

ANHANG

Methodenhandbuch

(Stand: März 2018)

Anmerkung: Die beschriebene Methodik wurde ab November 2017 angewendet.

Einleitung und Aufgabenstellung

Grundlage für das wasserwirtschaftliche Fachkonzept sind Maßnahmen zum Hochwasserrückhalt und zur Gewässerentwicklung, die sich insbesondere aus der gemäß Wasserhaushaltsgesetz (WHG) verbindlichen Umsetzung von EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) und EU-Hochwasserrisikomanagementrichtlinie (EU-HWRM-RL) ergeben.

Das vorhandene Konzept für Gewässerentwicklung und Hochwasserrückhalt basiert auf den methodischen Vorarbeiten der kooperierenden Büros Ingenieurbüro Feldwisch, Büro für Umweltbewertung Dr. Ernstberger und Büro BGHplan.

Die wasserwirtschaftlichen Auswertungen für Verbandsgemeinden basieren auf einem Set an Geodaten, die Experten gestützt mit erprobten Methoden mögliche wasserwirtschaftliche Maßnahmen aufzeigen, welche generell geeignet sind, den dezentralen Wasserrückhalt zu verbessern und diffuse Stoffeinträge in Oberflächengewässer zu mindern.

Die Maßnahmenvorschläge gliedern sich in Maßnahmen für die Gewässer und Auen sowie für die Fläche.

Das Methodenhandbuch besteht aus folgenden Teilen:

- Teil 1 – Datengrundlagen
- Teil 2 – Methodik zur Ermittlung der defizitären Gewässerstrecken und Auenflächen sowie besonders geeigneter Entwicklungsbereiche für die Hochwasservorsorge
- Teil 3 – Methodik zur Ableitung von Hochwasservorsorgemaßnahmen in der Fläche
- Teil 4 – Methodik zur Analyse der Gefährdung durch starkregeninduzierte Sturzfluten

Methodenhandbuch Teil 1 – Datengrundlagen

Folgende Datensätze werden ausgewertet:

Datensatz	Quelle
Digitales Höhenmodell (5x5m)	LVerGeo ¹
ATKIS (Vegetation, Ortslagen, Siedlungsflächen, Gewässer)	LVerGeo ¹
Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA)	LfU ²
Auenflächen gemäß Datensatz Hochwasserrückhaltepotenziale (HoWaRüPo)	LfU ²
Grenzen der gesetzlich festgesetzten Überschwemmungsgebiete	LfU ²
Datenbank DASTA (Gewässerentwicklungsprojekte in den Verbandsgemeinden)	LfU ²
Bewirtschaftungspläne gemäß Wasserrahmenrichtlinie	LfU ²
Heutige potenzielle natürliche Vegetation (HpnV): stau- und grundwasserbeeinflusste Standorte	LfU ²
Transnational Internet Map Information System on Flooding (TIMIS – HQ ₁₀₀)	LfU ²
Gewässernetz RLP	LfU ²
Erweitertes Gewässernetz (Tiefenlinien)	LGB ³
Aktuelle Erosionsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Flächen (ABAG)	LGB ³
Ergebnisse BMBF-Förderschwerpunkts „Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse“ (RIMAX), Teilprojekt „Retentionsfähigkeit von Gewässernetzen“	BMBF ⁴

Hinweis: Auf Angaben zum Stand der Daten wird an dieser Stelle bewusst verzichtet, um ständige Aktualisierungen des Methodenhandbuchs zu vermeiden. Diese Angaben finden sich jedoch in den jeweiligen Karten und im zugehörigen Bericht.

Hinweise zur Aussagesicherheit der Kartenwerke

Bei den Bestandsbewertungen und Maßnahmenvorschlägen ist zu berücksichtigen, dass sie aus zentral verfügbaren Datenquellen nach landesweit einheitlicher Vorgehensweise abgeleitet sind und daher nur begrenzt örtliche Sondersituationen berücksichtigen.

Zwar erfolgt eine Plausibilisierung der Ergebnisse durch Fachkenntnisse sowie durch Luftbildabgleich, die Methoden ersetzen aber nicht die besonderen Ortskenntnisse von Planer und

¹ Landesamt für Vermessung und Geobasisinformation Rheinland-Pfalz

² Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz

³ Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz

⁴ Bundesministerium für Bildung und Forschung Rheinland-Pfalz

Verwaltung vor Ort, sondern geben lediglich Hinweise, wo bestimmte Maßnahmentypen mit hoher Wahrscheinlichkeit die größte Wirkung für die Hochwasservorsorge erzielen.

Die effiziente örtliche Umsetzung ist nur durch die Berücksichtigung der lokalen Randbedingungen und durch die Beteiligung von Fachleuten mit Ortskenntnissen möglich.

Die Kartenwerke weichen zum Teil von den realen Bedingungen vor Ort ab. Dies betrifft insbesondere die digitalen Nutzungsinformationen aus ATKIS; die Offenlandnutzungen „Acker“, „Grünland“ und „Wein- und Obstbau“ sowie „sonstige Nutzungen“ aus ATKIS zeigen zum Teil deutliche Abweichungen von den im Luftbild erkennbaren Nutzungsformen.

Durch die Bestandsbewertung und Maßnahmenableitung auf Rasterebene können kleinräumig Sprünge in der Bewertung und Maßnahmenzuordnung auftreten, die nicht mit Nutzungsgrenzen korrespondieren. In diesen Fällen müssen im Zuge von Planungs- und Umsetzungsprozessen praxisgerechte Maßnahmenzuordnungen für Nutzungseinheiten wie Ackerschläge – unter Berücksichtigung der aktuellen Standort- und Nutzungsbedingungen vor Ort – vorgenommen werden.

Zu den aktuell bereits durchgeführten Schutzmaßnahmen wie zum Beispiel konservierende Bodenbearbeitung und Mulchsaat auf Ackerflächen lagen keine digitalen Informationen vor, so dass sie bei den hier genannten Maßnahmenvorschlägen nicht berücksichtigt werden konnten. Bei bereits umgesetzten Schutzmaßnahmen zur Minderung der Bodenerosion und der Abflussbildung, die den Maßnahmenvorschlägen entsprechen oder gleichwertig sind, werden zur Hochwasservorsorge im Regelfall keine weitergehenden Maßnahmen notwendig sein.

Methodenhandbuch – Teil 2

Methodik zur Ermittlung der defizitären Gewässerstrecken und Au- enflächen sowie besonders geeigneter Entwicklungsbereiche für die Hochwasservorsorge

(Büro BGHplan, Trier und Büro für Umweltbewertung, Gießen)

- **Gewässerstrecken mit tiefem oder sehr tiefem Profil**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“

Datenselektion: Datenbankfeld „Qp2par“ (Profiltiefe)

Wert	Zustandsmerkmal
0001000	tief
0000100	sehr tief

- **Gewässerstrecken mit Uferverbau**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“

Datenselektion: Datenbankfeld „US2Bew“, (Bewertung Uferverbau), Wertstufe 6 und 7

- **Gewässerstrecken ohne Gewässerrandstreifen**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“

Datenselektion: Datenbankfeld „GU2Bew“ (Bewertung Gewässerrandstreifen), Wertstufe 6,5
und 7

- **Gewässerstrecken mit eigendynamischer Entwicklung, aber ohne Ent-
wicklungsraum und mit starker Eintiefung**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“

Datenselektion: Datenbankfeld „TYP“ (Gewässertyp)

Wert	Zustandsmerkmal
2	Sohlenkerbtalgewässer
4	Aue- und Muldentalgewässer
5	Auetalgewässer mit kiesigem Sediment
6	Flachland-Gewässer
8	Riedelgewässer
9	Schwemmfächergewässer

und

Datenbankfeld „LE2PAR“ (Krümmungserosion)

Wert	Zustandsmerkmal
1000000000	häufig stark (gekrümmt)
0100000000	vereinzelt stark (gekrümmt)

0010000000	häufig schwach (gekrümmt)
0001000000	vereinzelt schwach (gekrümmt)
0000010000	häufig stark (ungekrümmt)
0000001000	vereinzelt stark (ungekrümmt)

und

Datenbankfeld „Qp2par“ (Profiltiefe)

Wert	Zustandsmerkmal
0001000	tief
0000100	sehr tief

und

Datenbankfeld „GU2Bew“ (Bewertung Gewässerrandstreifen), Wertstufe 6,5 und 7

- **Gewässerstrecken mit eigendynamischer Entwicklung, aber ohne Entwicklungsraum (keine besondere Eintiefung)**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“

Datenselektion: Datenbankfeld „TYP“ (Gewässertyp)

Wert	Zustandsmerkmal
2	Sohlenkerbtalgewässer
4	Aue- und Muldentalgewässer
5	Auetalgewässer mit kiesigem Sediment
6	Flachland-Gewässer
8	Riedelgewässer
9	Schwemmfächergewässer

und

Datenbankfeld „LE2PAR“ (Krümmungserosion)

Wert	Zustandsmerkmal
1000000000	häufig stark (gekrümmt)
0100000000	vereinzelt stark (gekrümmt)
0010000000	häufig schwach (gekrümmt)
0001000000	vereinzelt schwach (gekrümmt)
0000010000	häufig stark (ungekrümmt)
0000001000	vereinzelt stark (ungekrümmt)

und

Datenbankfeld „Qp2par“ (Profiltiefe)

Wert	Zustandsmerkmal
1000000	sehr flach
0100000	flach
0010000	mäßig tief

und

Datenbankfeld „GU2Bew“ (Bewertung Gewässerrandstreifen), Wertstufe 6,5 und 7

- **Gewässerstrecken ohne eigendynamische Entwicklung und mit starker Eintiefung und mit Entwicklungsraum**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“

Datenselektion: Datenbankfeld „TYP“ (Gewässertyp)

Wert	Zustandsmerkmal
2	Sohlenkerbtalgewässer
4	Aue- und Muldentalgewässer
5	Auetalgewässer mit kiesigem Sediment
6	Flachland-Gewässer
8	Riedelgewässer
9	Schwemmfächergewässer

und

Datenbankfeld „LE2PAR“ (Krümmungserosion)

Wert	Zustandsmerkmal
000000100	häufig schwach (ungekrümmt)
000000010	vereinzelt schwach (ungekrümmt)
000000001	keine (ungekrümmt)

und

Datenbankfeld „Qp2par“ (Profiltiefe)

Wert	Zustandsmerkmal
0001000	tief
0000100	sehr tief

und

Datenbankfeld „GU2Bew“ (Bewertung Gewässerrandstreifen), Wertstufe ≤ 6

- **Gewässerstrecken ohne eigendynamische Entwicklung, mit starker Eintiefung und ohne Entwicklungsraum**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“

Datenselektion: Datenbankfeld „TYP“ (Gewässertyp)

Wert	Zustandsmerkmal
2	Sohlenkerbtalgewässer
4	Aue- und Muldentalgewässer
5	Auetalgewässer mit kiesigem Sediment
6	Flachland-Gewässer
8	Riedelgewässer
9	Schwemmfächergewässer

und

Datenbankfeld „LE2PAR“ (Krümmungserosion)

Wert	Zustandsmerkmal
0000000100	häufig schwach (ungekrümmt)
0000000010	vereinzelt schwach (ungekrümmt)
0000000001	keine (ungekrümmt)

und

Datenbankfeld „Qp2par“ (Profiltiefe)

Wert	Zustandsmerkmal
0001000	tief
0000100	sehr tief

und

Datenbankfeld „GU2Bew“ (Bewertung Gewässerrandstreifen), Wertstufe 6,5 und 7

- **Auenflächen mit hochwasserunverträglicher Nutzung**

Datengrundlage: Hochwasserrückhaltepotenziale der Auen in Rheinland-Pfalz (HOWARÜPO),
Datei „ergebnis_klein_auen2“
ATKIS, Datei „Flächen.shp“

Datenselektion: ATKIS - Flächen.shp, Datenbankfeld „Art_Bez“: Acker (ObjArt 4101), Sonderkultur (ObjArt 4109), Ortslage (ObjArt 2101) mit Lage in HOWARÜPO „ergebnis_klein_auen2“

- **Gewässerstrecken mit Retentionspotenzial im Einzugsgebiet der Nahe**

Datengrundlage: Risikomanagement extremer Hochwasserereignisse (RIMAX), Projekt Retentionsfähigkeit von Gewässernetzen (RetNet)
Datei „daten_eznahe_070516“

Datenselektion: DELTA_K >= 1,39

- **Gewässerstrecken mit Retentionspotenzial außerhalb des Einzugsgebiets der Nahe**

Datengrundlage: Hochwasserrückhaltepotenziale der Auen in Rheinland-Pfalz (HOWARÜPO), Datei „auen_kl_hw“

Datenselektion: Rasterwert 1 (sehr hoch), 2 (hoch) und 3 (mittel) am Mittelpunkt eines 100 m - Gewässerabschnitts der Strukturgütekartierung

- **Gewässerstrecken in Auen mit Potenzial für eine Laufverlängerung**

Datengrundlage: Gewässerstrukturgütekartierung (STRUKA), Datei „gsg.shp“
ATKIS, Datei „Flächen.shp“

Hochwasserrückhaltepotenziale der Auen in Rheinland-Pfalz (HOWARÜPO), Datei „ergebnis_klein_auen2“

Datenselektion:

Datei	Datenbankfeld	Wert - Zustandsmerkmal
STRUKA – gsg.shp	Typ (Gewässertyp)	4 – Aue- /Muldentalgewässer
		5 – Auetalgewässer, kiesig
		6 – Flachlandgewässer
		8 – Riedelgewässer
		9 – Schwemmfächergewässer
	LE1PAR (Laufkrümmung)	0001000 – mäßig geschwungen
		0000100 – schwach geschwungen
		0000010 – gestreckt
		0000001 – geradlinig
ATKIS – Flächen.shp	Folie 101	Ortslagen (ObjArt 2101)

Datenverschneidung:

Ungekrümmte Abschnitte der selektierten Gewässertypen außerhalb des 200 m - Puffers um die baulich geprägten Flächen mit einer zusammenhängenden Mindestlänge von 500 m

- **Auenflächen mit Entwicklungspotenzial für Auwald sowie für Nass- und Feuchtbiotope (Vorschlag für Ökokonto-/Ausgleichsflächen in Auen)**

Datengrundlage: Heutige Potenzielle Natürliche Vegetation (HPNV), Datei „HPNV.shp“

Hochwasserrückhaltepotenziale der Auen in Rheinland-Pfalz (HOWARÜPO), Datei „ergebnis_klein_auen2“;

Datenselektion: HPNV.shp, Datenbankfeld „KE“ (Kartiereinheit): alle Auen-, Sumpf-, Bruch und Moorwaldstandorte, bei Hartholzauen nur feuchte Variante sowie feuchte Variante der Stieleichen-Hainbuchenwälder mit Lage in HOWARÜPO „ergebnis_klein_auen2“ außerhalb des 200m-Puffers um Ortslagen mit einer Mindestgröße von 2.000 m² bzw. einer Mindestbreite von 50 m

- **Überschwemmungsgebiete bzw. HQ₁₀₀-Bereiche**

Datengrundlage: Fließgewässerinformationssystem (FIS) Rheinland-Pfalz,
Datei „vw_hydbasis_uesg_gesetz_kont“

Datenselektion: alle

Methodenhandbuch – Teil 3

Methodik zur Ableitung von Hochwasservorsorgemaßnahmen in der Fläche

(Ingenieurbüro Feldwisch, Bergisch-Gladbach)

Methoden zur Erfassung und Bewertung der potenziellen Hochwasserbeiträge aus der Fläche

Ziel der Erfassung und Bewertung der Bodenflächen einer Verbandsgemeinde ist die Differenzierung der hydrologischen Standorteigenschaften im Hinblick auf die Bildung von Wasserabfluss (Abflussbildung) und das Zusammenfließen des Abflusses in Geländemulden (Abflusskonzentration).

Dazu wird eine raum- bzw. einzugsgebietsbezogene Analyse vorgenommen, auf deren Grundlage die Bedeutung der Bodenstandorte für dezentrale Hochwasservorsorge bewertet werden kann.

Zur Erfassung und Bewertung der standörtlichen Prozesse der Abflussbildung und Abflusskonzentration außerhalb der Auen sind folgende Arbeitsschritte durchzuführen:

- Ableiten der standörtlichen Neigung zur Abflussbildung
- Ableiten der reliefbedingten Abflusskonzentration
- Bewerten der Abflussprozesse in der Fläche
- Überprüfen der Bewertung der Abflussprozesse
- Ableiten von Maßnahmen zur Stärkung der dezentralen Hochwasservorsorge in der Fläche

Die grundlegenden Methoden der einzelnen Arbeitsschritte und der Bewertung stammen von FELDWISCH et al. (2007a+b), LUWG (2006a+b), STEINRÜCKEN et al. (2006) und BEHRENS & SCHOLTEN (2002).

Bei der Bearbeitung von Verbandsgemeinden wurden bis Ende 2017 zwei methodische Ansätze angewendet. Für die Gebiete, für die eine Bodenhydrologische Karte (BHK) vorliegt, baut die Bewertung der standörtlichen Neigung zur Abflussbildung auf der BHK auf. Sie entspricht dem aktuellen bodenkundlichen und bodenhydrologischen Kenntnisstand und ist insofern für Fragestellungen des dezentralen Wasserrückhalts gut geeignet, hat allerdings den Nachteil, dass sie verhältnismäßig kleinmaßstäbig ist und daher nur eine grobe Darstellung der tatsächlichen Abflussbildungsprozesse zulässt.

In den Landesteilen, in denen eine vergleichbare bodenhydrologische Auswertung bisher fehlte, wurde nach Prüfung der alternativen Datengrundlagen (SENSIMOD, ABAG) zur Ableitung der Abflussbildung und nach vergleichenden Auswertungen innerhalb des Naheinzugsgebietes vereinbart, aufbauend auf den landesweit verfügbaren ABAG-Ergebnissen eine der BHK-Auswertung vergleichbare Standortbewertung und Maßnahmenableitung vorzunehmen.

Seit Ende des Jahres 2017 steht nun flächendeckend für Rheinland-Pfalz eine räumlich hochaufgelöste Berechnung der allgemeinen Bodenabtragsgleichung zur Verfügung. Die Berechnungen der Hangneigung und Hanglänge erfolgen nun auf Basis des digitalen Geländemodells

BGHplan

mit einer 5 m-Bodenauflösung sowie verbesserter Bodenerodierbarkeitsdaten (u.a. aus Bodenschätzung und Weinbergskartierung). Ein Methodenvergleich zwischen der Anwendung der ABAG sowie der BHK zeigte deutlich genauere Ergebnisse anhand der ABAG. Deshalb wird ab November 2017 flächendeckend auf die hochgelösten ABAG-Berechnungen zurückgegriffen, so dass die Hochwasserinfopakete mit einer einheitlichen Methodik erstellt werden.

Die wesentlichen methodischen Grundlagen für die einzelnen Arbeitsschritte vermitteln die nachstehenden Unterkapitel. Die kartografischen Beispiele stammen aus der VG Hachenburg.

1. Ableitung der standörtlichen Neigung zur Abflussbildung

Mit Hilfe der ABAG wird der langjährige mittlere Bodenabtrag auf Grund von Bodenerosion durch Wasser abgeschätzt (SCHWERTMANN et al. 1990). Berücksichtigt werden die Einflussfaktoren Niederschlag, Bodenerodierbarkeit, Hangneigung und Hanglänge, Fruchtfolge und Bodenbearbeitung sowie spezielle Erosionsschutzmaßnahmen. Das Bewertungsergebnis in $t/(ha \cdot a)$ ist nur indirekt mit bodenhydrologischen Fragestellungen verbunden. Dem empirischen ABAG-Ansatz liegt die Abflussbildung anhand von Infiltrationshemmnissen zu Grunde. Vernässungsbedingte Abflussbildung wird vom ABAG-Ansatz nicht berücksichtigt.

Die ABAG-Ergebnisse liegen für ganz Rheinland-Pfalz nach Berechnungen des Landesamtes für Geologie und Bergbau vor. In die Bewertung gingen die standörtliche Erodierbarkeit der Böden, die Hangneigung, die Regenerosivität sowie die Bodenbedeckung ein (K-, S-, R-, und C-Faktor nach Allgemeiner Bodenabtragungsgleichung – ABAG nach Schwertmann et al. 1990. Beispielhaft dargestellt für Hachenburg in Abb. 1). Für den C-Faktor als Ausdruck der Bodenbedeckung wurde die Kulturart Mais mit dem Wert 0,35 angenommen. Durch die Wahl des C-Faktors von Mais wird die natürliche Erosionsgefährdung im Vergleich zur Erosionsgefährdung bei Schwarzbrache um ca. 1/3 gesenkt. Auf diese Weise wird eine Überschätzung der Gefährdung vermieden. Die Ermittlung der ABAG-Daten erfolgte im 5x5m-Raster.

Der K S R C-Faktor wird entsprechend der Tab. 1 klassifiziert.

Tab. 1: Klassifizierung der ABAG-Abträge im Hinblick auf die Abflussbildung

Bodenabtrag $t/(ha \cdot a)^*$	ABAG- Klasse
< 0,5	1
0,5 - < 2,5	2
2,5 - < 5	3
5 – < 7,5	4
7,5 - < 15	5
≥ 15	6

* $A = R \cdot K \cdot L \cdot S \cdot C \cdot P$ mit $C = 0,35$, L und P gleich 1

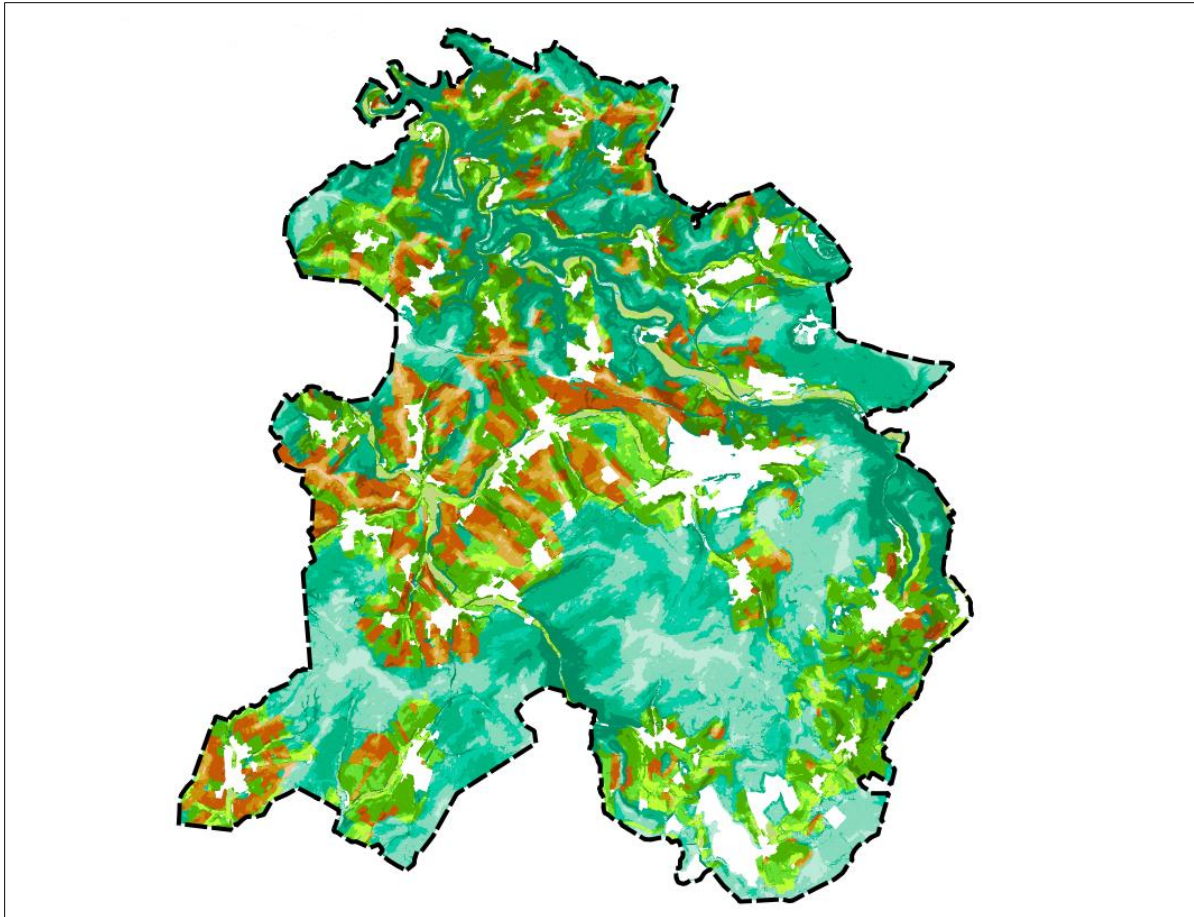


Abb. 1: Klassifizierte, nach acker-, grünland- und forstwirtschaftlicher Nutzung differenzierte Abflussbildung basierend auf dem ABAG-Bodenabtrag in der Verbandsgemeinde Hachenburg

2. Ableiten der reliefbedingten Abflusskonzentration

Oberflächenabfluss konvergiert in Hangmulden und Tiefenlinien, die auch als bevorzugte Abflussbahnen bezeichnet werden. Die Abflusskonzentration in bevorzugten Abflussbahnen wächst mit der Größe des Einzugsgebietes, welches in diese Bahnen oberflächlich entwässert. Aus diesem Grund wird als Bewertungskriterium die rasterbezogene Einzugsgebietsgröße der Abflussbahnen herangezogen (Tab. 2)

Die EZG_{raster} -Karte zeichnet sowohl bevorzugte Abflussbahnen ohne permanenten Abfluss als auch das Fließgewässernetz nach. Deutlich treten die Flächen hervor, auf denen reliefbedingt mit verstärktem Oberflächenabfluss gerechnet werden muss (Abb. 2).

Tab. 2: Klassengrenzen der reliefbedingten Abflusskonzentration (Einzugsgebietsgröße der Rasterzelle) [EZG_{raster}]

Klasse	Bezeichnung	EZG _{raster} [ha]
1	keine bis sehr geringe	<0,1
2	geringe	0,1 - <0,2
3	mittlere	0,2 - <1
4	hohe	1 - <2
5	sehr hohe	2 - <5
6	extrem hohe	≥ 5

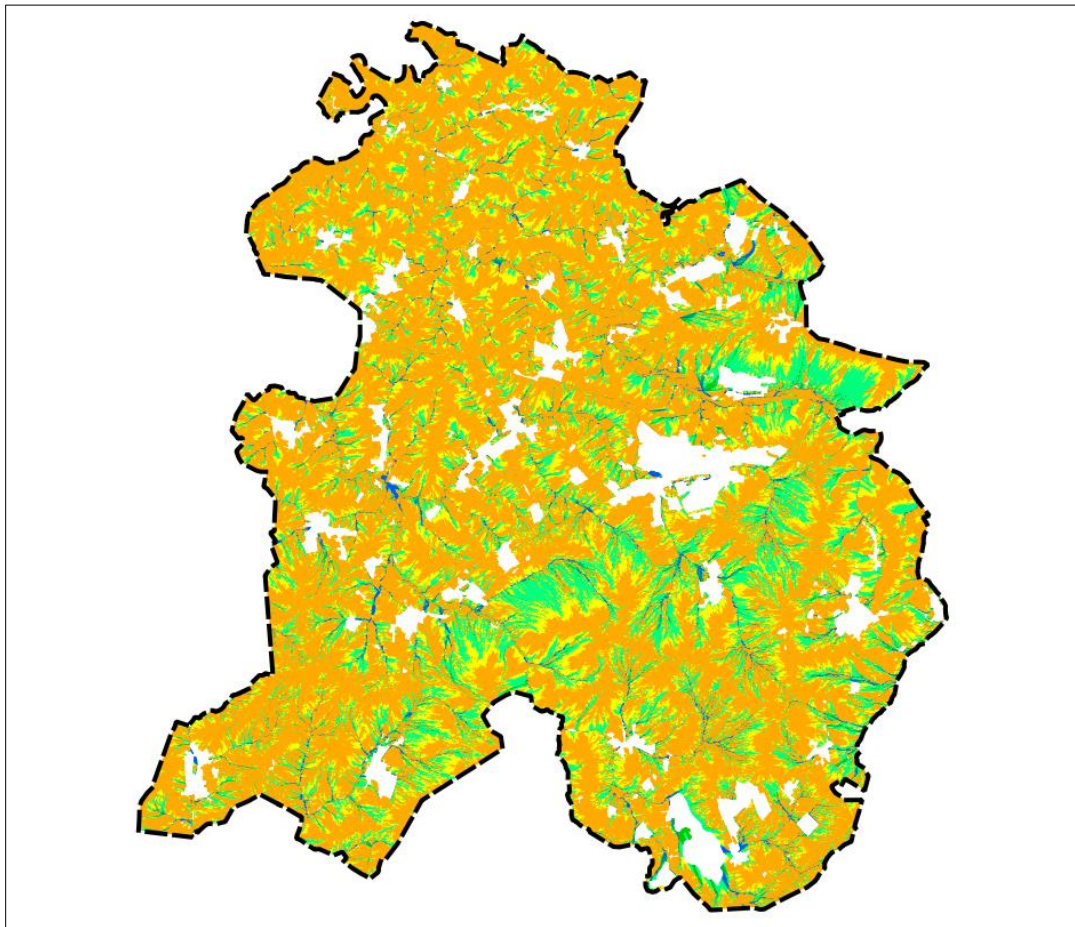


Abb. 2: Reliefbedingte Abflusskonzentration (EZG_{raster}) in der Verbandsgemeinde Hachenburg

3. Bewerten der Abflussintensität in der Fläche

Die Abflussintensität wird mit Hilfe der ABAG-basierenden Abflussbildung und der EZG_{raster}-basierenden Abflusskonzentration differenziert (Tab. 3). Dabei werden 5 Intensitätsstufen unterschieden.

Tab. 3: Differenzierung der Abflussintensität mit Hilfe der Abflussprozessstypen

ABAG-Klasse	Klasse der Abflusskonzentration aus EZG-Raster					
	1 (0-<0,1ha)	2 (0,1-<0,2ha)	3 (0,2-<1ha)	4 (1-<2ha)	5 (2-<5ha)	6 (≥5ha)
1	sehr gering	sehr gering	sehr gering	gering	gering	mittel
2	sehr gering	sehr gering	gering	gering	mittel	mittel
3	sehr gering	gering	gering	mittel	mittel	hoch
4	gering	gering	mittel	mittel	hoch	sehr hoch
5	gering	mittel	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch
6	mittel	hoch	hoch	sehr hoch	sehr hoch	sehr hoch

4. Ableiten von Maßnahmen zur Stärkung der dezentralen Hochwasservorsorge in der Fläche

Mit Hilfe der nutzungsbezogenen Abflussintensität nach Tab. 4 können geeignete und angemessene Maßnahmen zur Stärkung der dezentralen Hochwasservorsorge in der Fläche abgeleitet werden. Dazu werden grundsätzlich geeignete Maßnahmengruppen den nutzungsbezogenen Abflussintensitäten zugeordnet (Tab. 4 u. Abb. 3).

Diese Zuordnungen haben den Charakter von Regelfallvermutungen, das heißt, in den meisten Fällen werden die Maßnahmengruppen geeignet sein, die standörtlichen Abflussintensitäten zu mindern. Weichen jedoch die Bedingungen vor Ort von den digitalen Datengrundlagen zu stark ab, dann sind einzelfallspezifische Anpassungen vorzunehmen. Die Nutzungsinformationen der Kartenwerke weichen zum Teil von den realen Bedingungen vor Ort ab (siehe oben „Aussagesicherheit der Kartenwerke“). Aus diesem Grund werden auch für die Nutzungen Grünland, Sonderkulturen und Wald und Gehölzflächen fünf Maßnahmengruppen in Karte 4 dargestellt, um bei Nutzungsunterschieden zwischen Karte und Realnutzung die Maßnahmengruppen aus der gleichen Zahlenkategorie der aktuellen Nutzung anwenden zu können. Bei diesen Nutzungen sind die Maßnahmengruppen 0 und 1 in der Zuordnung identisch.

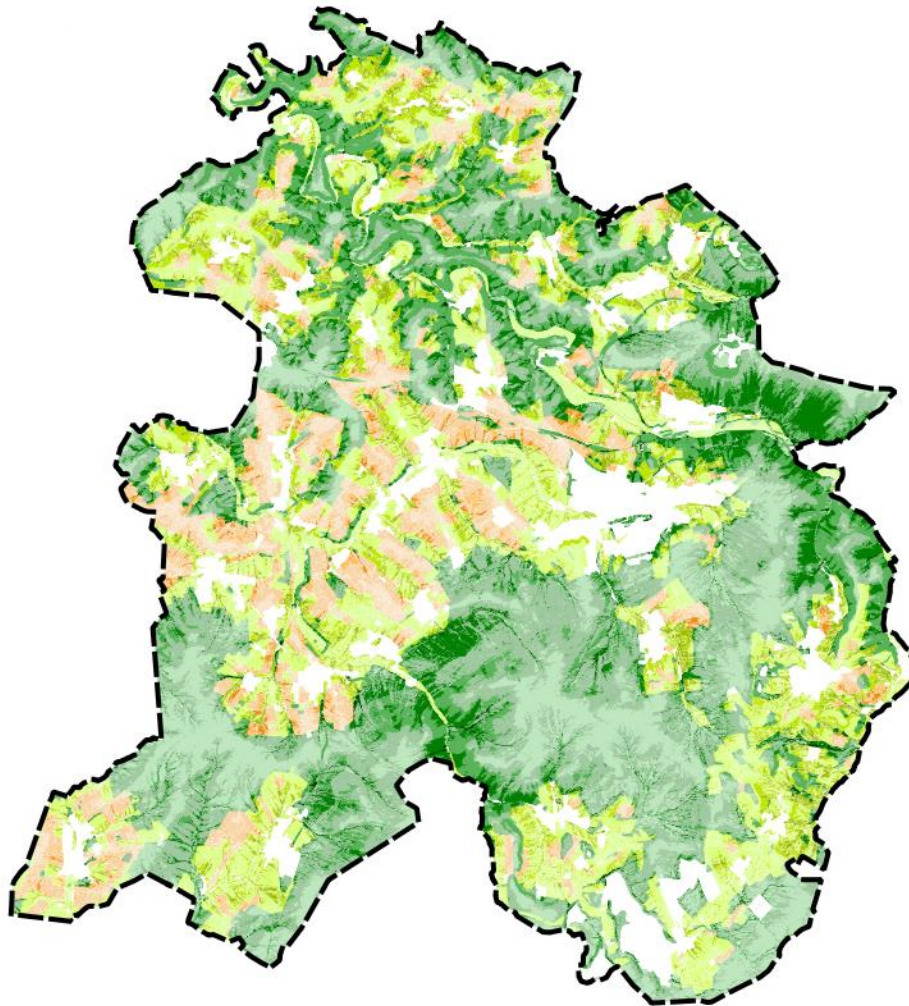
Tab. 4: Maßnahmengruppen in Abhängigkeit von potenzieller Abfluss-/ Erosionsgefährdung und Nutzungstyp (Karte 4)

Abflussintensität		Grundsätzlich geeignete Maßnahmengruppen	Anmerkungen
Ackernutzung			
A0		keine besonderen Maßnahmen auf Acker nötig	Die Flächen weisen nur ein geringes Gefälle auf und durch kleine Einzugsgebiete konzentriert sich der selten auftretende Flächenabfluss kaum bis gar nicht.
A1		Konservierende Bodenbearbeitung inkl. Mulchsaat	Durch die konservierende Bodenbearbeitung und der dadurch bedingten Verminderung der mechanischen Bodenbelastung werden Beeinträchtigungen des Bodengefüges vermieden, um dem Standort eine möglichst hohe Infiltrationsrate und ein möglichst hohes Wasserspeichervermögen zu erhalten.
A2		Direktsaat oder wie A1, zusätzlich Hanglängenverkürzung, Verzicht auf erosionsgefährdete Kulturen etc.	Durch den Verzicht auf den Anbau erosionsgefährdeter Kulturen sowie die Anlage von linearen Landschaftselementen mit abflussbremsender oder abflussleitender Wirkung (z.B. Anlage von Kleinterrassen, Dämmen, Hochrainen, Hecken, Ackerrandstreifen, Wiesen-, Ansaat- oder Brachestreifen, Dauerbegrünung von Tiefenlinien oder Gewässerrandstreifen) wird die Abflussbildung und Erosionsgefährdung reduziert und eine Abflussverzögerung bzw. ein -rückhalt hervorgerufen.
A3		Umwandlung in Grünland prüfen	Durch die Umwandlung der Ackerflächen in Grünland wird die Abfluss- und Erosionsgefährdung reduziert und eine Abflussverzögerung durch ganzjährig erhöhte Oberflächenrauigkeit hervorgerufen. Damit wird auch die Abflusskonzentration und dem Sedimenteintrag in unterliegende Flächen / Oberflächenwasserkörper vorgebeugt.
A4		Umnutzung in Gehölzstrukturen prüfen	Dieser Maßnahmenvorschlag wirkt vergleichbar der Maßnahme A3, wobei im Regelfall von einer höheren Maßnahmenwirkung auszugehen ist.
Grünlandnutzung			
G0+1		keine besonderen Maßnahmen auf Grünland nötig	Durch das geringe Gefälle und das kleine Einzugsgebiet tritt nur selten und im unerheblichen Ausmaß Oberflächenabfluss auf. Der ganzjährige Grünlandaufwuchs erhöht zudem die Oberflächenrauigkeit, so dass der Abflusskonzentration und Erosion entgegengewirkt wird.
G2		Grünland erhalten, Grasnarbe überprüfen und ggf. optimieren (Anpassung der Beweidungsintensität, keine Winteraußenhaltung, Abschleppen im Frühjahr, regelmäßige Übersaaten, Erhaltungskalkung, Befestigung von Futter- und Tränkeplätzen etc.)	Durch die Narbenpflege bzw. Optimierung der Grasnarbe werden die positiven Eigenschaften des Grünlandes wie durch Oberflächenrauigkeit verzögerte Abflussbildung, Erosionshemmung etc. optimiert und auf Dauer erhalten.
G3		wie G2, zusätzlich Vorflut wie Wegeentwässerung überprüfen und nach Möglichkeit	Durch die höheren Abflusskonzentrationen bzw. -bildungen kann es auf diesen Flächen trotz der Grünlandnutzung zu Abfluss kommen, welches die Notwendigkeit von Maßnahmen

		Kleinrückhalt aktivieren (Ableiten der Wege-entwässerung in die Fläche, Retentionsraum an Dämmen etc.)	men nach sich zieht. Dabei können Wege in Gefällerrichtung als Leitbahnen von Oberflächenabfluss dienen, so dass der Oberflächenabfluss schnell zum Geländetiefpunkt bzw. nächsten Fließgewässer weitergeleitet wird. Demnach ist es sinnvoll zusätzlich zur Narbenpflege innerhalb der Klasse G3 die Abflusskonzentration auf Wegen zu unterbinden und das Wasser möglichst ortsnahe zurück zu halten.
G4		Umnutzung in Gehölzstrukturen prüfen	Durch das hohe Abflusspotenzial und die großen Einzugsgebiete kann es auf diesen Flächen trotz der Grünlandnutzung schnell zu Abflussprozessen kommen. Daher sollte die Umnutzung in Gehölzstrukturen erfolgen, um die Abflussbildung und die Erosionsgefahr weiter zu reduzieren. Damit würde auch ein Beitrag geliefert, um der Abflusskonzentration und Bodenumlagerung auf unterliegende Flächen entgegenzuwirken.
Sonderkulturen			
S0+1		keine besonderen Maßnahmen bei Sonderkulturen nötig	Durch das geringe Gefälle und die kleinen Einzugsgebiete tritt nur selten und in unerheblichem Ausmaß Oberflächenabfluss auf, so dass keine speziellen Maßnahmen notwendig sind.
S2		ganzjährige Bodenbedeckung anlegen	Bei Sonderkulturen (z. B. Wein- und Obstbau, Feld- und Frischgemüseanbau) weicht die tatsächliche Abflussreaktion häufig sehr stark von der natürlichen Abflussreaktion ab. Der natürliche Abfluss wird insbesondere durch die verschiedenen Meliorationsmaßnahmen wie das Rigolen (Tiefenumbruch), die Entwässerung und Terrassierungen, aber auch durch die unterschiedlichen Begrünungsvarianten verändert. Diese nutzungsabhängigen Einflussfaktoren stehen nicht als digitale Information zur Verfügung. Aus diesem Grund muss die Notwendigkeit und Differenzierung geeigneter Maßnahmen zur Reduzierung der Abfluss- und Erosionsgefährdung vor Ort anhand der tatsächlichen Standortbedingungen beurteilt werden.
S3		wie S2 und zusätzlich Bewirtschaftung quer zum Hanggefälle prüfen sowie abflusshemmende Querstrukturen anlegen	
S4		Umnutzung in Gehölzstrukturen oder Dauergrünland prüfen	
Wald- und Gehölzflächen			
W0+1		keine besonderen Maßnahmen erforderlich	Durch das geringe Gefälle und die kleinen Einzugsgebiete tritt nur selten und in unerheblichem Ausmaß Oberflächenabfluss auf, so dass keine Maßnahmen notwendig sind.
W2		<ul style="list-style-type: none"> • Schaffung standortgerechter Laub- und Nadelmischwälder • abflusshemmende, möglichst hangparallele Wegeführung • Wegeentwässerung in die Fläche ableiten Wededämme für Kleinrückhaltungen nutzen	Wasserrückhalt in der Fläche durch Kleinrückhalte und standortgerechte Waldnutzung tragen erheblich zur Verzögerung des Abflusses bei. Ebenso kann durch eine gezielte Gewässerentwicklung die Rückhaltung verbessert werden.
W3		wie W2 und zusätzlich:	Durch die höheren Abflusskonzentrationen bzw. -bildungen kann es auf diesen Flächen trotz der Bewaldung zu Abflussprozessen kommen. Daher sollten alle abflussfördernden

		<ul style="list-style-type: none"> • Rückbau nicht zwingend notwendiger Wege • Rückegassen möglichst hangparallel ausrichten • bodenschonender Maschineneinsatz, ggf. Seillinienerschließung • in Steillagen Bodenschutzwald ausweisen 	Strukturen in Gefällerrichtung auf ihre Notwendigkeit geprüft bzw. wenn möglich hangparallel ausgerichtet werden.
W4		<p>wie W3 und zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aufgabe der waldbaulichen Nutzung prüfen • Entwicklung standortgerechten, naturnahen Waldes • Rückbau von Forstwegen in Gefällerrichtung 	Durch das hohe Abflusspotenzial und die starke Konzentrierung aus relativ großen Einzugsgebieten kann es auf diesen Flächen trotz Bewaldung schnell zu Abflussprozessen kommen. Daher sollten alle waldbaulichen Maßnahmen und Eingriffe, die zur Beschleunigung von Abflüssen beitragen, vermieden werden.

* Weinbau, Obstbau inklusive Gartenland und sonstige nicht-landwirtschaftliche Offenlandnutzungen



Maßnahmenvorschläge in der Fläche*

Maßnahmengruppen bei Ackernutzung

- A0
- keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- A1
- konservierende Bodenbearbeitung inkl. Mulchsaat
- A2
- Direktsaat
- Hanglängenverkürzung
- Verzicht auf erosionsgefährdete Kulturen
- ganzjährige Bodenbedeckung
- A3
- Umwandlung in Grünland prüfen
- A4
- Umnutzung in Gehölzstrukturen prüfen

Maßnahmengruppen bei Grünlandnutzung

- G0
- keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- G1
- keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- G2
- Grünland erhalten, Narbenpflege optimieren
- G3
- Wegeentwässerung überprüfen, ggf. Ableitung in die Fläche
- Aktivierung von Kleinstrückhalten z.B. Wegedämmen, kleine Erdämme
- G3
- Umnutzung in Gehölzstrukturen prüfen

Maßnahmengruppen bei fortwirtschaftlicher Nutzung

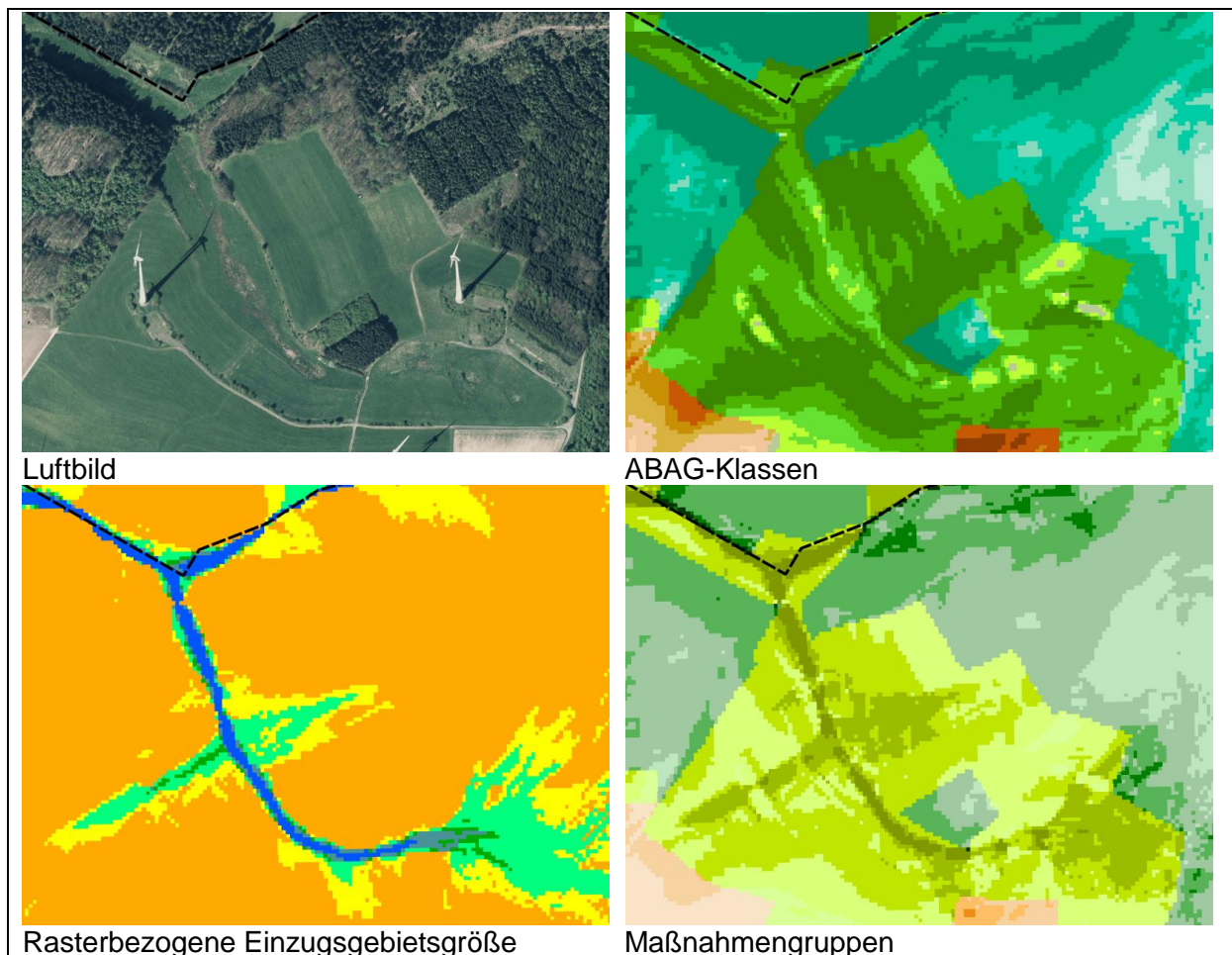
- W0
- keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- W1
- keine besonderen Maßnahmen erforderlich
- W2
- Schaffung standortgerechter Laub- und Nadelmischwälder
- abflusshemmende, möglichst hangparallele Wegeführung
- Wegeentwässerung in die Fläche ableiten
- Wegedämme für Kleinstückhaltungen nutzen
- W3
- Rückbau nicht zwingend notwendiger Wege
- Rückegassen möglichst hangparallel ausrichten
- bodenschonender Maschineneinsatz, ggf. Seillinienerschließung
- in Steillagen Bodenschutzwald ausweisen
- Belassen von Totholz an Gewässern zur Erhöhung der Abflussrauigkeit
- W4
- Aufgabe der waldbaulichen Nutzung prüfen
- Entwicklung standortgerechten, naturnahen Waldes
- Rückbau von Fortswegen in Gefällrichtung

Abb. 3: Grundsätzlich geeignete Maßnahmengruppen zur Stärkung der dezentralen Hochwasservorsorge auf landwirtschaftlich genutzten Standorten

5. Überprüfen der Bewertungsergebnisse

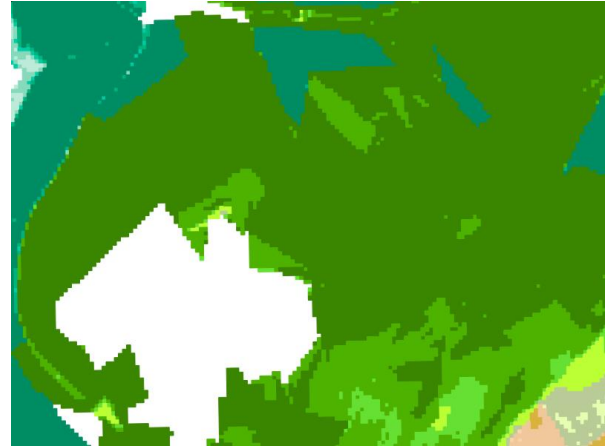
Die Maßnahmenableitung mit Hilfe der aktuellen ABAG- und DGM-Daten ist an der älteren Methodik ausgerichtet worden. Als wesentliches Beurteilungskriterium für die Güte der Bewertungsergebnisse werden rezente Abflussspuren herangezogen, die als Hinweis auf intensive Abflussbildung in der Fläche und Abflusskonzentration in vorgeprägten Tiefenlinien interpretiert werden.

Die in den Luftbildern erkennbaren rezenten Abflussspuren bzw. linearen Erosionssysteme werden mit der rasterbezogenen Einzugsgebietsgröße gut nachgezeichnet. Gleichzeitig differenziert die Maßnahmengruppenkarte gut zwischen der Abflussbildung in der Fläche und besonders gefährdeten Tiefenlinien.

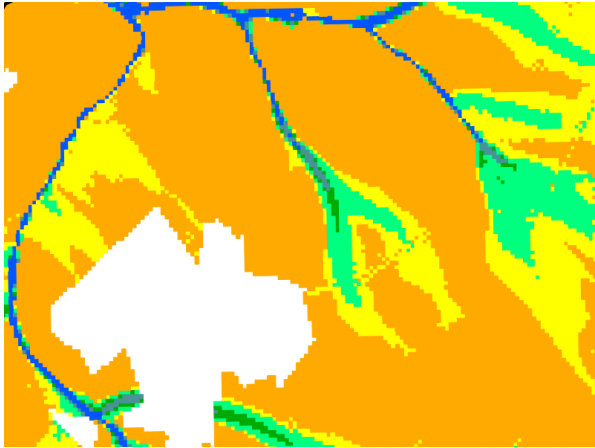




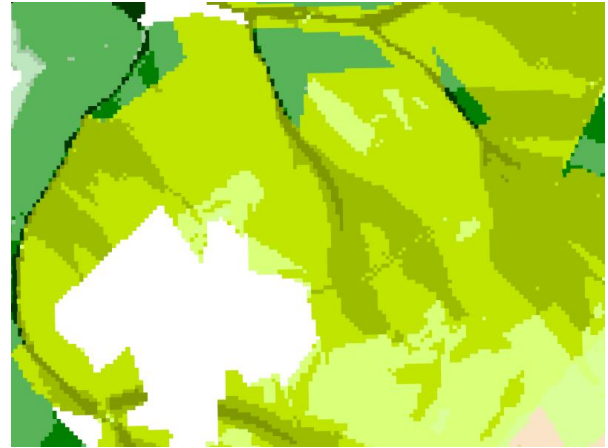
Luftbild



ABAG-Klassen



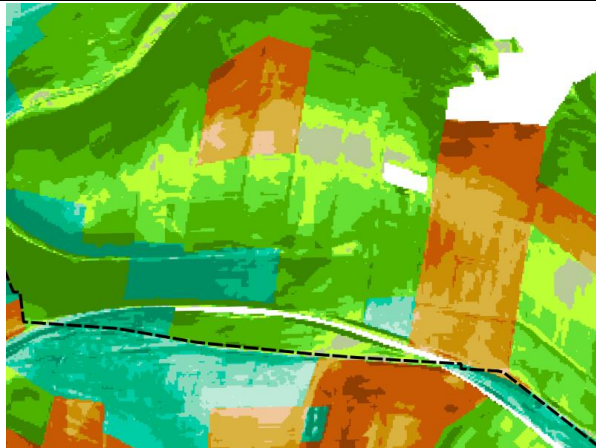
Rasterbezogene Einzugsgebietsgröße



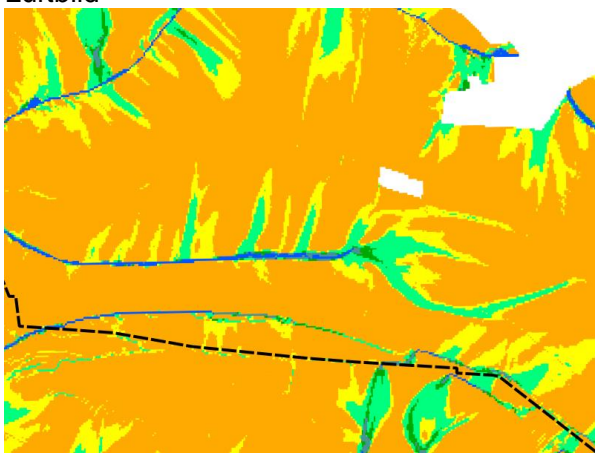
Maßnahmengruppen



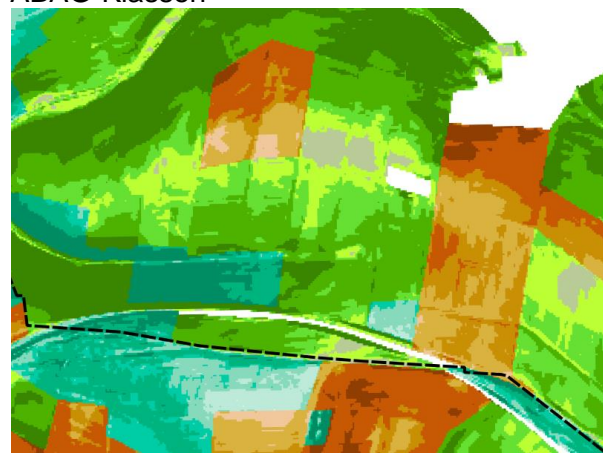
Luftbild



ABAG-Klassen



Rasterbezogene Einzugsgebietsgröße



Maßnahmengruppen

6. Literatur

- BEHRENS, T., T. SCHOLTEN (2002): Erstellung der Digitalen Geomorphographischen Karte für das Bundesland Rheinland-Pfalz im Maßstab 1:25.000 bis 1:50.000. Im Auftrag des LfW Rheinland-Pfalz.
- BÜRO FÜR UMWELTBEWERTUNG UND GEOÖKOLOGIE (2005): Nachhaltiger, vorbeugender Hochwasserschutz durch schonende Flächenbewirtschaftung und die Wiederherstellung von Bach- und Flussauen. LAWA-Bericht O8.03.
- FELDWISCH, N., C. FRIEDRICH, H. SCHLUMPRECHT (2007a+b): Bodenschutzfachlicher Beitrag zur Entwicklung von Umsetzungsstrategien und Umsetzungsinstrumenten für eine umweltverträgliche Landnutzung in Natura2000-Gebieten. Arbeitshilfe (99 Seiten) und Materialband (163 Seiten). Auftraggeber: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.
- LUWG (2006a): Bestimmungsschlüssel zur Identifikation von hochwasserrelevanten Flächen. LUWG-Bericht 18/2006, Mainz.
- LUWG (2006b): Bodenhydrologische Karte Rheinland-Pfalz, Naheinzugsgebiet. Mainz.
- SCHÜLER, G. (2006): Dezentraler Wasserrückhalt im Wald in Abhängigkeit des Standortspotenzials. Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 17/06, S. 131-160.
- SCHWERTMANN et al. (1990): Bodenerosion durch Wasser. E. Ulmer Verlag, Stuttgart.
- STEINRÜCKEN, U., T. BEHRENS, T. SCHOLTEN, N. DEMUTH (2006): Die Prognose von Abflussprozesspotenzialen auf der Basis der Bodenkarte 1:50.000, Rheinland-Pfalz. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. Band 108, S. 54-55.

Methodenhandbuch – Teil 4

Methodik zur Ermittlung der starkregeninduzierten Sturzflutgefährdung von Siedlungsbereichen

(Ingenieurbüro BGHplan, Trier und Ingenieurbüro Feldwisch, Bergisch Gladbach)

1. Einleitung

Bei außergewöhnlich hohen Niederschlägen in kurzer Zeit, sogenannten Starkregen, wird die Infiltrationskapazität des Bodens überschritten, so dass sich das Niederschlagswasser an der Oberfläche sammelt und dem Gefälle folgend abfließt. Dieser Oberflächenabfluss konzentriert sich in Geländemulden und auf Wegen und Straßen. Je größer das Einzugsgebiet dieser konzentrierenden Strukturen ist und je höher das Gefälle, umso größer ist die Gefahr, dass eine Sturzflut entsteht. Aber auch im schwach geneigten Gelände können unter ungünstigen Bedingungen Sturzfluten auftreten und zu Schäden in Siedlungsbereichen oder an der Infrastruktur führen.

Trifft eine Sturzflut bzw. wild abfließendes Wasser auf bebautes Gebiet, so kann es dort zu Überflutungsschäden kommen, auch wenn dort kein Gewässer verläuft.

Trifft das Wasser einer Sturzflut auf einen vorhandenen Bach oder Graben kann es zusätzlich entlang dieser Gewässer zu Ausuferungen und Überschwemmungen kommen.

Mit der Gebietsanalyse Sturzflutgefährdung durch Starkregen werden innerhalb des Planungsgebietes Bereiche identifiziert, die

- besonders zur Sturzflutbildung neigen (Sturzflutentstehungsgebiete) und
- ein erhöhtes Überflutungsrisiko aufweisen (Sturzflut-Wirkungsbereiche).

Auf dieser Grundlage werden Aussagen getroffen, inwieweit Ortslagen oder Ortsteile auf Grund ihrer Geländesituation potenziell **besonders** gefährdet sind.

Die nachfolgend beschriebene Vorgehensweise betrachtet ausschließlich die Oberflächengestalt von Einzugsgebieten. Aus der Analyse des digitalen Geländemodells werden Strukturen ermittelt, die Oberflächenabfluss bündeln und in Abhängigkeit von der Geländeneigung und der Einzugsgebietsgröße dazu neigen, Wasser konzentriert in die zu untersuchende Ortslage zu führen.

Bei dieser Vorprüfung erfolgt im Unterschied zu einer Niederschlagsabfluss-Modellierung keine Betrachtung des tatsächlich fallenden Niederschlags oder die tatsächliche Oberflächenabflussbildung. Es wird lediglich untersucht, inwieweit die spezifische Geländesituation die Neigung zu Sturzfluten in der jeweiligen Ortslage begünstigt.

Die Methode soll mit möglichst geringem Aufwand zu einer aussagekräftigen Einschätzung kommen, damit auch große Verbandsgemeinden mit vielen einzelnen Ortslagen innerhalb eines überschaubaren Zeit- und Kostenrahmens bearbeitet werden können.

Es ist zu beachten, dass es bei extremen Niederschlagsereignissen auch in Ortslagen zu Überflutungen kommen kann, für die sich keine morphologische Neigung zur Abflusskonzentration nachweisen lässt. Praktisch auf jeder geneigten Fläche entsteht bei sehr großen Niederschlagsmengen in kurzer Zeit Oberflächenabfluss, der zu Schäden in unterhalb gelegenen Siedlungsbereichen führen kann.

Ebenso können auch bei weniger extremen Niederschlägen in morphologisch unauffälligem Gelände Überflutungen entstehen, wenn Totholz oder unsachgemäß gelagertes Material wie Brennholz, Heu- und Strohballen oder Grünabfälle vom Hochwasser abgeschwemmt wird und sich dadurch unterhalb das Bachbett oder Brücken- und Rohrdurchlässe zusetzen. Durch Verengung des Abflussquerschnitts kann es dann zu Rückstau und Überflutungen kommen.

2. Methode zur Bestimmung der Flächen mit Neigung zu Abflusskonzentration (Entstehungsgebiete)

Die potenziellen Sturzflut-Entstehungsgebiete werden durch eine spezifische Auswertung des digitalen Geländemodells ermittelt. Dabei werden Geländemulden und Senken identifiziert und diejenigen Flächen errechnet, die in diese abflusskonzentrierenden Oberflächenformen entwässern. Das zugeordnete Gefährdungsrisiko ergibt sich aus der Größe der zur Oberflächenabflussbildung beitragenden Fläche und ihrer Hangneigung und damit aus der potenziell abfließenden Wassermenge pro Zeiteinheit. Je größer die abflusskonzentrierende Wirkung der Geländeform und je größer das Einzugsgebiet der Geländeform ist, umso höher ist das Risiko der Entstehung einer Sturzflut bei Starkregen. Da bei Starkregen die maximal mögliche Infiltrationsrate überschritten wird und deshalb in jedem Fall Oberflächenabfluss entsteht, spielen die Eigenschaften des Untergrundes (Bodentyp, Bodenart, Infiltrationskapazität, Feldkapazität etc.) nur eine untergeordnete Rolle.

Die Abflusskonzentration wird vorwiegend durch topographische Faktoren wie Hangneigung, Hanglänge und Hangform gesteuert. In den Bereichen, in denen eine Abflusskonzentration stattfindet, besteht in der Regel auch eine besondere Neigung zur Sturzflutbildung bei Starkregen, insbesondere auf Ackerflächen mit geringer oder fehlender Vegetationsbedeckung. Die dadurch bedingte geringe Oberflächenrauigkeit führt zu schneller Oberflächenabflussbildung mit hohen Fließgeschwindigkeiten.

Die Klasseneinteilung in der Ergebniskarte erfolgt abhängig von der Lage des Untersuchungsgebietes im Bergland oder Flachland.

Die technische Umsetzung obiger Vorgehensweise erfolgt mit dem frei verfügbaren Programmpaket SAGA (*System for Automated Geoscientific Analysis*) auf der Basis des digitalen Geländemodells mit einer Bodenauflösung von 5 m. Zur Anwendung kommt dabei entweder das Modul *Extended neighbourhood-catchment areas (parallel)* oder alternativ das Modul *Topographic Wetness Index* mit dem Zwischenergebnis *Catchment area*. In beiden Fällen wird

als Berechnungsmethode *Multiple Flow Direction* verwendet (FREEMAN, 1991)⁵, um die abflusskonzentrierenden Bereiche zu bestimmen. Auf Grundlage des digitalen Geländemodells wird dabei für jede Rasterzelle das Einzugsgebiet [m²] berechnet, wobei der Abfluss aus der Ursprungsrasterzelle im Gegensatz zum herkömmlichen D8-Algorithmus nicht nur in die am tiefsten liegende angrenzende Rasterzelle fließt, sondern sich je nach Neigungsstärke und Neigungsrichtung anteilmäßig auf mehrere Nachbarzellen verteilt. Auf diese Weise werden den Oberflächenabfluss steuernde Konvergenzen und Divergenzen im Gelände stärker berücksichtigt. Insgesamt resultiert daraus eine realitätsnähere Abbildung der Fließwege und der Abflussakkumulation (Abb. 1).

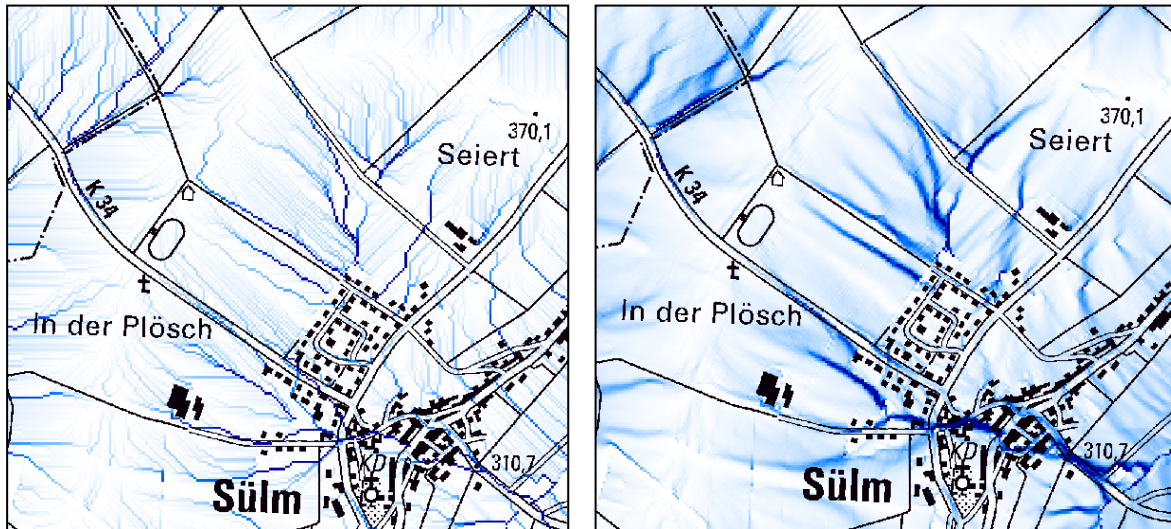


Abb. 1: Berechnung des Moduls *Catchment area* in SAGA GIS (links: *D8-Algorithmus*; rechts: *Multiple Flow Direction-Algorithmus*)

Für flaches Gelände wird empfohlen, den MFD-Algorithmus mit dem D8-Algorithmus zu kombinieren, weil dort sonst nicht plausible bzw. unrealistisch diffuse Fließwege entstehen. Der Umschaltpunkt orientiert sich an der Größe des Einzugsgebietes. In der Regel sollte bei Einzugsgebieten kleiner 1 ha der D8-Algorithmus verwendet werden. In sehr flachem Gelände kann es trotzdem zu unrealistischen Ergebnissen kommen, weil hier meistens künstlich angelegte Straßen- und Wegeseitengräben oder Entwässerungsgäben die Fließwege bestimmen.

Hinweis: auf ein Auffüllen von künstlichen und tatsächlichen Senken im digitalen Höhenmodell wurde hier verzichtet, um tatsächlich vorhandene Fließhindernisse und Retentionsbereiche nicht zu kaschieren. Nachteil dieser Vorgehensweise ist zum einen, dass auch Fehler im Höhenmodell zu einer Unterbrechung des Abfluss führen können und zum anderen keine durchgehende Fließakkumulation für das gesamte Teileinzugsgebiet errechnet bzw. dargestellt wird. Bei einer Berechnung mit gefüllten Senken hat sich gezeigt, dass Straßendämme oder vorhandene Retentionsmulden nicht mehr als rückhaltende Strukturelemente erkennbar sind, andererseits aber auch potenzielle Gefahrenbereiche aufgezeigt werden, die bei Überlastung dieser Rückhaltungen entstehen können.

⁵ FREEMAN, G.T. (1991): Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid. – In: Computers and Geosciences Bd. 17, S. 413-422.

Grundlage für die Darstellung der Klassen der Abflusskonzentration in der Karte ist folgende Klasseneinteilung der Einzugsgebietsgröße (vgl. auch Abb. 2):

Für Berg- und Hügelland:	gering:	>2.500 bis 5.000 m ²
	mäßig:	>5.000 bis 10.000 m ²
	hoch:	>10.000 bis 50.000 m ²
	sehr hoch:	>50.000 m ²



Abb. 2: Sturzflutentstehungsgebiet - Abflusskonzentration

Im Flachland werden die Klassengrenzen der Einzugsgebietsgröße in Anpassung an die geringeren Fließgeschwindigkeiten bei sehr geringen Hangneigungen verschoben:

gering:	>1.000 bis 2.500 m ²
mäßig:	>2.500 bis 5.000 m ²
hoch:	>5.000 bis 10.000 m ²
sehr hoch:	>10.000 m ²

3. Methode zur Bestimmung der potenziellen Überflutungsbereiche (Wirkungsbereiche)

Das Ziel dieser Methode ist die Bestimmung von Flächen, die im Falle eines Starkregens mit entsprechend starkem Oberflächenabfluss aufgrund ihrer Topographie überflutungsgefährdet sind. Grundlage der Berechnung sind Tiefenlinien, welche mit der Software TNTgis oder ArcGIS auf Grundlage des digitalen Höhenmodells (Auflösung: 5 m) generiert wurden. Künstliche und tatsächliche Senken im digitalen Höhenmodell werden dazu aufgefüllt.

Der Beginn der Tiefenlinien wurde rechnerisch bei einer morphologisch abflusswirksamen Mindestgröße des oberhalb liegenden Einzugsgebiets von 20 bzw. 50 ha festgelegt. Es hat sich gezeigt, dass in Abhängigkeit vom Landschaftstyp die Einzugsgebietsgröße der potenziellen Überflutungsbereiche angepasst werden muss, um nicht unrealistische bzw. unplausible Überflutungsflächen an steilen Oberläufen oder großflächig in sehr flachem Gelände zu erhalten. Daher ist es empfehlenswert in Landschaften mit sehr geringer Reliefenergie die Überflutungsflächen erst ab 50 ha Einzugsgebietsgröße zu ermitteln, im Hügelland sowie in den Mittelgebirgslagen ab 20 ha Einzugsgebiet.

Die Ermittlung der Überflutungsbereiche erfolgte mit der Software ArcGIS bzw. ArcView GIS und SAGA GIS.

Vorbereitend werden die Tiefenlinien in ein Raster mit der Auflösung des digitalen Höhenmodells umgewandelt und die Geländehöhe wird auf dieses übertragen. Da für die Interpolation der Höhen ein Punkt-Layer als Eingangsgröße nötig ist, wird das Raster mit den Höhenwerten anschließend in einen Punkt-Vektor umgewandelt. Nun wird die Lage der Tiefenlinien [m ü. NN.] in SAGA GIS flächenhaft extrapoliert („Inverse Distance Weighted“, IDW), wobei die Auflösung weiterhin am digitalen Höhenmodell ausgerichtet wird. Die Anzahl der in die Berechnung einfließenden Punkte wird aufgrund der konstanten Punktdichte auf maximal 5 festgelegt. Die Extrapolationsdistanz beträgt 50 m beidseits der Tiefenlinie. Anschließend wird ein hypothetisches Sturzflutereignis angenommen, bei dem die entstandene Fläche 1 m hoch überflutet wird. Durch das Berechnen der Differenz dieser aufgehöhten Fläche zum digitalen Höhenmodell bilden sich potenzielle Überflutungsbereiche heraus:

- Ergebnis < 0: Das Gelände entlang der Tiefenlinie wird nicht überflutet.
- Ergebnis 0-1: Das Gelände entlang der Tiefenlinie wird bis zu 1 m überflutet.

Die Ergebnisflächen, die theoretisch bis zu 1 m hoch überflutet sind, werden als Vektorpolygone dargestellt.

Hinweis: Auch bei der Ermittlung der potenziellen Wirkungsbereiche wurde -abgesehen von der Generierung der Tiefenlinien- auf eine Aufbereitung des digitalen Höhenmodells und ein entsprechendes Füllen der Senken verzichtet. Das Füllen der Senken wurde bei der Berechnung der Überflutungsbereiche bewusst nicht vorgenommen, da hier eventuell wertvolle Informationen zu potenziellen oder schon vorhandenen Retentionsbereichen (Mulden, Senken) verloren gehen. Allerdings können durch Fehler im Höhenmodell auch Senken oder Fließhindernisse vorgetäuscht werden, die in Wirklichkeit nicht vorhanden sind. Dies sollte bei der Ableitung und Umsetzung konkreter Maßnahmen bei einer Geländebegehung überprüft und berücksichtigt werden.

In der Karte „Gefährdungsanalyse Sturzflut nach Starkregen“ werden die potenziellen Überflutungsbereiche bis zu 1 m als Wirkungsbereiche Sturzflut nach Starkregen dargestellt. Zusätzlich wird das erweiterte Gewässernetz (SCHNITTSTELLE BODEN, 2014)⁶ dargestellt, welches landesweit aus einem bereinigtem Geländemodell (Bodenauflösung 5 m) errechnet wurde. Da für diese Tiefenlinien die Mindestgröße des Einzugsgebiets bei 5 ha liegt, wurden sie nicht für die Berechnung der Überflutungsbereiche herangezogen.

Die „Wirkungsbereiche“ in der Gefährdungsanalyse stellen eine statische Überflutungssituation dar. Die dynamischen Prozesse während einer Sturzflut mit rasch ansteigenden und schnell wieder fallenden Oberflächenabfluss im Bereich von Tiefenlinien und die tatsächlichen Überflutungsbereiche werden dadurch nicht abgebildet. Die „Wirkungsbereiche“ zeigen lediglich Flächen auf, in denen möglicherweise eine Überflutungsgefährdung besteht und Maßnahmen zur Schadensminderung umgesetzt werden können.

4. Ermittlung besonders gefährdeter Ortslagen

Bei der Feststellung der Gefährdungslage wird unterschieden zwischen einer Gefährdung durch wild abfließendes Wasser und einer Gefährdung durch Ausuferung von Fließgewässern. Bei den Fließgewässern werden nur kleine Flüsse, Bäche und Gräben betrachtet, die tatsächlich durch lokale Starkregen über die Ufer treten können. An großen Flüssen wie Rhein, Mosel und Saar werden durch lokale Starkregen keine Überschwemmungen ausgelöst. Die Gefährdungssituation durch solche Flusshochwasser wird also nicht beurteilt. In der Karte werden lediglich die gesetzlich festgelegten Überschwemmungsgebiete dargestellt. Sie geben einen Hinweis, dass neben Sturzfluten durch Starkregen auch eine Gefährdung durch Flusshochwasser besteht.

Ortslage	Gefährdung durch wild abfließendes Wasser		Gefährdung durch Ausuferung eines Fließgewässers					Starkregenschäden bekannt*	Bewertung
	Abflusskonzentration in Richtung Ortslage	Verstärkende Wirkung durch abflussfördernde Flächennutzung, Hangneigung und Wegeführung	Fluss/ Bach/ Graben in der Ortslage	Abflussquerschnitt in der Ortslage eingeeengt	Einzugsgebiet >10 km ² und abflussfördernde Eigenschaften	Bebauung im potenziellen Überflutungsbereich (nach HoWaRüPo)	Bebauung im Überflutungsbereich nach HWRM-RL bei HQ 100		
Mertesdorf	x	x	x	x	x	x	x	-	Hoch
Kasel	x	x	x	x	x	x	x	-	Hoch
Waldrach	x	x	x	x	x	x	x	-	Hoch
Morscheid	-	-	-	-	-	-	-	-	Gering
Korlingen	x	x	-	-	-	-	-	-	Hoch
Gutweiler	x	x	-	-	-	-	-	-	Mäßig
Gusterath	x	x	-	-	-	-	-	-	Mäßig
Bonerath	x	x	-	-	-	-	-	-	Mäßig
Farschweiler	x	-	x	x	-	-	-	x	Hoch
Herl	x	x	x	x	-	-	-	-	Mäßig
Hinzenburg	x	-	-	-	-	-	-	-	Gering
Holzerath	-	-	-	-	-	-	-	-	Gering

Abb. 3: Beispiel einer Prüftabelle „Starkregeninduzierte Sturzflutgefährdung von Ortslagen“

Die Wahrscheinlichkeit der Gefährdung einer Ortslage durch Sturzfluten wird anhand einer Prüftabelle ermittelt (Abb. 3). Die Gefährdung durch wild abfließendes Wasser und durch Ausuferung von Fließgewässern wird anhand der vorliegenden Daten eingeschätzt und zusätzlich erden bekannte Starkregenschäden berücksichtigt. Daraus ergibt sich eine Gesamtbewertung bezüglich der Gefährdungswahrscheinlichkeit einer Ortslage. Im Folgenden wird die Prüftabelle näher erläutert:

⁶ SCHNITTSTELLE BODEN 2014: Landesweite Erstellung eines erweiterten Gewässernetzes Rheinland-Pfalz im Hinblick auf erosive Bodeneinträge Teil 1 und 2. Im Auftrag des Landesamtes für Geologie und Bergbau RLP.

Gefährdung durch wild abfließendes Wasser	Abflusskonzentration in Richtung Ortslage	Findet eine Abflusskonzentration in Richtung bebauter Ortslage mit einem Mindesteinzugsgebiet von 5.000 m ² (bzw. 2.500 m ² im Flachland) statt (siehe Sturzflut-Entstehungsgebiete in Abschnitt 2) und weist das Einzugsgebiet abflussfördernde Eigenschaften auf, so ist mit einer erhöhten Gefährdung durch wild abfließendes Oberflächenwasser nach Starkregen zu rechnen.
	Verstärkende Wirkung durch abflussfördernde Flächennutzung, Hangneigung und Wegeführung	Als abflussfördernde Eigenschaften gelten vor allem eine ackerbauliche Nutzung ohne Querstrukturen, eine große Hangneigung und Wege oder Straßen, die Oberflächenwasser sammeln und gezielt in die bebauten Ortslage führen können. Die Beurteilung erfolgt anhand von Luftbild, Hangneigungskarte und Reliefanalyse.
Gefährdung durch Ausuferung eines Fließgewässers	Fluss/ Bach/ Graben in Ortslage (2./ 3. Ordnung)	Alle bebauten Ortslagen werden daraufhin geprüft, ob ein kleiner Fluss (Gewässer 2. Ordnung), ein Bach (Gewässer 3. Ordnung) oder ein Graben bebauten Gebiet durchquert oder berührt.
	Abflussquerschnitt in der Ortslage eingengt	Es wird festgestellt, ob der Abflussquerschnitt innerhalb oder am Rande der Ortslage durch Verrohrung, Brückendurchlässe oder anderweitig eingengt ist und dadurch die hydraulische Leistungsfähigkeit im Falle eines Starkregenabflusses gemindert ist. Engstellen werden aus der Strukturkartierung (Parameter 2.3 – Verrohrung und Parameter 3.5 – Durchlässe) und dem Luftbild und der TK ermittelt. In manchen Fällen kann nur durch eine Ortsbegehung eine zuverlässige Aussage zur Wirksamkeit von Engstellen hinsichtlich Rückstau- und Ausuferungsgefahr getroffen werden.
	Einzugsgebiet >10 km² und abflussfördernde Eigenschaften	Ist das Einzugsgebiet größer als 10 km ² und weist abflussfördernde Eigenschaften wie großflächig starke Hangneigung oder/und weit verbreitete ackerbauliche Nutzung auf, so ist das Gefährdungspotenzial zusätzlich erhöht.
	Bebauung im potenziellen Überflutungsbereich (nach HoWaRüPo)	Ergänzend wird geprüft, ob im potenziellen Überflutungsbereich des Gewässers oder Grabens eine Bebauung besteht. Dort ist im Überflutungsfall mit einem besonders hohen Schadenspotenzial zu rechnen. Die potenziellen Überflutungsbereiche werden aus dem Projekt HoWaRüPo (Hochwasserrückhaltepotenzial) des Landesamtes für Umwelt übernommen. Hilfsweise werden für Gebiete außerhalb von Auenbereichen, für die obige Informationen nicht vorliegen, potenziell überflutungsgefährdete Bereiche entlang von Tiefenlinien herangezogen (siehe Sturzflut-Wirkungsbereiche in Abschnitt 3).

	<p>Bebauung im Überflutungsbe- reich nach HWRM- RL bei HQ100</p>	<p>An Gewässern zweiter Ordnung werden die Überflutungsbe- reiche bei einem 100-jährlichen Hochwasser aus dem TIMIS- Projekt verwendet, die auch als Grundlage für die Hochwas- sergefahrenkarten gemäß Hochwasserrisikomanagement- Richtlinie dienen.</p> <p>Hilfsweise werden für Gebiete außerhalb von Auenbereichen, für die obige Informationen nicht vorliegen, potenziell überflu- tungsgefährdete Bereiche entlang von Tiefenlinien herange- zogen (siehe Sturzflut-Wirkungsbereiche in Abschnitt 3).</p>
	<p>Starkregenschä- den bekannt</p>	<p>Ortslagen, die in jüngerer Zeit bereits von Sturzfluten betroffen waren, werden unabhängig von den Prüfkriterien generell als „hoch gefährdet“ eingestuft und für die vordringliche Erstel- lung eines örtlichen Hochwasserschutzkonzepts empfohlen.</p> <p>Dazu werden in jeder Verbandsgemeinde Wehrleiter, VG- Werke und Bauämter befragt, in welchen Ortslagen in der jün- geren Vergangenheit durch Starkregen Probleme entstanden sind.</p>

	<p>Gefährdungswahrscheinlichkeit</p>	<p>Bei der Bewertung der einzelnen Ortslagen hinsichtlich ihrer Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Sturzfluten nach Starkregen auf der Grundlage der oben genannten Kriterien werden drei Klassen unterschieden:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Hohe Gefährdung • Mäßige Gefährdung • Geringe Gefährdung <p>Zusätzlich wird noch die Gefährdung durch Fluss-Hochwasser für Gewässer 1. Ordnung ausgewiesen.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Gefährdung durch Fluss-Hochwasser <p>Ortslagen mit einer <u>hohen</u> Gefährdungswahrscheinlichkeit bzw. einem hohen Gefährdungsrisiko werden vordringlich für die Aufstellung eines örtlichen Hochwasserschutzkonzeptes empfohlen. Dies gilt auch für Ortslagen, die nur in geringem Maß durch Sturzfluten gefährdet sind, jedoch einem hohem Gefährdungspotenzial für Fluss-Hochwasser unterliegen.</p> <p>Bei Ortslagen mit einer <u>mäßigen</u> Gefährdungswahrscheinlichkeit zeigen die Prüfkriterien an, dass eine Gefährdung durch Sturzfluten möglicherweise besteht, eine eindeutige Zuordnung in die Stufe hoher Gefährdung mangels notwendiger örtlicher Detailkenntnisse aber nicht möglich ist.</p> <p>Die Einstufung „<u>geringe</u> Gefährdung“ bedeutet nicht, dass in diesen Ortslagen Sturzfluten generell ausgeschlossen sind. Die gewählten Prüfkriterien zeigen aber an, dass durch die Geländesituation, die Einzugsgebietseigenschaften und die Lage der Bebauung eine Gefährdung durch eine Sturzflut nach Starkregen eher unwahrscheinlich ist.</p>
--	---	--

Hinweis: Die Bewertung der einzelnen Ortslagen anhand der oben erläuterten Prüfkriterien folgt keinem festgelegten Schema. Entscheidend für die Einstufung in eine der drei Gefährdungsklassen ist nicht eine bestimmte Anzahl zutreffender Prüfkriterien, sondern die Zusammenschau aller bekannten Faktoren (Hangneigung, Lage und Ausmaß der Sturzflut-Entstehungsgebiete, Flächennutzung etc.) und das Expertenwissen des Bearbeiters. Die Prüftabelle stellt daher lediglich eine Strukturierungshilfe und Checkliste relevanter Parameter dar.