-Merkblattes 119 in Bemessungsregen ( $T_n = 1$  a bis 5 a), seltene Starkregen ( $T_n > 5$  a bis 30 a) und außergewöhnliche Starkregen ( $T_n > 30$  a) unterteilt.



**Abbildung 9:** Überflutungsschutz und -vorsorge [DWA-M 119; Bild 2]

Abbildung 9 zeigt die Anforderungen an das Entwässerungssystem bei den jeweiligen Regenereigniskategorien. Beim Bemessungsregen soll Überstaufreiheit herrschen, was durch die richtige Dimensionierung des Kanalnetzes erreicht wird. Bei seltenen Starkregen kommt der Überflutungsschutz bei Überlastung des Kanalnetzes hinzu, der z.B. durch die temporäre Nutzung von Verkehrs- und Freiflächen erreicht werden kann. Dabei beginnt auch der gezielte Objektschutz baulich-konstruktive Maßnahmen (z. B. Schutz tiefliegender Fenster- und Türöffnungen durch druckdichte Konstruktionen), der bei außergewöhnlichen Starkregen insb. der Schadensbegrenzung dient. Eine Überflutung wird im DWA-M 199 als Zustand definiert, bei dem Schmutzwasser und/oder Niederschlagswasser aus einem Entwässerungssystem entweichen oder nicht in dieses eintreten können und entweder auf der Oberfläche verbleiben oder in Gebäude eindringen.

Es werde insgesamt sechs Berechnungen durchgeführt und ausgewertet.

### 5.1 3-jährlicher Modellregen

Die erste Berechnung wird mit einem 3-jährlichen Modellregen (Euler Typ II) durchgeführt. Nach Tabelle 3 des DWA-A 118 wird diese Häufigkeit bei einer Neuplanung eines Wohngebietes als Überstauhäufigkeit beim rechnerischen Nachweis empfohlen. Im Lageplan Plan-Nr. 3.1 sind die maximal errechneten Wassertiefen (> 1 cm) dargestellt.

Es ist zu erkennen, dass die beiden Abfanggräben oberhalb der Baugebiete „Buhlleite“ und „Stephanshöhe“ Oberflächenwasser aus den Außengebieten abfangen und über den Regenwasserkanal in den Main ableiten.

Der Niederschlagsabfluss aus dem Baugebiet „Stephanshöhe“ fließt entlang der Erschließungsstraße den Hang hinab zur B 26. Über die vorhandenen Rinnen wird es zur Einmündung der Buhlleite transportiert und fließt breitflächig in den Main. Die Wasseransammlung auf der Innenseite der 180°-Kurve wird im Endausbau nicht auftreten, da die Hofflächen anders angelegt werden als das bestehende Gelände im Berechnungsmodell simuliert wird.

Zwischen den beiden Abfanggräben fließt Oberflächenwasser aus den Außengebieten und den befestigten Flächen der oberhalb liegenden Bebauung hindurch und entlang der ehemaligen Buhlleite ab. Es trifft auf die Planstraße und wird über diese abgeleitet. Bis zur „S-Kurve“ ist ein breitflächiger Abfluss zu erkennen, da in diesem Bereich die Straßenslängsneigung mit 10 % angenommen worden ist. Entlang der restlichen Planstraße ist die Längsneigung niedriger und durch die Querneigung von 2,5 % wird das Wasser in der Rinne zwischen Fahrbahn und Gehweg geführt. Vor der Einmündung in die bestehende Fahrbahn der Buhlleite kippt die Querneigung und der Teil des Niederschlagabflusses, der nicht von den Fahrbahnabläufen aufgenommen wird, fließt zur gegenüberliegenden Straßenseite und die Buhlleite hinab zur B 26. Dort fließt es breitflächig in den Main, es treten an der B 26 Wassertiefen von bis zu 11 cm auf. Bei den berechneten Wasserständen ist die Bundesstraße noch befahrbar. Die Fahrzeuge der BRK-Rettungswache Eltmann (Bamberger Straße 38) können das Grundstück problemlos verlassen. Die Wasseransammlung im Hof der Rettungswache wird in der Realität nicht auftreten, da am Tiefpunkt ein Straßenablauf vorhanden ist, der nicht modelltechnisch abgebildet wird.

Der oberflächige Abfluss der Niederschlagswassers resultiert aus der Überlastung der Straßenabläufe, da diese zusätzlich zum Niederschlagswasser aus den Straßen- und Gehwegflächen den Abfluss von den Hofflächen der privaten Grundstücke aufnehmen müssen. Die Hofentwässerung wird nicht simuliert.

## **5.2 5-jährlicher Modellregen**

Die zweite Berechnung wird mit einem 5-jährlichen Modellregen (Euler Typ II) durchgeführt. In Tabelle 2 des LfU-Merkblattes Nr. 4.3/1 wird zur Berücksichtigung vom Starkregenereignissen bei der Neubemessung eine Herabsetzung der Bemessungshäufigkeit auf „1 in 5“ (1-mal in 5 Jahren) empfohlen. Die Berechnungsergebnisse sind im Lageplan Plan-Nr. 3.2 als maximale Wassertiefen (> 1 cm) dargestellt.

Wesentliche Unterschiede zum Abflussgeschehen der ersten Berechnung sind nicht zu erkennen. Es treten lediglich höhere Wassertiefen infolge eines höheren Abflusses auf. Ein oberflächiger Abfluss von öffentlichen auf privaten Flächen ist nicht festzustellen.

## **5.3 10-jährlicher Modellregen**

Die dritte Berechnung wird mit einem 10-jährlichen Modellregen (Euler Typ II) durchgeführt. Ab diesem Ereignis findet ein teilweiser Abfluss von den Dachflächen in das Berechnungsmodell statt, da temporär die Niederschlagsintensität von 2 mm/min überschritten wird (vgl. Abschnitt 4.3). Im Lageplan Plan-Nr. 3.3 sind die maximal errechneten Wassertiefen (> 1 cm) dargestellt.

Auch hier unterscheiden sich die Fließwege zu den beiden ersten Berechnungen nicht. Lediglich die Wassertiefen sind etwas höher. Ein Abfluss von öffentlichen auf private Flächen findet nicht statt.

#### **5.4 20-jährlicher Modellregen**

In der vierten Berechnung wird ein 20-jährlicher Modellregen (Euler Typ II) simuliert. Nach Tabelle 1 des DWA-M 119 wird beim Entwurf bzw. bei der Neuplanung von Wohngebieten eine Überflutungshäufigkeit von „1 in 20“ empfohlen. Die Ergebnisse dieser Häufigkeit werden als Nachweisgröße für den sicherzustellenden Überflutungsschutz herangezogen. Die maximal berechneten Wassertiefen (> 1 cm) sind im Lageplan Plan-Nr. 3.4 dargestellt.

Das Baugebiet „Stephanshöhe“ ist durch den Graben vor dem Abfluss aus Außengebieten ausreichend geschützt. Das Abflussgeschehen innerhalb des Baugebietes ist mit den vorherigen Berechnungen vergleichbar.

Der Graben mit zwei Einläufen am südlichen Rand des Baugebietes „Buhlleite“ wird überlastet. Die beiden Einlaufschächte können das Wasser aus den Außengebieten nicht mehr aufnehmen, an den Tiefpunkten fließt es oberflächlich über die öffentlichen Zuwegungen ab.

Im Bereich der Einmündung der Planstraße in die Buhlleite ist der talseitige Hochbord zu niedrig, um ein Übertreten in das Grundstück Haus-Nr. 40 (Buhlleite) zu verhindern. Dort trifft das Wasser auf die Rückseite einer bestehenden Garage und wird über den Hof abgeleitet. Über die B 26 fließt das gesamte Oberflächenwasser breitflächig in den Main. Auf der Bundesstraße wurde die maximale Wassertiefe mit bis zu 11 cm berechnet.

#### **5.5 50-jährlicher Modellregen**

Die fünfte Berechnung wird mit einem 50-jährlichen Modellregen (Euler Typ II) durchgeführt. Die Berechnungsergebnisse sind im Lageplan Plan-Nr. 3.5 anhand der maximalen Wassertiefen (> 1 cm) dargestellt. Bei dem außergewöhnlichen Starkregen verschärft sich die Abflusssituation gegenüber den seltenen Starkregen deutlich.

Das Baugebiet „Stephanshöhe“ ist durch den Graben vor dem Abfluss aus Außengebieten ausreichend geschützt. Im Baugebiet tritt kein Wasser von öffentlichen Verkehrsflächen auf Privatgrund. Es fließt entlang der Erschließungsstraße zur B 26. Am Tiefpunkt der Erschließungsstraße im Bereich der Parkplätze wurde eine Wassertiefe von bis zu 9 cm berechnet.

Zwischen den beiden Abfanggräben der beiden Baugebiete „Stephanshöhe“ und „Buhlleite“ fällt mehr Oberflächenwasser an. Ein Großteil fließt entlang der Buhlleite und über die Planstraße ab, ein Teil davon trifft jedoch auf ein Wohngebäude. Der Abfanggraben des Baugebietes „Buhlleite“ wird an den beiden Einläufen überlastet und Wasser läuft oberflächlich ab. Am östlichen Tiefpunkt tritt das Wasser aus den Graben und läuft zwischen zwei Wohngebäuden hindurch, es wurden Wassertiefen von bis zu 5 cm berechnet. Am westlichen Ende des Grabens läuft das Wasser entlang der Buhlleite den Hang hinunter, ein Teil des Abflusses trifft die untenliegende Bebauung, wobei eine maximale Wassertiefe von bis zu 3 cm erreicht wird.

Von Anschluss der Planstraße an das Baugebiet Stephanshöhe bis zur Einmündung der Planstraße tritt kein Wasser von der Erschließungsstraße über die hangseitigen Borde auf Privatflächen. Im Einmündungsbereich wird jedoch der Hochbord überströmt. Es trifft Wasser auf eine bestehende Garage und fließt über die privaten Hofflächen den Hang hinab bis zur Bundesstraße. Der Ablauf der Stichstraße auf der Nordseite der Planstraße wird überlastet und es fließt Wasser oberflächlich über Privatgrund zur B 26.

Die Abflüsse aus den beiden Baugebieten inkl. der Außengebiete treffen auf die Bundesstraße und werden in westliche Richtung über Rinnen abgeleitet. Im Bereich der Einmündung der Buhlleite in die B 26 läuft das Oberflächenwasser breitflächig in den Main. Bei Wasserständen von bis zu 11 cm ist diese noch befahrbar.

### **5.6 100-jährlicher Modellregen**

In der sechsten Berechnung wird der Abfluss eines 100-jährlichen Modellregens (Euler Typ II) simuliert. Die Berechnungsergebnisse sind im Lageplan Plan-Nr. 3.6 anhand der maximalen Wassertiefen (> 1 cm) dargestellt. Es sind die gleichen Fließwege wie in der vorherigen Berechnung erkennbar, es vergrößern sich die Wassertiefen und die überfluteten Flächen.

Im Wesentlichen ändert sich das Abflussgeschehen im Baugebiet „Stephanshöhe“ nicht. Der Abfanggraben ist ausreichend bemessen, um den Außengebietsabfluss abzuleiten. Der Tiefpunkt der Erschließungsstraße wird bis zu 13 cm eingestaut.

Durch die Überlastung des Abfanggrabens des Baugebietes Buhlleite wurde die maximale Wassertiefe mit bis zu 7 cm berechnet. Die nebenliegende Bebauung wird dennoch nicht von dem Abfluss getroffen. Er wird über die Planstraße abgeleitet. Auf dieser treten Wassertiefen im Bereich der Rinne von bis zu 11 cm auf. Der Einlauf am westlichen Ende des Grabens wird ebenfalls überlastet. Zum Großteil läuft das Oberflächenwasser über eine bestehende Zufahrt ab, ein Teil fließt aber auch über ein privates Grundstück.

Im Einmündungsbereich der Planstraße in die Buhlleite wird der Hochbord mit bis zu 5 cm überströmt. Es trifft Wasser auf eine bestehende Garage und fließt über die privaten Hofflächen den Hang hinab bis zur Bundesstraße. Der Ablauf der Stichstraße auf der Nordseite der Planstraße wird überlastet und es fließt Wasser oberflächlich über Privatgrund zur B 26.

Die Abflüsse aus den beiden Baugebieten inkl. der Außengebiete treffen auf die Bundesstraße. Im Bereich der Einmündung der Buhlleite in die B 26 läuft das Oberflächenwasser breitflächig in den Main. Bei Wasserständen von bis zu 17 cm ist diese noch befahrbar.

## 6 Empfohlene Maßnahmen zum Überflutungsschutz

Bei allen Berechnungen wurde die Entwässerung der Außenanlagen der privaten Baugrundstücke vereinfachend nicht berücksichtigt. Diese sind von Bauherren entsprechend dem Stand der Technik und den aktuell gültigen Richtlinien (DIN EN 752, DIN 1986-100) zu planen und auszuführen. Ein Überflutungsnachweis nach DIN 1986-100 ist bei mehr als 800 m<sup>2</sup> abflusswirksamer Fläche auf einem Grundstück zu führen. Zudem sind bauliche Vorsorgemaßnahmen an den Gebäuden zu treffen, um ein Eindringen von Wasser zu verhindern.

Bei der Bemessung des Regenwasserkanals inkl. Außengebietsableitung sollte die im LfU-Merkblatt Nr. 4.3/1 empfohlene herabgesetzte Überstauhäufigkeit bei der Neuplanung von Wohngebieten von „1 in 5“ (1-mal in 5 Jahren) angewendet werden.

Bei der Erschließung sollten die im Berechnungsmodell vorsorglich eingearbeiteten Maßnahmen berücksichtigt und umgesetzt werden. Dazu gehören die Querneigung der Planstraße entgegen der Hangneigung, hangseitige Hochbordsteine im Einmündungsbereich der Planstraße in die Buhlleite und eine Entwässerungsrinne am Ende der nördlichen Stichstraße.

Darüber hinaus sollten die Anzahl der Straßenabläufe erhöht werden, insbesondere im Einmündungsbereich der Planstraße in die Buhlleite. Unterhalb der Einmündung sollte bei der Wiederherstellung nach Einbau des Regenwasserkanals entlang der vorhandenen Rinne ein Hochbord eingebaut werden.

Es sollte im Zuge der Erschließung geprüft werden, ob eine Verlängerung des Abfanggrabens in östliche Richtung bis zur ehemaligen Buhlleite möglich ist.

Die Einläufe der Gräben sollten mit Sandfängen ausgestattet werden. Bei einer Überlastung ist ein gepflasterter Notüberlauf sinnvoll anzulegen. Die Zuwegungen zu den Einläufen sind als Notwasserwege von Bebauung freizuhalten. Durch Bordsteine kann das Oberflächenwasser zielgerichtet abgeleitet werden.

Ebenso sollte unterhalb der nördlichen Stichstraße ein Notwasserweg unterhalb freigehalten werden.

Über die baulichen Maßnahmen hinaus ist der Unterhalt der Abfanggräben besonders zu beachten, durch regelmäßige Kontrolle und Unterhaltsmaßnahmen ist ein Verlanden auszuschließen. Zudem ist er von übermäßigem Bewuchs freizuhalten.

Aufgestellt: Eltmann, den 31. Oktober 2023

**Technisches Büro Werner**



Peter Ruck

Anhang 1: Niederschlagshöhenstatistik Eltmann [7]

Starkniederschlagshöhen und -spenden gemäß KOSTRA-DWD-2020



Rasterfeld 163153

(Zeile 163, Spalte 153)

Regenspende und Bemessungsniederschlagswerte in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T und Dauerstufe D

Dauerstufe D min Std	Wiederkehrzeit T																		
	1 a mm	1 / (s ha)	2 a mm	1 / (s ha)	3 a mm	1 / (s ha)	5 a mm	1 / (s ha)	10 a mm	1 / (s ha)	20 a mm	1 / (s ha)	30 a mm	1 / (s ha)	50 a mm	1 / (s ha)	100 a mm	1 / (s ha)	
5	7,4	246,7	9,1	303,3	10,1	336,7	11,5	383,3	13,5	450,0	15,6	520,0	17,0	566,7	18,7	623,3	21,3	710,0	
10	9,5	158,3	11,7	195,0	13,1	218,3	14,8	246,7	17,4	290,0	20,1	335,0	21,8	363,3	24,1	401,7	27,4	456,7	
15	10,8	120,0	13,3	147,8	14,8	164,4	16,9	187,8	19,8	220,0	22,8	253,3	24,8	275,6	27,4	304,4	31,1	345,6	
20	11,7	97,5	14,4	120,0	16,1	134,2	18,3	152,5	21,5	179,2	24,8	206,7	27,0	225,0	29,8	248,3	33,8	281,7	
30	13,1	72,8	16,1	89,4	18,0	100,0	20,5	113,9	24,1	133,9	27,7	153,9	30,1	167,2	33,3	185,0	37,8	210,0	
45	14,6	54,1	17,9	66,3	20,0	74,1	22,8	84,4	26,8	99,3	30,8	114,1	33,5	124,1	37,0	137,0	42,1	155,9	
60	15,7	43,6	19,3	53,6	21,6	60,0	24,5	68,1	28,8	80,0	33,2	92,2	36,1	100,3	39,8	110,6	45,2	125,6	
90	15,5	32,0	21,3	39,4	23,8	44,1	27,1	50,2	31,8	58,9	36,7	68,0	39,9	73,9	44,0	81,5	50,0	92,6	
120	2	18,6	25,8	22,9	31,8	25,6	35,6	29,1	40,4	34,1	47,4	39,3	54,6	42,8	59,4	47,2	65,6	74,4	
180	3	20,5	19,0	25,2	23,3	28,2	26,1	32,0	29,6	37,6	34,8	43,4	40,2	47,1	43,6	52,1	48,2	59,1	54,7
240	4	21,9	15,2	27,0	18,8	30,2	21,0	34,3	23,8	40,3	28,0	46,4	32,2	50,5	35,1	55,8	38,8	63,3	44,0
360	6	24,1	11,2	29,7	13,8	33,2	15,4	37,8	17,5	44,3	20,5	51,1	23,7	55,6	25,7	61,4	28,4	69,7	32,3
540	9	26,6	8,2	32,7	10,1	36,5	11,3	41,6	12,8	48,8	15,1	56,2	17,3	61,1	18,9	67,5	20,8	76,7	23,7
720	12	28,4	6,6	35,0	8,1	39,1	9,1	44,5	10,3	52,2	12,1	60,2	13,9	65,4	15,1	72,2	16,7	82,0	19,0
1080	18	31,2	4,8	38,5	5,9	43,0	6,6	48,9	7,5	57,4	8,9	66,2	10,2	71,9	11,1	79,4	12,3	90,2	13,9
1440	24	33,4	3,9	41,2	4,8	46,0	5,3	52,3	6,1	61,4	7,1	70,8	8,2	76,9	8,9	85,0	9,8	96,5	11,2
2880	48	39,3	2,3	48,4	2,8	54,1	3,1	61,5	3,6	72,2	4,2	83,2	4,8	90,4	5,2	99,9	5,8	113,4	6,6
4320	72	43,2	1,7	53,2	2,1	59,4	2,3	67,6	2,6	79,3	3,1	91,4	3,5	99,4	3,8	109,8	4,2	124,7	4,8
5760	96	46,2	1,3	56,9	1,6	63,5	1,8	72,3	2,1	84,8	2,5	97,8	2,8	106,3	3,1	117,4	3,4	133,3	3,9
7200	120	48,6	1,1	59,9	1,4	66,9	1,5	76,1	1,8	89,4	2,1	103,0	2,4	111,9	2,6	123,7	2,9	140,4	3,3
8640	144	50,7	1,0	62,5	1,2	69,8	1,3	79,4	1,5	93,2	1,8	107,5	2,1	116,8	2,3	129,0	2,5	146,5	2,8
10080	168	52,6	0,9	64,8	1,1	72,4	1,2	82,3	1,4	96,6	1,6	111,4	1,8	121,1	2,0	133,7	2,2	151,9	2,5

Seite 1 von 3

Angaben in mm: Bemessungsniederschlagswerte h(n)  
Angaben in l / (s ha): Regenspende R(n)

Datenbasis: KOSTRA-DWD-2020 des Deutschen Wetterdienstes, Stand 12/2022.  
Für die Richtigkeit und Aktualität der Angaben wird keine Gewähr übernommen. Erstellt 01/2023.

Starkniederschlagshöhen und -spenden gemäß KOSTRA-DWD-2020



Rasterfeld 163153

(Zeile 163, Spalte 153)

Örtliche Unsicherheiten in Abhängigkeit von Wiederkehrzeit T und Dauerstufe D

Dauerstufe D min Std	Wiederkehrzeit T									
	1 a ± %	2 a ± %	3 a ± %	5 a ± %	10 a ± %	20 a ± %	30 a ± %	50 a ± %	100 a ± %	
5	11	11	12	12	13	14	14	15	15	
10	14	15	16	17	18	19	19	20	20	
15	16	17	18	19	20	21	21	22	22	
20	17	19	20	20	22	22	23	23	24	
30	18	20	21	22	23	24	24	25	25	
45	18	20	21	22	23	24	25	25	26	
60	1	18	20	21	22	23	24	25	26	
90	1,5	18	20	21	22	23	24	25	25	
120	2	18	19	20	21	22	23	24	25	
180	3	17	18	19	20	21	22	23	24	
240	4	16	18	19	20	21	22	23	23	
360	6	15	17	18	19	20	20	21	22	
540	9	14	16	16	17	18	19	20	21	
720	12	13	15	16	17	18	19	19	20	
1080	18	13	14	15	16	17	17	18	19	
1440	24	12	13	14	15	16	17	17	18	
2880	48	11	12	13	14	15	15	16	17	
4320	72	11	12	13	13	14	15	15	16	
5760	96	12	12	12	13	14	14	15	16	
7200	120	12	12	12	13	14	14	15	15	
8640	144	12	12	13	13	13	14	14	15	
10080	168	12	12	13	13	13	14	14	15	

Parameter für abweichende T und D

Lokationsparameter  $\xi$  (Xi)  
15,96150662

Skalenparameter  $\alpha$  (Alpha)  
5,15370177

Formparameter  $\kappa$  (Kappa)  
-0,1

1. Koutsoyiannis-Parameter  $\theta$  (Theta)  
0,02386481

2. Koutsoyiannis-Parameter  $\eta$  (Eta)  
0,76712348

Parameter für dauerstufenübergreifende  
Extremwertschätzung nach KOUTSOYIANNIS et al.  
1998.

Siehe auch Anwendungshilfe zu KOSTRA-DWD-2020  
des Deutschen Wetterdienstes.

Seite 2 von 3

Unsicherheiten beziehen sich auf  
Bemessungsniederschlagswerte h(n) und Regenspenden R(n) auf Seite 1

Datenbasis: KOSTRA-DWD-2020 des Deutschen Wetterdienstes, Stand 12/2022.  
Für die Richtigkeit und Aktualität der Angaben wird keine Gewähr übernommen. Erstellt 01/2023.

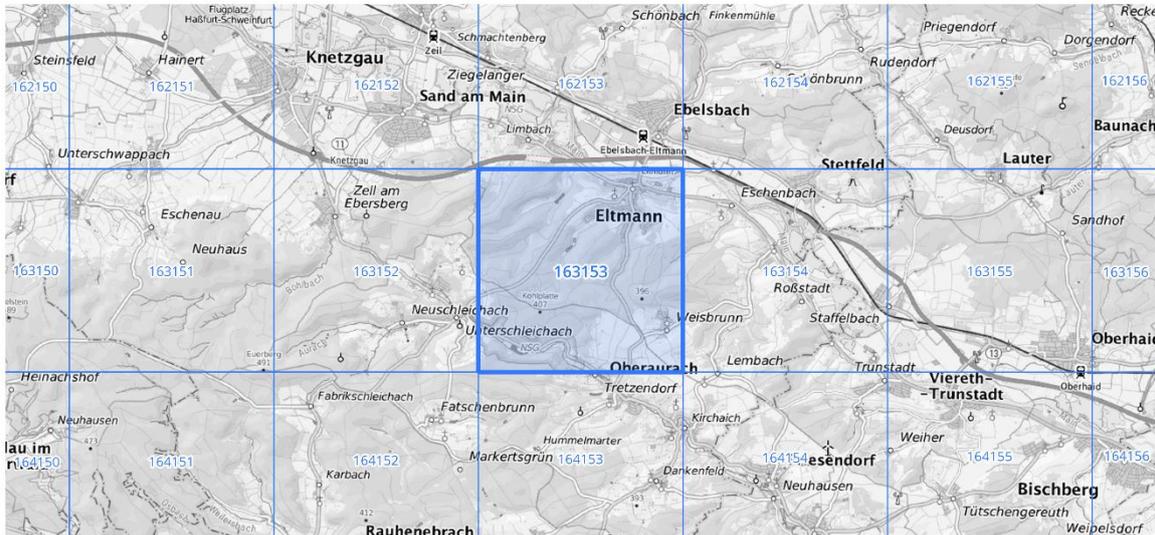
Starkniederschlagshöhen und -spenden gemäß KOSTRA-DWD-2020



Rasterfeld 163153

(Zeile 163, Spalte 153)

Übersichtskarte des Rasterfeldes 163153, M 1 : 100 000



Quelle Rasterdaten: KOSTRA-DWD-2020 des Deutschen Wetterdienstes, Stand 12/2022.

Seite 3 von 3

Kartendarstellung: © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2023), Datenquellen: [https://sgx.geodatenzentrum.de/web\\_public/gdz/datenquellen/Datenquellen\\_TopPlusOpen.html](https://sgx.geodatenzentrum.de/web_public/gdz/datenquellen/Datenquellen_TopPlusOpen.html)

Für die Richtigkeit und Aktualität der Angaben wird keine Gewähr übernommen. Erstellt 01/2023.