

# Hochwasser bei Starkregenereignissen Integriertes Schutzkonzept für kleinere Einzugsgebiete

U. Haas, Stuttgart

## INHALT

1. Einleitung
2. Wie entsteht Hochwasser
3. Niederschlag und Abfluss
  - 3.1. Starkregenereignisse
  - 3.2. Oberflächenabfluss
4. Hochwasserschutz
  - 4.1. Hochwasservorsorge
  - 4.2. Natürlicher Wasserrückhalt
  - 4.3. Technischer Hochwasserschutz
  - 4.4. Objektschutz
  - 4.5. Vorwarnsysteme
5. Gefahrenkarte
6. Maßnahmenkatalog
  - 6.1. Pflege und Unterhalt der Gewässer
  - 6.2. Einsatzpläne
  - 6.3. Baumaßnahmen
  - 6.4. Prioritätenliste und Maßnahmenplan

## 1. Einleitung

Hochwasserschutz kommt immer mehr in das Bewußtsein. Vor allem die stärker werdenden Niederschläge über das ganze Jahr hinweg, welche z.T. großen Schaden anrichten, werfen Fragen auf:

- welche Maßnahmen sind zu ergreifen
- in welchem Umfang sind sie notwendig
- wer kann sie durchsetzen

Bei der Beantwortung dieser Fragen ist wichtig zu erkennen, daß Hochwasserschutz alle angeht, das Problem also nur integrativ angegangen werden kann, denn wir alle tragen zu einem stetig steigenden Oberflächenabfluss bei.

Stadt- und Landschaftsplaner, Architekten, Gewässerfachleute, Entwässerungsingenieure, Baurechtler, Grundstücksbesitzer und -pächter müssen eine gemeinsame und solidarische Strategie entwerfen, um ganzheitliche und nachhaltige Lösungen zu finden.

## 2. Wie entsteht Hochwasser

Für die Hochwasserentstehung ist insbesondere der direkte Abfluss von der Oberfläche bei Niederschlägen verantwortlich. Der Weg und die Wirkung des Oberflächenabflusses ist von der Struktur und Beschaffenheit der Nutzflächen abhängig.

Es gibt Strukturen, die den Abfluss mengenmäßig mindern, zeitlich verzögern oder aber erhöhen und beschleunigen. Die hoch wirksame Wasserspeicherfunktion der Wälder ist aufgrund von Nutzungsänderungen auf weiten Flächen verloren gegangen. Das anfallende Regenwasser kann von den Flüssen und Bächen nicht mehr aufgenommen werden. Es kommt zu Überschwemmungen.

Zusätzlich haben Eindeichungen und Ausbau der Fließgewässer zu der Beschleunigung der Abflüsse beigetragen, wovon die Unterlieger betroffen werden.

An großen Flüssen sind lang anhaltende Niederschläge (evtl. verbunden mit Schneeschmelze), an Bächen sind örtliche Gewitter oder sintflutartige Starkregen Auslöser für ein Hochwasser.

Hochwasser gab es zu allen Zeiten. Der oft wiederkehrende rasche und erhöhte Wasserabfluss ist durch Flächenversiegelungen und Bachbegradigungen hausgemacht. Darüber hinaus wurden in den letzten Jahrzehnten zahlreiche Baugebiete in Überschwemmungsgebieten ausgewiesen.

## 3. Niederschlag und Abfluss

### 3.1. Starkregeneignisse

Will man Regeneignisse nach ihrer Heftigkeit und nach ihrer statistischen Wiederkehrzeit einstufen, muß man die Statistik der vergangenen Jahrzehnte zu Rate ziehen.

Alle Regeneignisse werden vom Deutschen Wetterdienst erfaßt und ausgewertet. Die Werte sind statistisch aufbereitet und im sogenannten KOSTRA-Atlas<sup>1</sup> veröffentlicht. Für das gesuchte Niederschlagsgebiet (Rasterfeld) sind die Niederschlagshöhen und -spenden der Starkregeneignisse tabellarisch dargestellt.

T	0,5		1,0		2,0		3,0		5,0		10,0		20,0		50,0		100,0	
	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN	hN	rN
5,0 min	2,9	97,8	5,3	176,6	7,7	255,5	9,0	301,6	10,9	359,7	13,2	438,6	15,5	517,5	18,7	621,7	21,0	700,6
10,0 min	5,6	93,4	8,6	142,5	11,5	191,6	13,2	220,3	15,4	256,5	18,3	305,6	21,3	354,7	25,2	419,6	28,1	468,7
15,0 min	7,4	82,5	10,8	119,1	14,1	156,7	16,1	178,4	18,5	205,8	21,9	243,1	25,2	280,3	29,7	329,5	33,0	366,7
20,0 min	8,7	72,2	12,3	102,8	16,0	133,4	18,1	151,3	20,9	173,8	24,5	204,3	28,2	234,9	33,0	275,3	36,7	305,9
30,0 min	10,3	57,7	14,5	80,4	19,6	103,6	21,1	117,1	24,2	134,2	28,3	157,4	32,5	180,5	38,0	211,2	42,2	234,3
45,0 min	11,8	43,0	16,4	60,6	21,1	78,1	23,5	88,4	27,4	101,4	32,1	118,9	36,8	136,5	43,1	159,7	47,9	177,3
60,0 min	12,3	34,2	17,5	48,6	22,7	63,0	25,7	71,5	29,6	82,1	34,8	96,5	39,9	111,0	46,8	130,0	52,0	144,4
90,0 min	14,2	26,2	19,3	35,8	24,5	45,3	27,5	50,9	31,3	57,9	36,4	67,5	41,6	77,0	48,4	89,6	53,6	89,2
2,0 h	15,6	21,6	20,7	28,8	25,8	35,9	28,8	40,1	32,6	45,3	37,7	52,4	42,9	59,5	49,7	69,0	54,8	76,1
3,0 h	17,8	16,4	22,9	21,2	27,9	25,9	30,9	28,6	34,7	32,1	39,8	36,8	44,9	41,5	51,6	47,8	56,7	52,5
4,0 h	19,4	13,8	24,5	17,0	29,6	20,5	32,5	22,6	36,3	25,2	41,3	28,7	46,4	32,2	53,1	36,9	58,2	40,4
6,0 h	22,0	10,2	27,0	12,5	32,1	14,8	35,0	16,2	38,7	17,9	43,7	20,3	48,8	22,6	55,4	25,7	60,5	28,0
9,0 h	24,8	7,7	29,8	9,2	34,8	10,8	37,8	11,7	41,4	12,8	46,4	14,3	51,4	15,9	58,0	17,9	63,0	19,4
12,0 h	27,0	6,3	32,0	7,1	37,0	8,6	39,9	9,2	43,5	10,1	48,5	11,2	53,5	12,4	60,0	13,9	65,0	15,0
18,0 h	28,3	4,4	34,8	5,4	41,2	6,4	44,9	6,9	45,7	7,7	56,1	8,7	62,6	9,7	71,1	11,0	77,5	12,0
24,0 h	29,6	3,4	37,5	4,8	45,4	5,3	50,0	5,8	55,8	6,5	63,8	7,4	71,7	8,3	82,1	9,5	90,0	10,4
48,0 h	36,7	2,1	45,0	2,6	53,3	3,1	58,1	3,4	64,2	3,7	72,5	4,2	80,8	4,7	91,7	5,3	100,0	5,8
72,0 h	46,7	1,8	55,0	2,1	63,3	2,4	68,1	2,6	74,2	2,9	82,5	3,2	90,8	3,5	101,7	3,9	110,0	4,2

Tab.: Niederschlagshöhen und -spenden für ein ausgesuchtes Rasterfeld

<sup>1</sup> Koordinierte Starkniederschlags-Regionalisierungs-Auswertungen

Um diskrete Regenereignisse statistisch einordnen zu können, werden sie als eine Regenganglinie und -summenlinie aufbereitet.

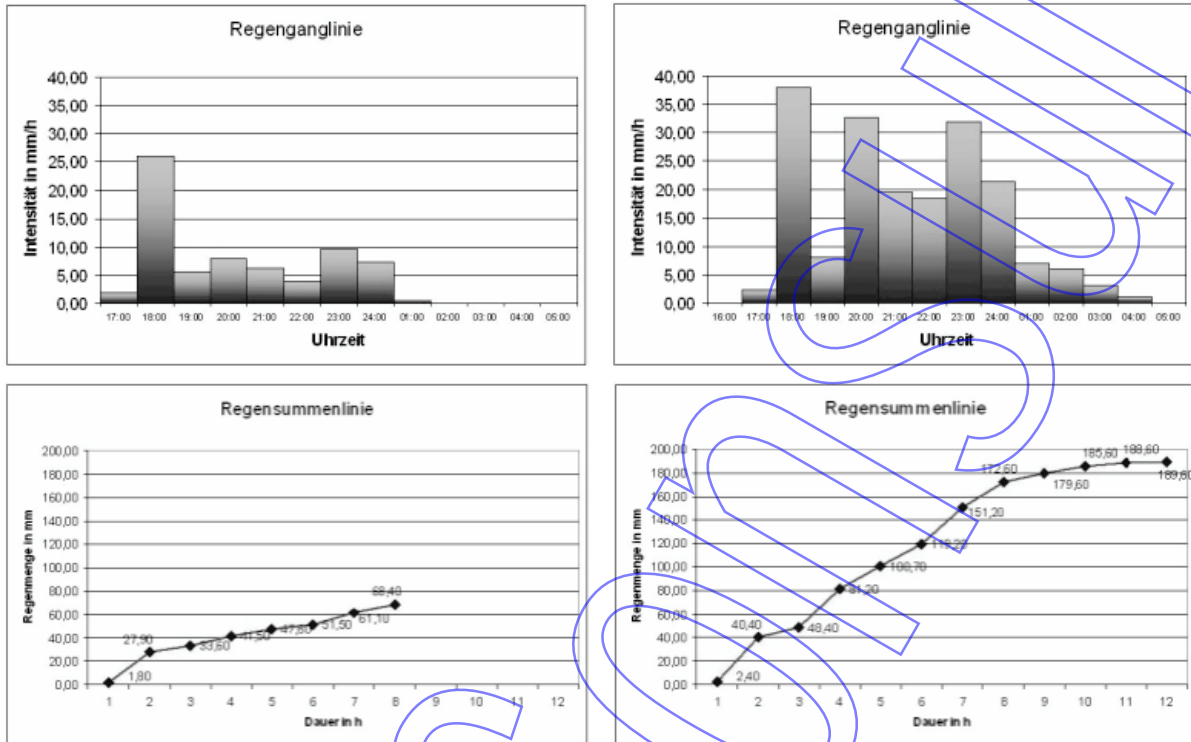


Abb.: Regenganglinie und -summenlinie zweier aufeinander folgenden Regenereignisse

Ein Vergleich mit den Werten aus dem KOSTRA-Atlas ergibt, dass für das linke Beispiel

- innerhalb der zweiten Stunde ein 3-jährliches Ereignis niederging
- nach drei Stunden fast ein 5-jährliches Regenereignis erreicht wurde und
- nach sechs Stunden mindestens das 10-jährliche

für den Regen am folgenden Tag (rechtes Beispiel) gilt, dass:

- innerhalb der zweiten Stunde ein über 10-jährliches Ereignis stattfand
- nach drei Stunden eine Regenmenge niederging, die einem 20-jährlichen Regenereignis zuzuordnen ist und
- nach vier Stunden eine Wiederkehrzeit von 100 Jahren überschritten wurde

Unglücklicherweise ist in dem Beispiel der erste Regen ein Vorregen für den zweiten. Dies hat einen negativen Einfluss auf den Oberflächenabfluss von Außengebieten.

### 3.2. Oberflächenabfluss

Für den direkten Abfluss von der Oberfläche spielt insbesondere die Flächenversiegelung sowie die nutzungsbedingte Verschlechterung der Infiltration in den Boden und die Wasserspeicherung im Boden eine zentrale Rolle. Die abflussmindernde bzw. -verzögernde Funktion des Bodens wird aus Gründen eines verbesserten Entwässerungskomforts nicht genutzt, das anfallende Regenwasser wird i.d.R. über die Kanalisation und Drainagen dem Gewässer so rasch als möglich zugeführt.

### Ortsbereich

Im Ortsbereich findet eine kontinuierliche Aufsiedlung und Verdichtung statt. Die Zunahme des Versiegelungsgrades ist unten beispielhaft dargestellt. Sie hat zur Folge, daß mehr Wasser schneller abfließt.



Abb.: Fortschreitende Versiegelung im Ortsbereich

### Landwirtschaft

Es ist von einem verstärkten Oberflächenabfluss von landwirtschaftlichen Nutzflächen auszugehen, weil eine zu Lasten des Grünlandes gehende Ausdehnung der Ackerfläche und eine Intensivierung des Ackerbaus stattfindet oder zumindest über viele Jahre stattfand.

Intensive landwirtschaftliche Nutzung mit schwerem Gerät führt durch Auflast und Pflügen zu Bodenverdichtungen, d.h. dass das für die Wasserspeicherung maßgebliche Porenvolumen verkleinert sich. Ein außerdem beschleunigter Abfluss wurde durch den Bau von Flächendrainagen verursacht.

Besonders kritisch kann es bei Vorregen werden, wenn der Boden gesättigt ist und kein weiteres Wasser aufnehmen kann; des weiteren im Winter, wenn starke Niederschläge mit gefrorenem Boden einher gehen.

### Kanalisation

Die Kanalisation kann ein Gewässer nicht ersetzen!

Die Kanalisation dient in erster Linie der Abführung von Schmutzwasser aus den angeschlossenen Häusern zur Kläranlage. Würde man die Kanalisation, ohne zusätzliche Entlastung, mit Regenwasser füllen, so kann zum einen Rückstau aufgrund fehlender Kapazitäten entstehen und zum anderen könnte die Reinigungsleistung der Kläranlage beeinträchtigt werden. Denn biologische Kläranlagen arbeiten am besten, wenn ihnen ausschließlich Schmutzwasser und kein „sauberes“ Regenwasser zugeführt wird.

Dennoch sieht der Gesetzgeber vor, daß bestimmte Regeneignisse von der Kanalisation aufgenommen werden müssen. In der Regel sind dies Regen mit einer Wiederkehrzeit von drei Jahren. Diese müssen zwar von der Kanalisation aufgenommen, aber nicht bis zur Kläranlage geführt werden. An günstigen Stellen im Kanalnetz, in der Nähe von Gewässern, kann dieses mitgeführte Regenwasser an Regenüberläufen abgeschlagen werden.



Da an den Regenüberläufen keine zu große Drosselung stattfinden darf, werden manche Regenüberläufe zu Regenüberlaufbecken ausgebaut. Diese Becken nehmen den ersten, sehr stark verschmutzten Spülstoß aus der Kanalisation auf und speichern ihn. Nachfließendes, eher sauberes Regenwasser wird dann entlastet. Der verschmutzte Spülstoß im Regenüberlaufbecken wird später in der Kläranlage gereinigt.

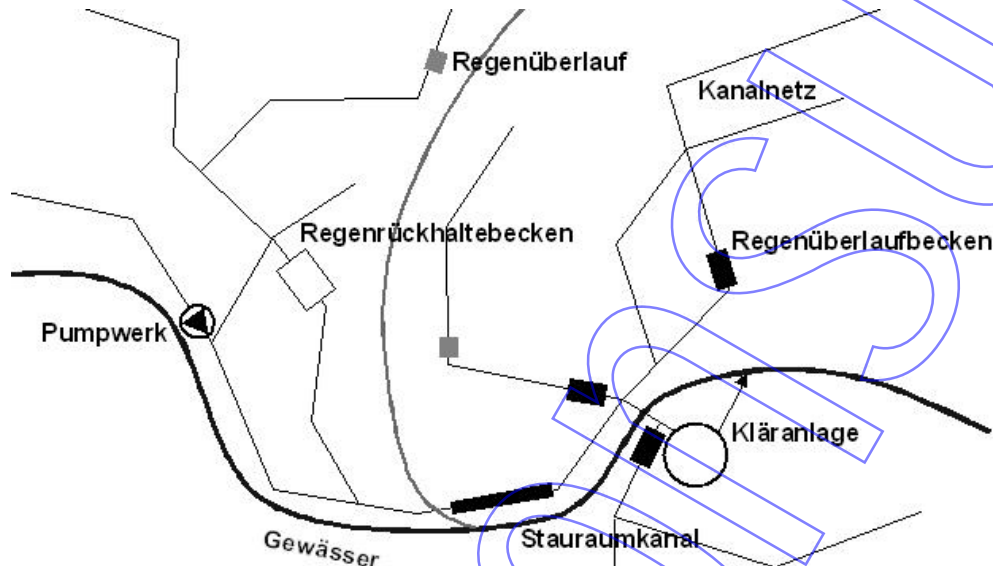


Abb.: Komponenten eines Entwässerungssystems

Das Zusammenwirken der einzelnen Komponenten eines Entwässerungssystems spielt beim vorbeugenden Hochwasserschutz eine wichtige Rolle, weil bei der Erarbeitung des Generalentwässerungsplans

- Standorte für Regenbecken festgelegt werden, um einerseits die hydraulische Belastung des Gewässers mindern zu helfen (Regenrückhaltebecken) und außerdem den Austrag von Schmutzstoffen zu reduzieren (Regenüberlaufbecken)
- abkoppelbare Flächenanteile, welche auf anderem Wege die Niederschläge den Gewässern zuführen, erkannt und ihre Auswirkung auf den Abfluss untersucht werden

### Gewässer

Dem Gewässer werden schließlich zugeführt:

- die Oberflächenwässer aus urbanen, versiegelten Flächen
- die Entlastungsmengen aus der Kanalisation und
- die Oberflächenwässer aus unbebauten Gebieten, zum großen Teil landwirtschaftlich genutzten Flächen

Um die Leistungsfähigkeit der Gewässer zu erhöhen und mehr Bauland zur Verfügung stellen zu können, wurden die Bachläufe eingeeignet, z.T. befestigt oder komplett verdolt.

Es können nun unerwartet hohe Abflussspitzen entstehen. Die Kraft des Baches steigt mit seinem Abflussvermögen, reißt Gegenstände mit sich fort und wirkt selbstzerstörerisch an seinem eigenen Bachlauf.

## 4. Hochwasserschutz

### 4.1. Hochwasservorsorge

Bei Erstellung oder Fortschreibung von Landschafts- bzw. Flächennutzungsplänen sowie von Bebauungsplänen ist auf die Ziele der Gewässerentwicklung zu achten. Dies geschieht durch die Aufstellung von Gewässerentwicklungsplänen.

Der beste Schutz vor Hochwasser ist, überflutungsgefährdete Flächen nicht zu bebauen. In Gebieten, die durch entsprechende Maßnahmen als geschützt gelten, werden bei Überschreiten des für die Schutzanlage festgelegten Bemessungsabflusses, überflutet.

### 4.2. Natürlicher Wasserrückhalt

Die Festsetzung, Sicherung und Rückgewinnung von natürlichen Überschwemmungsflächen gehört zu den Hauptaufgaben eines vorbeugenden Hochwasserschutzes.

Da bei der Festsetzung von Überschwemmungsgebieten Widerstände u.a. aus der Landwirtschaft zu erwarten sind, sei darauf hingewiesen, daß eine landwirtschaftliche Nutzung durchaus möglich ist. In den für seltene Extremabflüsse zurückgewonnenen Bereichen ist das landwirtschaftliche Schadenspotenzial relativ gering.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen sind z.T. stark ausgeräumt und nur sehr wenig mit Feldgehölzen und Ackerrandstreifen strukturiert. Eine Gliederung großer landwirtschaftlicher Schläge, durch Hecken und Haine, verbunden mit einer entsprechenden Geländemodellierung, kann den Wasserabfluss verzögern.

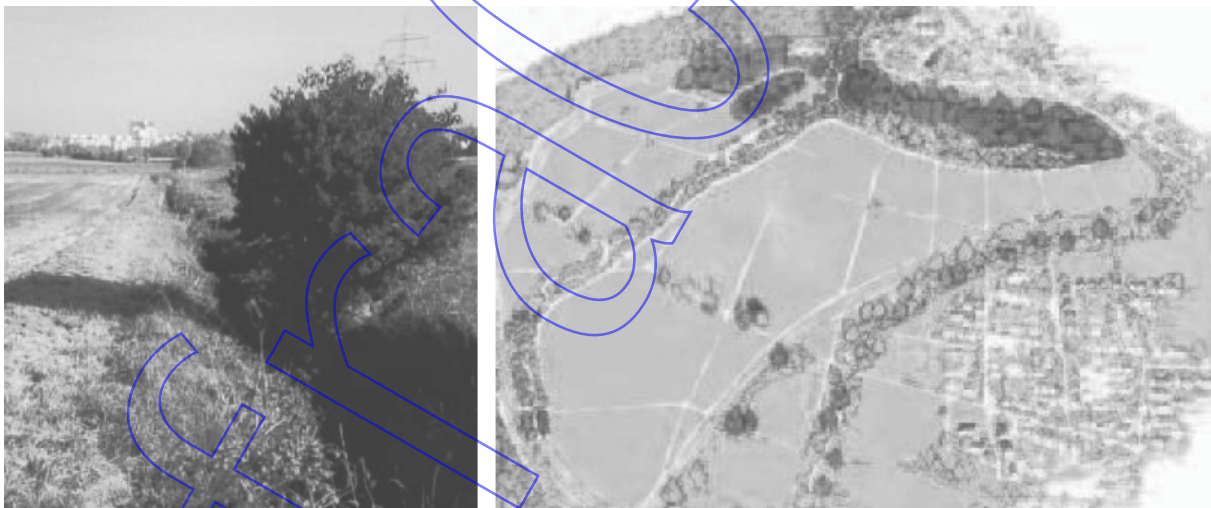


Abb.: Ausgeräumte Flure (links) und mögliche Untergliederung der Flächen mit Haine (rechts)

### 4.3. Technischer Hochwasserschutz

Der technische Hochwasserschutz beinhaltet den Bau von Rückhaltebecken und Hochwasserschutzanlagen. Rückhaltebecken dämpfen die Abflussspitzen, da sie Wasser zurückhalten und zwischenspeichern. Unter Schutzanlagen werden beispielsweise Hochwasserdämme verstanden.

#### 4.4. Objektschutz

Der Objektschutz bezieht sich auf Maßnahmen an den zu schützenden Gebäuden selbst (Gebäudeschutz) oder auf mobile Schutzeinrichtungen, welche rechtzeitig installiert werden müssen. Mobile Schutzeinrichtungen sind bei genügend langen Vorwarnzeiten angezeigt.

Verschiedentlich hat direkter Objektschutz eingesetzt. Folgende Maßnahmen sind üblich:

- Hochsetzen von Lichtkästen für Kellerfenster
- Einbau einer Schwelle für außenliegende Kellerabgänge
- Erhöhung der Gradienten für tiefliegende Garageneinfahrten
- Überprüfung der Rückstauklappen in Kellergeschossen

#### 4.5. Vorwarnsysteme

Unerwartetes Hochwasser verursacht unerwartet große Schäden. Für eine gezielte Schadensabwehr bleiben, besonders in kleinen Einzugsgebieten, den Kommunen und den Privathaushalten allerdings nur wenige Stunden.

### 5. Gefahrenkarte

Um die besonders gefährdeten Bereiche erkennen und deren Schadenspotenzial einschätzen zu können, hilft die Erarbeitung einer Gefahrenkarte.

Je nach Bemessungsgrundlage muss das Kanalnetz ein 2-, 3-, 5- oder vielleicht auch 10-jährliches Regenereignis aufnehmen können. Eine Untersuchung zum Oberflächenabfluss bei Extremregenereignissen hat jedoch nur so viel mit einer Kanalhydraulik zu tun, als daß die abfließende Menge um den Kanalanteil reduziert werden darf. Deshalb muss man sich von der gewohnten (Kanal-)Betrachtungsweise lösen und die Topographie und die urbane Oberflächenstruktur in den Mittelpunkt rücken.

Die Gefahrenkarte entsteht auf Basis eines Abflussmodells sowie intensiver Vorortuntersuchungen. Es bieten sich folgende Arbeitsschritte an:

- Auswahl der zu untersuchenden Regenereignisse
- Auswahl eines geeigneten Berechnungsverfahrens
- Konstruktion des Abflusstransportmodells
- Eingabe der Gebietsdaten
- Berechnung der Abflussmengen
- Bestimmung von Abflusshöhen an diskreten Punkten
- Prüfen der Auswirkungen Vorort
- Ableiten von Gefahrenzonen
- Formulieren von Konsequenzen

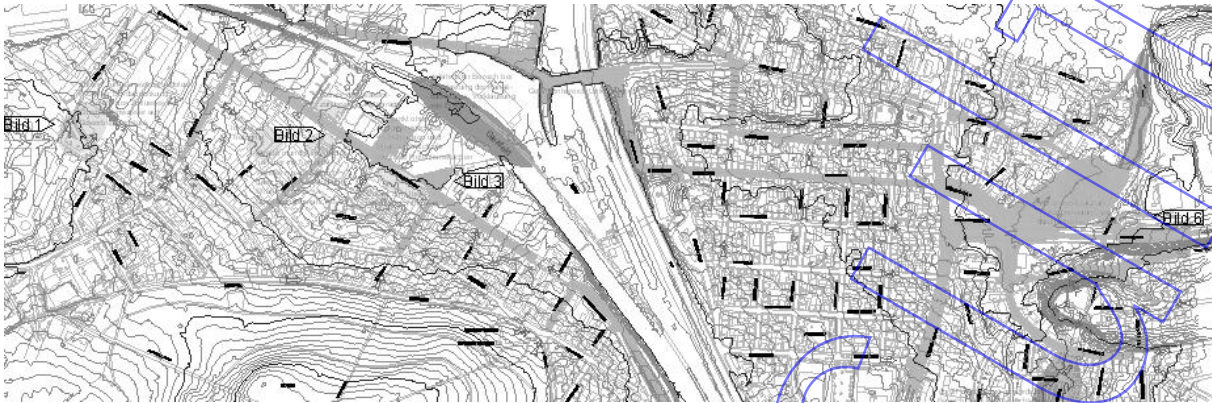


Abb.: Auszug aus einer Gefahrenkarte

Welchen Nutzen hat die Gefahrenkarte?

- Planungsgrundlage für städtebauliche Entwicklungen, Themenkarte für den FNP
- Strategiepapier für die Stadtentwässerung
- Grundlage für Feuerwehreinsatzpläne
- Basis für die Planung von Präventivmaßnahmen
- Infomaterial für Bürger
- Basismaterial für eine Datenbank

## 6. Maßnahmenkatalog

### 6.1. Pflege und Unterhalt der Gewässer

Die Gewässerunterhaltung umfasst:

- Reinigung und Erhaltung des Gewässerbettes
- Sicherung der Ufer und Vorländer
- Beseitigung von Störungen des Wasserlaufs

Gewässerrandstreifen in einer ausreichenden Breite sollen einen natürlichen Gehölzsaum ermöglichen. Im Außenbereich sind Gewässerrandstreifen in einer Breite von 10 m gesetzlich verankert, im Innenbereich von i.d.R. 5 m können sie durch die Kommune ausgewiesen werden.

Eine Bachpatenschaft könnte an Schulen oder Vereine übertragen werden.



## 6.2. Einsatzpläne

Vor dem Eintreten eines Starkregenereignisses kann es sinnvoll sein, dass gefährdete Bereiche, z.B. Bacheinläufe präventiv abgefahren und geprüft werden. Diese Stellen sind in der Gefahrenkarte vermerkt.

Sollte es im Verlauf eines Ereignisses zu Hilferufe kommen, so sind vorab gefertigte Einsatzpläne für die Feuerwehr eine wichtige Grundlage für gezieltes und sicheres Helfen.



Abb.: Karte mit Einsatzort und zwei Einsatzpläne für die Feuerwehr

## 6.3. Baumaßnahmen

### Kurzfristige Maßnahmen

#### Gewässerbau

- Bacheinläufe konstruktiv verbessern (z.B. Tübinger Kasten)
- Aufweitung Durchlässe
- Uferbefestigung

#### Oberflächengestaltung

- Absenkung Hochborde
- Straßenabsenkung
- zusätzliche Straßeneinläufe

#### Abwasserbeseitigung

- Regenrückhaltebecken

### Mittel- bis langfristige Maßnahmen

Dies sind Maßnahmen zur Geländemodellierung, zu Grabensystemen und zur Verbesserung der Flurstruktur, die den Zufluss von Außengebieten steuern.

Die Konzepte zur Ortsrandgestaltung müssen unter Berücksichtigung der Topographie und der Grundstücksbesitzverhältnisse geplant und auf ihre Machbarkeit hin geprüft werden.

## 6.4. Prioritätenliste und Maßnahmenplan

Die anstehenden Maßnahmen für einen verbesserten Hochwasserschutz werden entsprechend ihrer Priorität sortiert. Die Standorte der einzelnen Maßnahmen lassen sich aus dem Maßnahmenplan entnehmen.

Ulrich Haas  
c/o InfraConsult  
Schaiblestraße 1  
70499 Stuttgart  
Telefon: 07 11 8822870  
eMail: [ulrich.haas@infraconsult.de](mailto:ulrich.haas@infraconsult.de)