

Leuchtturmprojekt EroL – Erosionsereignisse durch Starkregen im Markgräfler Land

Abschlussbericht



Foto: Schallbach, Patrick Blau

Gefördert durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)

Koordination des Verbundprojektes: Landkreis Lörrach – Fachbereich Umwelt Inga Nietz Tel.: +49 7621 410-3330 Email: inga.nietz@loerrach-landkreis.de	Förderkennzeichen: 67DAS111
--	---

Vorhabensbezeichnung:

Leuchtturmprojekt EroL:
Erosionsereignisse durch Starkregen im Markgräfler Land

Laufzeit des Vorhabens:

von: **01.01.2018** bis: **31.12.2020**

Berichtszeitraum:

von: **01.01.2018** bis: **31.12.2020**

Projektbearbeiter	Kontaktdaten	Beteiligte
	Landratsamt Lörrach – Fachbereich Umwelt Palmstraße 3, 79539 Lörrach +49 7621 410-3330; inga.nietz@loerrach-landkreis.de	Inga Nietz Constanze Lehmann
	geomer GmbH Im Breitspiel 11B, 69126 Heidelberg +49 6221 8945841; assmann@geomer.de	Dr. André Assmann Jessica Kempf
	terra fusca ingenieure Billen, Lange & Lehmann PartG für Bodenschutz und Umweltberatung c/o Riedgrasweg 26, 70599 Stuttgart +49 711-4560400, n.billen@terra-fusca.de	Dr. Norbert Billen
	BGU - Büro für Geoinformatik und Umwelttechnik GbR Riehenstraße 51, 79594 Inzlingen +49 7621 792708, patrick.blau@bgu-consult.de	Patrick Blau

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	4
Tabellenverzeichnis.....	7
Abkürzungen.....	8
1. Zusammenfassung.....	9
2. Einführung.....	10
2.1 Hintergrund.....	10
2.2 Aufgabenstellung, Ziel und Vorgehen.....	11
2.3 Bearbeitungsgebiet.....	13
2.4 Datengrundlage.....	14
3. Eingesetzte Modellsoftware.....	15
3.1 Erosionsmodell OpenLISEM.....	15
3.2 Hydraulische Modellsoftware.....	17
4. Praktische Durchführung, Öffentlichkeitsarbeit und wissenschaftliche Kommunikation	18
4.1 Übersicht.....	18
4.2 Projektinitialisierung.....	20
4.3 Weitere Begleitgremientreffen, Workshops und Ortsbegehungen.....	22
4.4 Weitere Öffentlichkeitsarbeit.....	23
4.5 Wissenschaftliche Kommunikation.....	26
5. Gefährdungsanalyse.....	28
5.1 Modellaufbau.....	28
5.1.1 Ortsbegehungen und Validierungsgespräche.....	28
5.1.2 Erosionsmodellierung.....	31
5.1.3 Starkregenmodellierung.....	36
5.2 Szenarienentwicklung.....	42
5.2.1 Erosion.....	42
5.2.2 Starkregen.....	42
5.3 Dokumentation und Ergebnisse der Gefährdungsanalyse.....	43
5.3.1 Erosionsgefahrenkarten.....	44
5.3.2 Starkregengefahrenkarten.....	45
6. Risikoanalyse.....	51
6.1 Ziel und Vorgehensweise bei der Risikoanalyse.....	51
6.2 Analyse der Gefahrenkarten.....	51
6.2.1 Risikobereiche.....	53
6.2.2 Risikoobjekte.....	63
6.3 Ergebnisdarstellung.....	68

6.4	Altlastenstandorte	68
6.4.1	Veranlassung und Ziel der Risikoanalyse der Altlaststandorte	68
6.4.2	Grundlagendaten zur Beurteilung der Gefährdung der Altlasten	69
6.4.3	GIS-Analyse	70
6.4.4	Risikoanalyse der Altlastenstandorte.....	72
6.4.5	Ergebnisse der Risikoanalyse der Altlastenstandorte.....	75
6.4.6	Schlussfolgerungen der Risikoanalyse der Altlastenstandorte.....	76
7.	Handlungskonzept.....	77
7.1	Erstellung des Handlungskonzepts	77
7.2	Ziel Handlungskonzepts und Veranlassung.....	77
7.3	Informationsvorsorge.....	78
7.3.1	Veröffentlichung der Karten.....	78
7.3.2	Zielgruppe Bürger*innen und Öffentlichkeit	78
7.3.3	Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe	79
7.3.4	Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft	80
7.3.5	Zielgruppe Handwerker*innen, Architekt*innen und Planer*innen	81
7.4	Krisenmanagement.....	81
7.4.1	Hochwasser-, Alarm- und Einsatzplan.....	81
7.4.2	Kommunales Messnetz zur Warnung und Beobachtung von Starkregen und Hochwasser	82
7.5	Kommunale Flächenvorsorge.....	83
7.5.1	Flächennutzungsplan und Landschaftsplan.....	83
7.5.2	Bebauungsplan und Grünordnungsplan	84
7.5.3	Konkrete Flächenvorsorge	85
7.5.4	Außengebietswasser.....	85
7.5.5	Oberflächenwasser im Siedlungsbereich.....	88
7.6	Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen.....	92
7.6.1	Kontrolle des Abflussquerschnittes, Gewässerschau	92
7.6.2	Unterhaltung technischer Hochwasserschutzeinrichtungen.....	92
7.6.3	Optimierung von Hochwasserschutzeinrichtungen	93
7.6.4	Konzepte für den technisch-infrastrukturellen Hochwasserschutz	93
7.6.5	Regenwassermanagement.....	93
7.7	Maßnahmenvorschläge an den Risikobereichen	94
7.7.1	Beispiel: Risikobereich 505 Kandern Hofgut Kaltenherberge.....	94
7.7.2	Beispiel: Risikobereich 803 Schallbach Hofacker/Dorfstraße	97
8.	Ergebnisse und Ausblick von Erol	99
8.1	Vergleich der Erosionsszenarien.....	99
8.2	Fazit zum Bewertungsverfahren der Altlastenstandorte.....	100
8.3	Qualität der Modellrechnungen	100

8.4	Schlussfolgerungen für den Risikomanagementprozess	100
8.5	Projekterfolge und Öffentlichkeitsarbeit	101
9.	Quellenverzeichnis	102
10.	Informationsmaterialien und Handlungshilfen	105
10.1	Regelwerke und Arbeitshilfen	105
10.2	Übersicht zu weiterführendem Infomaterial	106
Anhang	115

Abbildungsverzeichnis

<i>Abb. 1: Erosionsschäden auf Acker in Schallbach im Mai 2018 (Foto: Patrick Blau)</i>	10
<i>Abb. 2: Abgelagertes Bodenmaterial auf Feldweg in Schallbach im Mai 2018 (Foto: Patrick Blau)</i>	10
<i>Abb. 3: Projektablauf EroL</i>	12
<i>Abb. 4: Arbeitsschritte in den drei EroL-Phasen</i>	13
<i>Abb. 5: Übersicht über das Simulations- und Projektgebiet</i>	14
<i>Abb. 6: Prozessablauf und benötigte Parameter in LISEM (nach Jetten 2002, veränd. HÖLZEL 2009)</i>	16
<i>Abb. 7: Kartenausschnitt zur verwendeten Rauheit im Landkreis Lörrach</i>	18
<i>Abb. 8: Kickoff und 1. Begleitgremiumstreffen im Landratsamt Lörrach</i>	20
<i>Abb. 9: Posterpräsentation beim Vernetzungstreffen im Juni 2018</i>	21
<i>Abb. 10: BOS-Workshop am 8. September 2020 im Landratsamt Lörrach</i>	22
<i>Abb. 11: Abschlussbegleitgremium am 21. Januar 2021</i>	23
<i>Abb. 12: EroL Homepage beim Fachbereich Umwelt, Landratsamt Lörrach</i>	24
<i>Abb. 13: Informationsbroschüren für Bürgerinnen und Bürger und für die Bauleitplanung</i>	25
<i>Abb. 14: EroL Storymap mit Meldeportal</i>	25
<i>Abb. 15: Infoveranstaltung für die Landwirte am 28. Oktober 2019 in Schallbach</i>	26
<i>Abb. 16: Posterpräsentation bei der DBG Jahrestagung 2019 in Bern</i>	27
<i>Abb. 17: Links: Vorsimulation ohne Einbau der Unterführung in die Eingangsdaten führt zu unrealistischen Aufstauen des Abflusses. Rechts: Unterführung ist eingebaut, so dass der Abfluss weiterfließen kann</i>	28
<i>Abb. 18: Zeitungsartikel zu den Starkregeneignissen im Mai, Juni und Juli 2018 im Projektgebiet</i>	29
<i>Abb. 19: Ereignisdokumentation Mai 2018 in Egringen, links: Überflutungstiefen mit Luftbildhintergrund, rechts: deutliche Erosionsspuren im Acker (Foto: Patrick Blau)</i>	30
<i>Abb. 20: Ereignisdokumentation Mai 2018 in Schallbach, links: Überflutungstiefen mit Luftbildhintergrund, rechts: Akkumulationsspuren auf dem Feldweg (Foto: Patrick Blau)</i>	30
<i>Abb. 21: Validierungsgespräche. Links: Starkregengefahrenkarte in Efringen-Kirchen am 11.09.2018. Rechts: Erosionsgefahrenkarte in Binzen am 14.03.2019</i>	31

<i>Abb. 22: Prioritäten bei der Übernahme von relevanten Geländestrukturen in Raster mit geringer Rasterweite</i>	<i>32</i>
<i>Abb. 23: Anteil der Feldfruchtgruppen am Anbauumfang aller ackerbaulichen Kulturpflanzen im EroL Projektgebiet 2016 (rot: sehr erosionsanfällig bis grün: weniger erosionsanfällig)</i>	<i>35</i>
<i>Abb. 24: Zeitlicher Verlauf der mittelbetonten mittleren KOSTRA-Niederschlagsganglinien im 6-Minuten-Intervall im EroL-Einzugsgebiet (30-jährliche Wiederkehrzeit (D60T30))</i>	<i>36</i>
<i>Abb. 25: Integration der Bahntrasse in das DGM nach Validierung. Links: Überflutungstiefen der Vorsimulation ohne Bahntrasse. Rechts: Überflutungstiefen der Hauptsimulation mit Bahntrasse.....</i>	<i>38</i>
<i>Abb. 26: Links: Original DGM ohne Nord-West-Umfahrung. Rechts: überarbeitetes DGM mit Nord-West-Umfahrung und inklusive eingestanzter Gebäude</i>	<i>38</i>
<i>Abb. 27: Integration der Gebäude als 3D-Strukturen</i>	<i>39</i>
<i>Abb. 28: Im Feld aufgenommene Mauern wurden in das DGM integriert, da sie die Fließwege stark beeinflussen können. Links: Fließtiefen und –richtungen der Vorsimulation ohne Lärmschutzwand, rechts: Fließtiefen und –richtungen der Simulation mit Lärmschutzwand (gelb gestrichelt).....</i>	<i>39</i>
<i>Abb. 29: Ein Beispiel für eine Modifikation des Geländemodells, bei der eine Brücke durchbrochen und eine andere wieder eingefügt wurde, da sie einen wichtigen Fließweg darstellt. Links: Die Straße über der Unterführung wurde durchbrochen. Rechts: Diese Brücke wurde eingefügt (schraffiert).....</i>	<i>40</i>
<i>Abb. 30: Integration von Verdolungsstrecken als lineare Verbindungen unter Berücksichtigung der effektiven Durchflusskapazität. Links: Überflutungstiefen der Vorsimulation ohne lineare Verbindung. Rechts: Überflutungstiefen der Hauptsimulation mit linearer Verbindung</i>	<i>40</i>
<i>Abb. 31: Kleine Bäche mussten im Geländemodell nachgearbeitet werden, damit sie als Fließweg erfasst werden (dunkelrot gestrichelt)</i>	<i>41</i>
<i>Abb. 32: Ablaufschema zur Erstellung der Erosionsgefahrenkarten</i>	<i>42</i>
<i>Abb. 33: Arbeitsablauf für die Erstellung von Starkregengefahrenkarten</i>	<i>43</i>
<i>Abb. 34: Erosionsgefahrenkarte des „bad case“ Szenario im EroL Projektgebiet</i>	<i>45</i>
<i>Abb. 35: Maximale Überflutungsausdehnung der Abflussereignisse selten, außergewöhnlich und extrem im EroL Projektgebiet</i>	<i>46</i>
<i>Abb. 36: Maximale Überflutungstiefenkarte mit maximaler Ausdehnung der Überflutung des außergewöhnlichen Abflussereignisses im EroL Projektgebiet.....</i>	<i>47</i>
<i>Abb. 37: Maximale Fließgeschwindigkeitskarte mit maximaler Ausdehnung der Überflutung des außergewöhnlichen Abflussereignisses im EroL Projektgebiet.....</i>	<i>49</i>
<i>Abb. 38: Beispiel von zwei Durchflussprofilen (Profil 2 und 45, oben) und den zugehörigen Graphen mit dem zeitlichen Verlauf des Durchflusses in m³/s (Mitte) im EroL Projektgebiet. Mittels der Durchflussprofile kann die Summe an Durchfluss für jedes der drei Szenarien innerhalb der 3 Stunden Simulationszeit berechnet werden (Tabelle unten).....</i>	<i>50</i>

<i>Abb. 39: Erosionsschäden lassen sich nicht nur kurz nach einem Ereignis beobachten, sondern können sich beizeiten auch gut in Luftbildern widerspiegeln (hier: Reinacherweg in Efringen-Kirchen, links: Luftbild, Mitte: Luftbild mit Wasserabfluss aus Starkregenkarte, rechts: Luftbild mit Sedimentation aus Erosionskarte).</i>	52
<i>Abb. 40: Workshop im Rathaus Binzen</i>	53
<i>Abb. 41: Beispiel für einen Risikoschwerpunkt innerorts in Weil am Rhein. Der Siedlungsbereich wird bei den drei Starkregenszenarien überflutet.</i>	54
<i>Abb. 42: Beispiel für einen Risikoschwerpunkt im Außenbereich bei Schallbach. Die Ackerflächen sind stark erosionsgefährdet. Sediment wird in den Senken und auf den Wegen abgelagert.</i>	54
<i>Abb. 43: Matrix zur Risikoeinschätzung (Grafik: geomer)</i>	63
<i>Abb. 44: Beispiel für einen Risikosteckbrief, die Inhalte wurden mit den jeweiligen Gemeinden abgestimmt.</i>	64
<i>Abb. 45: Auszug aus einer kombinierten Darstellung von Risikoobjekten, Risikobereiche (Warnsymbol mit Nummerierung) und den Überflutungstiefe</i>	68
<i>Abb. 46: Lage der Altlasten (B-Fälle) im EroL-Projektgebiet innerorts (grün) und außerorts (lila)</i>	70
<i>Abb. 47: Beurteilung von Neigungswinkeln hinsichtlich Rutschungsgefährdung (Abschätzung der LUBW)</i>	73
<i>Abb. 48: Beurteilungsschema für die Betroffenheit einer Altlastverdachtsfläche durch Starkregenereignisse</i>	74
<i>Abb. 49: Endgültige Bewertung der Altlastenflächen</i>	75
<i>Abb. 50: Gewässerrenaturierung in Kandern Tannenkirch (Foto: Jessica Kempf)</i>	87
<i>Abb. 51: Sedimentfangbecken in Schallbach (Foto: Jessica Kempf)</i>	87
<i>Abb. 52: Benjeshecke (Reisig-Wälle) in Schallbach (Foto: Jessica Kempf)</i>	87
<i>Abb. 53: Grabenerneuerung in Schallbach (Foto: Jessica Kempf)</i>	87
<i>Abb. 54: Verwallung am Kindergarten in Wintersweiler (Foto: Jessica Kempf)</i>	88
<i>Abb. 55: Wegerhöhung im Waldbereich in Leonberg (Foto: Stadt Leonberg)</i>	88
<i>Abb. 56: Sickermulde in Lörrach-Tüllingen (Foto: Constanze Lehmann)</i>	88
<i>Abb. 57: Beispiele für straßen- und wegbegleitende Mulden (links mit aufgeschütteten Verwallungen, rechts mit Gabionen-Querdämmen (Fotos: Jessica Kempf)</i>	90
<i>Abb. 58: Mobile Schutzeinrichtung in Schallbach als Eigenvorsorge (Foto: Jessica Kempf)</i>	91
<i>Abb. 59: Beispiel Risikobereich in Kandern</i>	96

<i>Abb. 60: Schäden durch Schlamm in Schallbach (Fotos: Büro Moser)</i>	97
<i>Abb. 61: Beispiel Risikobereich Schallbach</i>	98
<i>Abb. 62: Mittlere Bodenerosion von den Ackerflächen, die mit LIESM berechnet wurde für unterschiedliche Szenarien bei einem Starkregenereignis mit ca. 48 mm/h</i>	99
<i>Abb. 63: Projektflyer</i>	118

Tabellenverzeichnis

<i>Tab. 1: Zusammenfassung der verwendeten Rauheiten für das Simulationsmodell</i>	17
<i>Tab. 2: Übersicht der Sitzungs- und Ortstermine</i>	18
<i>Tab. 3: Inhalte der Bodenprofil-Attributdatei zur BK50</i>	33
<i>Tab. 4: Zuordnung der Nutzungsart aus BasisDLM zu den Landnutzungsgruppen für die LISEM-Modellierung</i>	33
<i>Tab. 5: Gruppierung von Feldfrüchten aus der Agrarstatistik von 2016 mit vergleichbarer Wirkung auf das Erosions- und Abflussgeschehen zu vereinfachenden Feldfruchtgruppen</i>	35
<i>Tab. 6: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (nach LUBW 2016, S. 28)</i>	47
<i>Tab. 7: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (nach LUBW 2016, S. 28)</i>	48
<i>Tab. 8: Risikobereiche</i>	55
<i>Tab. 9: Risikoobjekte</i>	65
<i>Tab. 10: Statistische Analyse der Altlastverdachtsflächen</i>	71
<i>Tab. 11: Wertebereiche und zugeordnete Bewertungsklassen der Gefährdungsbeurteilung</i> ...	74
<i>Tab. 12: LISEM-Eingabekarten und deren Quellen (verändert nach University of Twente 2018, S. 96 ff.):</i>	115
<i>Tab. 13: Verteilung der vereinfachenden Feldfruchtgruppen auf die modellierten Kommunen und Teileinzugsgebiete (Mais = Silomais, Körnermais, CornCopMix, Kartoffel, Gartenbauerzeugnisse; Zuckerrübe = Zuckerrübe, Handelsgewächse außer Winterraps; Sommergetreide = Sommerweizen, Sommergerste, Hafer; Wintergetreide = Winterweizen, Wintergerste, Roggen, Triticale, Winterraps, Pflanzen zur Grünernte, Brache)</i>	117

Abkürzungen

ABAG	Allgemeine Bodenabtragsgleichung
ALKIS	Amtliche Liegenschaftskatasterinformationssystem
AMEWAM	Agricultural measures for water management and their integration into spatial planning
AUS	Außergewöhnliches Abflussereignis
AWGN	Amtliches Digitales Wasserwirtschaftliches Gewässernetz
BauGB	Bau Gesetzbuch
BBodSchG	Gesetz zum Schutz vor schädlichen Bodenveränderungen und zur Sanierung von Altlasten (Bundesbodenschutzgesetz)
BGS	Bodenkundliche Gesellschaft der Schweiz
BGR	Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe
BiodivStärkG	Biodiversitätsstärkungsgesetz
BK	Bodenkarte
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BodSchV	Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau e.V.
DBG	Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DGM	Digitales Geländemodell
DWA	Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
EroL	Erosionsereignisse durch Starkregen im Markgräfler Land
EXT	Extremes Abflussereignis
ErosionsSchV	Erosionsschutzverordnung
FG	Fließgeschwindigkeit
FLIWAS	Flut-Information- und Warnsystem
HWGK	Hochwassergefahrenkarten
IGHK	Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte
KE	Kartiereinheit
KLIMOPASS	Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg
KliStaR	Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Außenbereichen
KLIWA	Klimaveränderung und Wasserwirtschaft
KOSTRA	Koordinierte Starkregen-Regionalisierungs-Auswertungen
LBO	Landesbauordnung
LISEM	Limburg Soil and Erosion Model
LGRB	Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau aus Freiburg
LUBW	Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg
OAK	Oberflächenabflusskennwert
ÖKVO	Ökokonto-Verordnung
PtJ	Projekträger Jülich
RETC	Retention-Curve program for unsaturated soils
RP	Regierungspräsidium
SEL	Seltenes Abflussereignis
SRGK	Starkregengefahrenkarte
StaLa BW	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg
SWR	Südwest Rundfunk
TK	Topographische Karte
TUK	Topographische Übersichtskarte
UA	Überflutungsausdehnung
UT	Überflutungstiefe
V	Verschlämmt
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1. Zusammenfassung

Die stark landwirtschaftlich geprägten Kommunen im Landkreis Lörrach, zwischen Weil am Rhein im Süden und Schliengen im Norden, waren in den vergangenen Jahren immer wieder von großen Erosionsereignissen bei Starkregen betroffen. Diese waren zumeist mit hohen Schäden verbunden. Um mit Starkregenereignissen besser umgehen zu können, sollten mit Hilfe des Leuchtturmprojekts EroL die Gefahr von großflächigen Erosionsereignissen untersucht werden.

Das kommunikative und von großer Öffentlichkeitsarbeit geprägte Projekt verlief insgesamt über drei Jahre und war dabei in drei Phasen eingeteilt. Im Rahmen einer Gefährdungsanalyse in Phase 1 wurden zunächst Erosions- und Starkregengefahrenkarten für die betroffenen Gemeinden erstellt, die bei Workshops mit unterschiedlichen Akteuren aus Bürgermeister*innen, Fachbehörden, Landwirtschaft sowie Katastrophenschutz vorgestellt und validiert wurden.

In der anschließenden Risikoanalyse wurden auf Basis der erstellten Gefahrenkarten Bereiche und Objekte, wie z. B. Kindergärten und Seniorenheime, in den Kommunen identifiziert, die bei Starkregen durch Überflutung, Erosion und abgelagertem Bodenmaterial besonders betroffen sind. Auch diese Risikobereiche und -objekte wurden im Rahmen von Workshops vorgestellt, ergänzt und validiert. Der Schwerpunkt bei EroL lag dabei auf den Außenbereichen, im speziellen auf den Ackerflächen, die erosionsgefährdet sind und zum einen zu hohem Bodenverlust auf den Ackerflächen selbst und zum anderen deren Wasserabfluss und Schlammablagerungen auf den angrenzenden Wegen und Straßen sowie in den Siedlungsgebieten immer wieder hohe Schäden führen. Für exemplarisch ausgewählte Risikoobjekte wurden Risikosteckbriefe mit Maßnahmenvorschlägen erstellt und die Ergebnisse der Risikoanalyse in Risikokarten dargestellt.

Als Leuchtturmprojekt konnten die Synergien der normalerweise separierten Handlungsfelder „Bodenerosion“ und „Starkregenrisikomanagement“ optimal genutzt und integriert dargestellt werden. In der letzten und entscheidenden Phase von EroL wurden auf Grundlage der Gefahren- und Risikokarten Vorsorgemaßnahmen mit allen beteiligten Akteuren gemeinsam erarbeitet und in Handlungskonzepten den beteiligten Städten und Gemeinden jeweils bereitgestellt.

2. Einführung

2.1 Hintergrund

Die Vorbergzone des Schwarzwaldes östlich des Rheins im Norden von Basel ist aufgrund ihrer topografischen und geologischen Gegebenheiten in Verbindung mit der Landnutzung stark erosionsgefährdet. So fanden im Landkreis Lörrach in den vergangenen Jahren immer wieder große Erosionsereignisse bei Starkregen statt. Dadurch ergaben sich neben dem erheblichen Bodenverlust, auch akute Probleme durch Sediment- und Stoffeinträge in Oberflächengewässer sowie durch Gebäude- und Infrastrukturschäden. Gerade erst im Mai und Juli 2018 verursachten Starkregenereignisse im Landkreis Lörrach Erosionsschäden auf den Ackerflächen und Straßen (siehe Abb. 1 und Abb. 2).



Abb. 1: Erosionsschäden auf Acker in Schallbach im Mai 2018 (Foto: Patrick Blau)



Abb. 2: Abgelagertes Bodenmaterial auf Feldweg in Schallbach im Mai 2018 (Foto: Patrick Blau)

Unter Starkregenabfluss wird das insbesondere bei kurzen sommerlichen Starkregen abfließende Wasser verstanden, das wiederum große Bodenmengen mit sich führen kann. Aufgrund der hohen Niederschlagsintensitäten nutzt das Wasser dabei Wege, Straßen und Geländeeinschnitte als oberirdische Abflusswege und lässt sog. Sturzfluten entstehen. Dadurch verlieren die Böden zum einen wertvolles Wasserretentionspotenzial und zum anderen kommt es wiederum zu Überflutungen des umliegenden Geländes, die schwere Schäden an Gebäuden und Infrastruktur verursachen können. Dies ist vor allem durch Öffnungen in Gebäude eindringendes Wasser und dadurch verursachte direkte oder indirekte Beeinträchtigung der Bausubstanz und der Einrichtungsgegenstände gegeben. Die Sturzfluten transportieren außerdem Treibgut (z. B. Holz, Boden, Geröll), das sich u. a. an Verdolungseinläufen, Verrohrungen oder Brücken ansammelt und so einen Rückstau entstehen lässt.

Im Rahmen des Klimawandels wird erwartet, dass die Extremsituationen und somit auch die Starkregen- und Erosionsereignisse zunehmen (z.B. KLIWA 2003, KLIWA 2006, KLIWA 2009a, KLIWA 2009b). Besonders auch die Kombination von Trockenphasen mit anschließenden konvektiven Niederschlägen erzeugen extreme Abflüsse mit hohen Bodenabträgen (z.B. KAMP et al. 2008).

Aufgrund der geringen Vorwarnzeiten und Ausdehnung von Starkregen- und Erosionsereignissen sowie das geringe Risikobewusstsein der Kommunen und Bevölkerung ist die Umsetzung von Vorsorgemaßnahmen erschwert. Aber viele lokale Starkregenereignisse in den letzten Jahren (z. B. Glemsgebiet 2010, Bretten 2015, Braunsbach 2016, Landkreis Lörrach 2016 und 2018) haben bewusst gemacht, dass es auch abseits von fließenden Gewässern zu Überflutungen und

Erosionsprozessen mit enormen Schäden kommen kann.

In vielen deutschen Bundesländern gibt es bereits Vorgehensmodelle oder Leitfäden zum Thema Starkregen, diese fokussieren sich jedoch bisher auf klares Wasser ohne Bodenmaterial, sowohl was die Modellabbildung als auch die Schadensbetrachtung angeht. Zudem konzentriert sich die bisherige Betrachtung im Starkregenrisikomanagementprozess vor allem auf die Ortslagen. Dies ist insoweit verständlich, da ein großer Anteil der Schäden dort besonders offensichtlich auftritt. Die großflächigen und eher langfristigen Schäden durch Bodenverlust oder Akkumulation werden bisher eher noch vernachlässigt. In vielen Regionen ist das Thema Erosion und die dazugehörigen Akkumulationen allerdings für die Schadensbilder dominierend, dies umfasst dann auch die Siedlungsbereiche, insbesondere im Übergangsbereich zur landwirtschaftlichen Nutzfläche. Denn in vielen Fällen sind es die Sediment- und Geröllablagerungen aus den Außenbereichen, die die Schäden im Siedlungsgebiet verursachen.

Vorgehensmodelle zum Umgang mit der Bodenerosion sind bisher nicht verfügbar, so dass hier ein deutlicher Entwicklungsbedarf besteht. Es gibt zwar in Baden-Württemberg das „Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion“ (LUBW 2011), in dem es vorrangig um die Untersuchung einzelner erosionsgefährdender Flächen geht, jedoch kein analoges Vorgehen zum Starkregen Leitfaden darstellt.

Im aktuellen Leitfaden Prozess wird die Bodenerosion inzwischen zwar berücksichtigt, die landesweiten Daten, die hierfür zur Verfügung gestellt werden, sind jedoch von der Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung abgeleitet, die das statistische, mittlere, jährliche Erosionsrisiko angeben ohne jedoch dabei die Anbaukulturen oder Maßnahmen zu berücksichtigen (LUBW 2016, LUBW 2018). Das Risiko bezüglich Erosion variiert allerdings erheblich in Abhängigkeit von der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung, dies erschwert eine allgemeingültige Betrachtung. Durch eine Verschiebung zu anderen Anbaukulturen (insb. Mais) wurden so in der jüngeren Vergangenheit die Probleme in einigen Regionen erheblich verschärft. Ohne eine Betrachtung der Anbaukulturen und auch der Bodenbewirtschaftungsform ist eine Aussage zur Erosionsgefährdung kaum sinnvoll möglich bzw. deckt sich nicht mit der aktuell beobachteten Problematik. Unspezifische, die Bewirtschaftung nicht berücksichtigende Modellaussagen haben daher geringe Akzeptanz und lassen auch keine Aussage zu Maßnahmen und deren Wirksamkeit zu.

Das Leuchtturmprojekt "EroL" wird von 2018 – 2020 im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an die Folgen des Klimawandels (DAS) durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU) gefördert (Förderkennzeichen 03DAS111).

2.2 Aufgabenstellung, Ziel und Vorgehen

Für die Untersuchung ergaben sich aus den lokalen Problemen und Vordiskussionen folgende Fragen:

Gibt es mögliche Synergien zwischen den bereits erprobten Starkregenrisikomanagementprozessen und einem vergleichbaren Prozess für die Bodenerosionsproblematik? Welche Teile der Vorgehensweise, insbesondere des Managementprozesses, können für die Bodenerosionsmethodik übernommen und angepasst werden?

Liefere Modelle zur Bodenerosion und zur Starkregenhydraulik untereinander stimmige Ergebnisse? In welchen Teilbereichen liefern die eingesetzten Modelle Mehrwerte oder sind evtl. beide Themen mit einem Modell abzuarbeiten?

Welche Szenarien kann man bei der Bodenerosion in der Risikoanalyse und in den Handlungsmaßnahmen einsetzen bzw. kann man die Anzahl der Szenarien auf eine für die tägliche Arbeit verwertbare Anzahl reduzieren?

Ziel ist zum einen, dass die Synergien der häufig separierten Handlungsfelder „Bodenerosion“ und "Starkregenrisikomanagement" optimal genutzt und integriert dargestellt werden sollen. Zum anderen sollen die 12 beteiligten Kommunen im Landkreis Lörrach bei der Anpassung an den Klimawandel mit Handlungsempfehlungen unterstützt sowie Handlungshinweise für Regionen mit vergleichbaren Risiken und Problemen gegeben werden.

Das Projekt ist dabei in folgende Phasen eingeteilt (Abb. 3):

- Gefährdungsanalyse (Phase 1)
- Risikoanalyse (Phase 2)
- Handlungskonzept (Phase 3)

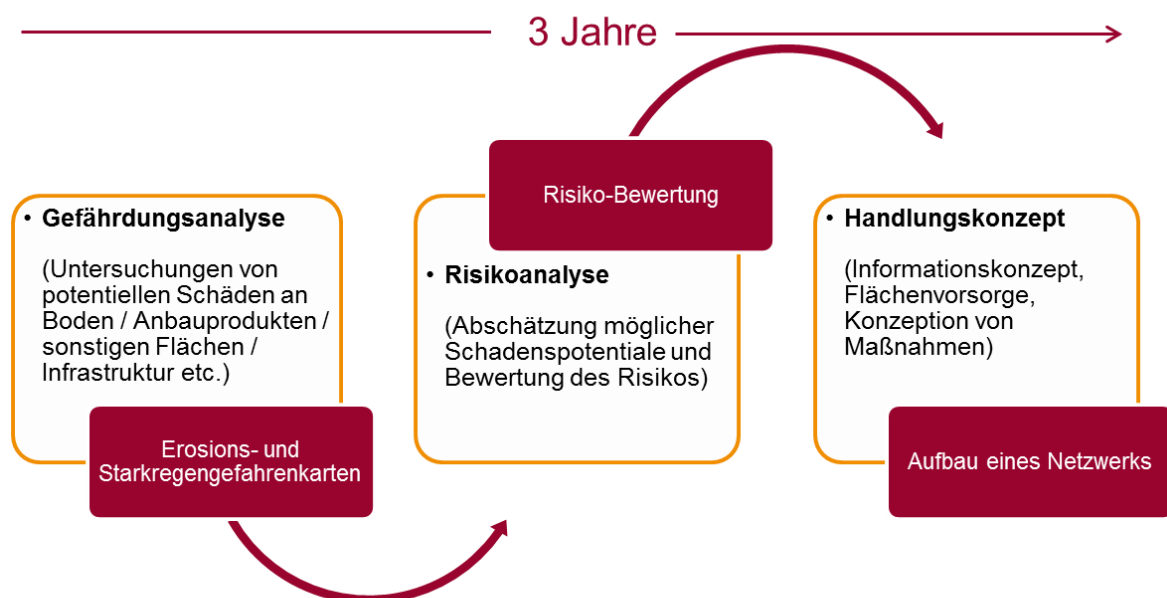


Abb. 3: Projektablauf Erol

Das detaillierte Vorgehen mit den Arbeitsschritten innerhalb der drei Phase ist in der folgenden Abbildung zusammengefasst.

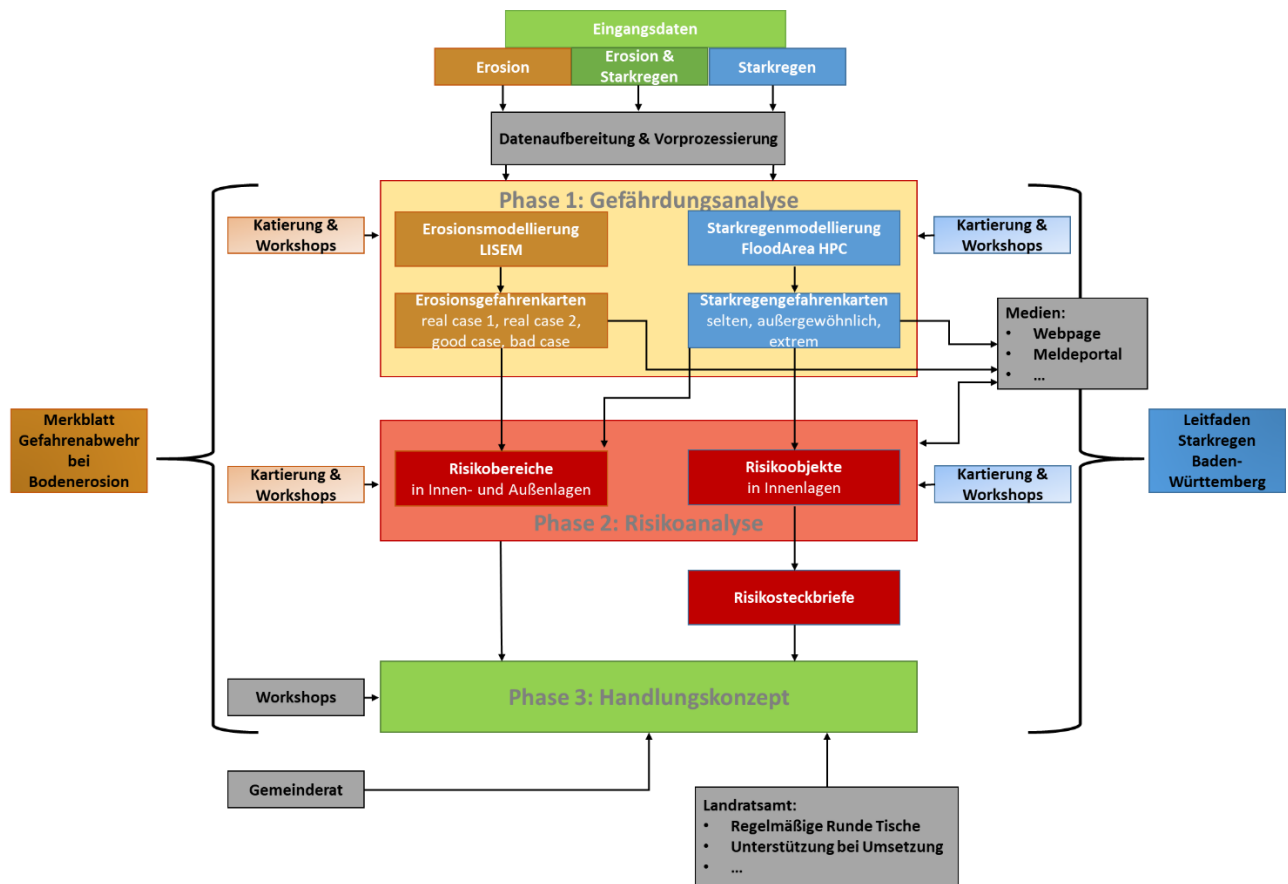


Abb. 4: Arbeitsschritte in den drei EroL-Phasen

2.3 Bearbeitungsgebiet

Bei der Erstellung der Erosions- und Starkregengefahrenkarten wird unterschieden in Projektgebiet (rote Linie in Abb. 5) und Simulationsgebiet (lila Linie in Abb. 5). Letzteres umfasst eine Größe von ca. 303 km². Da für die Modellierung zusammenhängende Teileinzugsgebiete vorliegen müssen, wurde das Simulationsgebiet teilweise um außerhalb der Kommunalfäche liegende Einzugsgebietsanteile erweitert. Basis waren hierfür die Einzugsgebiete des Landesamts für Geoinformation und Landentwicklung Baden- Württemberg (LGL 2016). Das Simulationsgebiet beinhaltet außerdem eine ca. 2 km² Fläche in der Schweiz.

Das eigentliche Projektgebiet ist ca. 243 km² groß, auf das die Abgabedaten dann zugeschnitten wurden. Im Landkreis Lörrach sind das die Gemeindegrenzen der an EroL beteiligten 12 Kommunen (siehe Abb. 5).

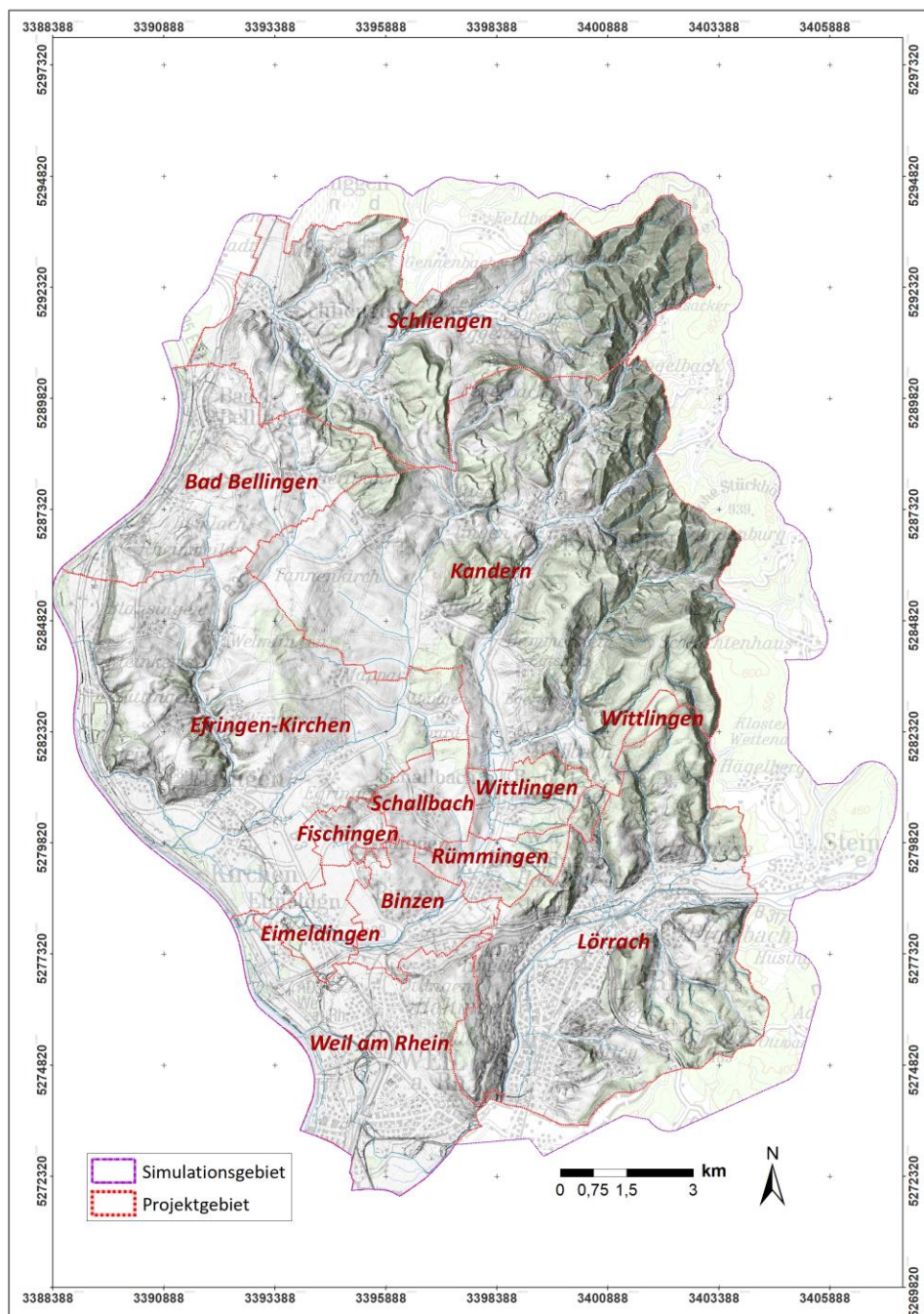


Abb. 5: Übersicht über das Simulations- und Projektgebiet

2.4 Datengrundlage

Für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten werden folgende Grundlagendaten verwendet:

- die landesweiten Laserscan-Daten des Geländemodells in 1-m-Auflösung (HydTERRAIN, Stand 2017),
- die Oberflächenabflusskennwerte (OAK) der LUBW (Auflösung 1 x 1 Meter),
- die Landnutzung und der Gebäudebestand aus dem Liegenschaftskataster (ALKIS) und Landnutzungsinformationen (Basis DLM).

Für die Erosionsmodellierung werden ergänzend zu den oben genannten Daten (außer die OAK-

Daten) folgende Daten benötigt:

- Bodenkarte 1:50.000 (BK50) (Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB), Stand 2015)
- Anbauumfang der Feldfrüchte auf den Ackerflächen im Projektgebiet aus der Agrarstrukturserhebung (Agrarstatistik) mit der Landwirtschaftszählung des Jahres 2016 (<http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de>)
- Niederschläge aus den KOordinierte-STarkregen-Regionalisierungs-Auswertungen (KOSTRA) des Deutschen Wetterdienstes (Junghänel et al. 2017)

Als Hilfsdatensätze z. B. zu Präsentationszwecken und zur Vorbereitung von Ortsbegehungen dienen

- Orthofotos (Stand 2016),
- Amtliches Digitales Wasserwirtschaftliches Gewässernetz (AWGN) (Stand 2017),
- „Rutschungsgebiete“ aus der Ingenieurgeologische Gefahrenhinweiskarte (IGHK50) vom LGRB (Stand 2017),
- Bodenerosion mit mittleren langjährigen Abtragsraten nach ABAG (LGRB, Stand 2018)
- Altlasten im Landkreis Lörrach (LGRB, Stand 2018)
- Topografische Karte 1:25.000 (TK25) (Stand 2006),
- Topographische Übersichtskarte 1:200.000 (TUK200) (Stand 2006)

Die OAK-Daten für das ca. 2 km² große Gebiet in der Schweiz werden mit HydroRAS erzeugt. Die Gebäude und die Landnutzung werden auf Grundlage von OpenStreetMap digitalisiert.

3. Eingesetzte Modellsoftware

3.1 Erosionsmodell OpenLISEM

Für die Erosionsmodellierung wird das physikalisch-rasterbasierte LISEM (Limburg Soil and Erosion Model), Version OpenLISEM Version 5.0 verwendet (University of Twente 2018, Jetten 2002). Physikalisch-prozessorientierte Modelle können durch ihre hohe räumliche und zeitliche Auflösung die Prozesse einzelner Starkregenereignisse wiedergeben sowie Erosions-, Transport- und Depositionsflächen in Einzugsgebieten identifizieren. Die zeitliche Auflösung im Erosionsmodell ist frei wählbar, der minimale Zeitschritt liegt bei 1 Sekunde und die maximale Zeitschrittzahl ist unbegrenzt. Dabei kann LISEM folgende hydrologische Prozesse simulieren: korrigierter Niederschlag, Interzeption, Muldenspeicherung, Infiltration (mit unterschiedlichen Ansätzen) und Wasserleitfähigkeit des Bodenprofils, Oberflächen- und Gerinneabfluss. Die Erosionsprozesse gliedern sich in

- Bodenerosion durch Niederschlag (Splash Detachment),
- Bodenerosion durch Oberflächenabfluss (Flow Detachment),
- Transportkapazität und Deposition

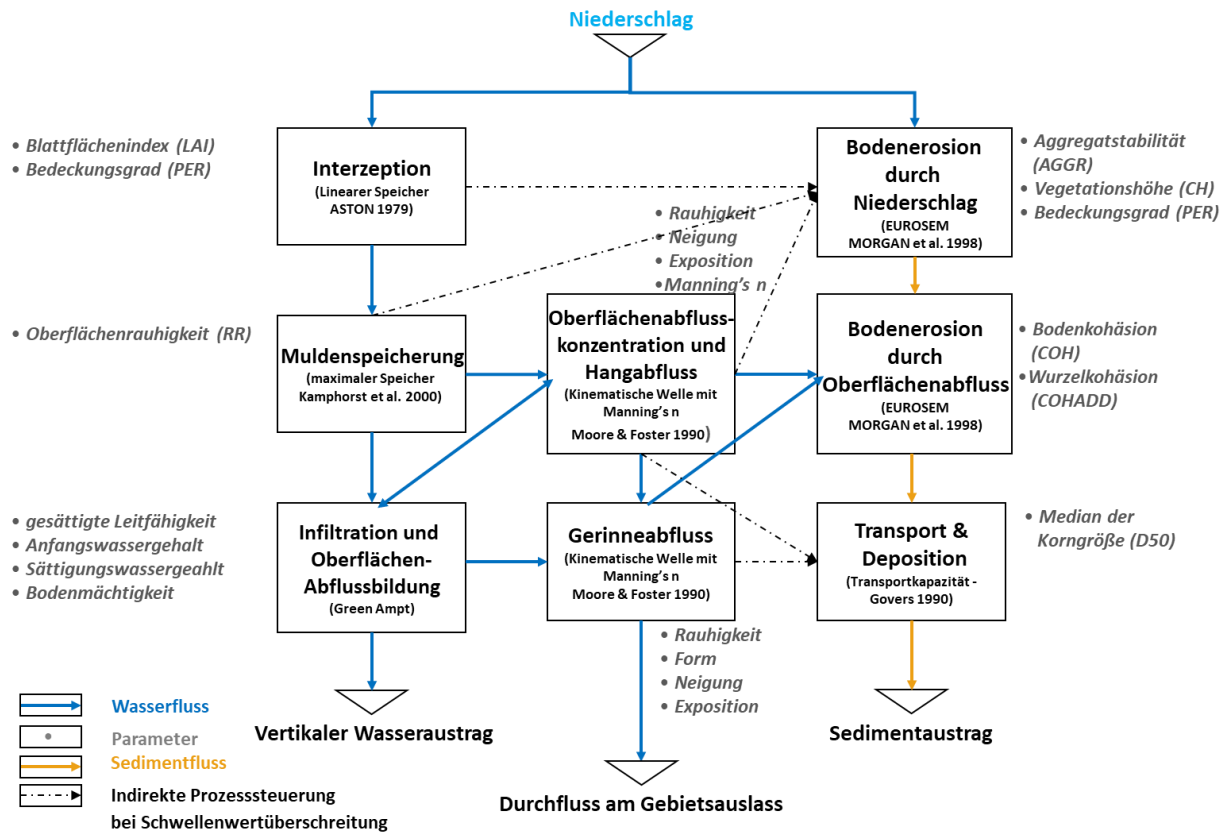


Abb. 6: Prozessablauf und benötigte Parameter in LISEM (nach Jetten 2002, veränd. HÖLZEL 2009)

LISEM, das ursprünglich für die lössgeprägte Provinz Limburg in den Niederlanden entwickelt wurde, ist bereits in zahlreichen, weltweiten Ländern angewendet und validiert worden und frei verfügbar.

LISEM wurde bereits in einem Modellvergleich im Rahmen des KLIWA-Kooperationsvorhabens von den Projektbearbeitern als am besten geeignetes Erosionsmodell ermittelt (vgl. Assmann et al. 2009). Im Folgeprojekt „Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen“ kam es dann zum Einsatz, um das gegenwärtige und zukünftige Erosionsrisiko an sensiblen Modellstandorten in Baden-Württemberg, Bayern und Rheinland-Pfalz abzuschätzen (Schipper et al. 2014). Im Teilprojekt „Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Außenbereichen (KliStaR)“ des Forschungsprogramms „Klimawandel und modellhafte Anpassung in Baden-Württemberg“ (KLIMOPASS) wurde LISEM ebenfalls eingesetzt. Hierbei wurden von geomer in Kooperation mit terra fusca ingenieure (ehemals: bodengut) und der Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt in Freiburg Umsetzungsdefizite bei der Klimaanpassung in kommunalen Außenbereichen erfasst und ein Maßnahmenkatalog für eine angepasste Bodenbewirtschaftung und Erhöhung der Infiltration bereitgestellt (Billen et al. 2017). Außerdem wurde das Erosionsmodell von den Projektbearbeitern in weiteren Projekten bereits angewendet und plausibilisiert (Interreg III AMEWAM-Projekt (Agricultural measures for water management and their integration into spatial planning): Assmann et al. 2006, Sedimentdargebot des Lippe-Einzugsgebiets – Pilotstudie Seseke: Assmann et al. 2016). Dadurch liegen Erfahrungen und Parameter-Datensätze für Baden-Württemberg vor. Dies sichert eine effektive Anwendbarkeit und zudem verfügbare Vergleichsergebnisse.

3.2 Hydraulische Modellsoftware

Für die hydraulische Berechnung zwecks Abbildung des Starkniederschlagabflusses kommt das Modell FloodAreaHPC (Version 10.3), das seit 1999 durch geomer entwickelt und vertrieben wird, zum Einsatz (Modellhandbuch unter www.floodarea.de). Neben verschiedenen Hochwassergefahrenkartenprojekten, großen Atlasprojekten (z. B. Rheinatlas, Oderatlas, Elbeatlas) und operationeller Deichbruchmodellierung wird das Modell seit 15 Jahren im Bereich Starkregen und Dezentraler Hochwasserschutz eingesetzt. Das in Baden-Württemberg als Pilot geltende Projekt an der Glems wurde ebenfalls mit FloodArea gerechnet (Assmann et al. 2012, www.starkregengefahr.de/glems).

Zur Berechnung wird das Gesamtgebiet automatisch gekachelt, der Fließübergang zwischen den einzelnen Kacheln erfolgt vollautomatisch. Die Besonderheit ist, dass hier die komplexe Hydrodynamik des Oberflächenabflusses abgebildet wird, also flächiger Abfluss sowie Rückstaueffekte etc. miterfasst werden. Dies erhöht zwar den Rechenaufwand, ermöglicht aber erst eine Ausweisung der gefährdeten Bereiche. Die Gebietsgröße und die Auflösung sind von der Modellseite nicht limitiert.

Da FloodAreaHPC eine Eigenentwicklung der geomer GmbH ist, steht das Modell immer in der aktuellsten Version und einer unbegrenzten Anzahl von Lizenzen in der höchsten Leistungsfähigkeit zur Verfügung, d. h. alle verfügbaren Rechenkerne können voll genutzt werden.

Die Rauheitswerte als ein linear in die Modellberechnung einwirkender Parameter können bei FloodAreaHPC entsprechend den für das HEC-RAS Modell verfügbaren Tabellenwerken angesetzt werden. Die verwendeten Rauheiten in ihrer flächigen Anwendung sind in den Modell-Abgabedaten (Modell-Eingangsdaten) enthalten. In folgender Tabelle sind die zusammengefassten Rauheiten (kSt-Werte) auf Basis der übergebenen Landnutzungsdaten zusammengestellt (Tab. 1).

Tab. 1: Zusammenfassung der verwendeten Rauheiten für das Simulationsmodell

Nutzung	Rauheit k_{st} [$m^{1/3}/s$]
Gehölz	3
Wald	4
Landwirtschaft	5
Wohnbaufläche, Grünland, Streuobstwiesen, Sumpf, Friedhof	20
Industrie- und Gewerbefläche	25
Fläche gemischter Nutzung, Tagebau/ Grube/ Steinbruch, Halde, Sport-, Freizeit- und Erholungsfläche	30
Fläche besonderer funktionaler Prägung	35
Unland/Vegetationslose Fläche	40
Fließgewässer und stehende Gewässer	50
Platz	60
Straßenverkehr und Wege	80

Abb. 7 zeigt einen Kartenausschnitt zur verwendeten Rauheit. Versiegelte Flächen (Straßen,

Häuser und Plätze) haben entsprechend ihrer glatten Oberfläche die geringste Rauheit und somit den höchsten kst-Wert nach Gauckler-Manning-Strickler.



Abb. 7: Kartenausschnitt zur verwendeten Rauheit im Landkreis Lörrach

4. Praktische Durchführung, Öffentlichkeitsarbeit und wissenschaftliche Kommunikation

4.1 Übersicht

Bei dem Leuchtturmprojekt EroL handelte es sich um ein sehr kommunikatives Projekt, da verschiedene Akteur*innen aus unterschiedlichen Bereichen mit unterschiedlichen Interessen am Prozess beteiligt waren. So fanden im Rahmen des Projekts mehrere Treffen, Ortsbegehungen und Workshops statt, die in der folgenden Tabelle zusammengefasst sind. Details zu einzelnen Treffen befinden sich auch in den Unterkapiteln zu den verschiedenen Phasen des Projekts.

Tab. 2: Übersicht der Sitzungs- und Ortstermine

Datum	Anlass	Ort	Beteiligte
30.01.2018	Kickoff	Lörrach	geomer, BGU
16.03.2018	1. Sitzung Begleitgremium EroL	Lörrach	geomer, terra fusca, BGU, Landratsamt, Kommunen, RP Freiburg
24.04.2018	Kartierung für Starkregensimulation	Landkreis Lörrach	geomer
25.04.2018	Kartierung für Starkregensimulation	Landkreis Lörrach	geomer, BGU
26.04.2018	Kartierung für Starkregensimulation	Landkreis Lörrach	geomer
27.04.2018	Kartierung für Starkregensimulation	Landkreis Lörrach	geomer
03.05.2018	Kartierung für Starkregensimulation	Landkreis Lörrach	geomer
17.05.2018	Dokumentation Starkregenereignis	Schallbach, Efringen-Kirchen, Binzen	BGU, terra fusca
19.06.2018	Erosionskartierung	Landkreis Lörrach	geomer, terra fusca
22.07.2018	Dokumentation Starkregenereignis	Kandern	BGU

10.09.2018	Validierungsworkshop Starkregenkarten	Lörrach	geomer, BGU, Landratsamt, Kommunen
11.09.2018	Validierungsworkshop Starkregenkarten	Efringen-Kirchen, Binzen	geomer, BGU, terra fusca, Landratsamt, Kommunen
24.01.2019	2. Sitzung Begleitgremium EroL	Lörrach	geomer, BGU, terra fusca, Landratsamt, Kommunen, RP Freiburg
13.03.2019	Validierungsworkshop Erosionskarten	Lörrach	geomer, BGU, terra fusca, Landratsamt, Kommunen
14.03.2019	Validierungsworkshop Erosionskarten	Efringen-Kirchen, Binzen	geomer, BGU, terra fusca, Landratsamt, Kommunen
01.07.2019	Risikoanalyse Workshop	Efringen-Kirchen, Binzen	geomer, BGU, terra fusca, Landratsamt, Kommunen
02.07.2019	Risikoanalyse Workshop	Lörrach	geomer, BGU, terra fusca, Landratsamt, Kommunen
26./27.08.2019	DGB Jahrestagung (Posterpräsentation)	Bern	geomer
24.09.2019	Steckbriefe	Landkreis Lörrach	geomer
25.09.2019	Steckbriefe	Landkreis Lörrach	geomer
26.09.2019	Steckbriefe	Landkreis Lörrach	geomer, BGU
28.10.2019	Kartierung Risikobereiche	Landkreis Lörrach	geomer, terrafusca
28.10.2019	Infoveranstaltung Landwirte	Schallbach	geomer, terrafusca, BGU, Landratsamt Lörrach, Landwirte, Kommunen
29.10.2019	Kartierung Risikobereiche	Landkreis Lörrach	geomer, terrafusca
06.11.2019	Besprechung weiteres Vorgehen und Zusatz Risikoanalyse Altablagerungen	Lörrach	geomer, terrafusca, Landratsamt
29.01.2020	Kartierung Risikobereiche	Landkreis Lörrach	geomer, terrafusca
30.01.2020	3. Begleitgremium	Lörrach	geomer, terrafusca, BGU, Landratsamt, Kommunen
14.07.2020	Handlungskonzept Besprechung Schallbach	Schallbach	geomer, BM Gräßlin, Hr. Moser
08.09.2020	BOS Workshop	Lörrach	geomer, Kommunen, Polizei, Feuerwehr
24.09.2020	Gespräch RP Förderfähigkeit	Freiburg	geomer, Landratsamt
21.01.2021	Abschlussbegleitgremium	online	geomer, terrafusca, BGU, Landratsamt, Kommunen, RP Freiburg, Presse
10.03.2021	Vorstellung Projektabschluss EroL im Umweltausschuss Landkreis Lörrach	online	Landratsamt

Neben den Veranstaltungen und Ortsterminen wurde weitere Öffentlichkeitsarbeit betrieben. Die Schwerpunkte der Öffentlichkeitsarbeit waren:

- Begleitgremien
- Projekt-Flyer
- Infoveranstaltung für die Landwirte mit Pressbeteiligung
- diverse Pressemitteilungen
- Storymap und Meldeportal des Landkreis Lörrach
- Imagefilm (veröffentlicht auf der EroL-Homepage)
- Abschlussbegleitgremium mit Pressebeteiligung
- Radiobericht über EroL bei SWR 4 am 21.01.2021 um 16:00 Uhr
- Infobroschüren für Bürger*innen und Bauleitplanung

4.2 Projektinitialisierung

Zur Projektinitialisierung wurden ein Kickoff am 30. Januar 2018 und das erste Begleitgremium am 16. März 2018 im Landratsamt Lörrach durchgeführt, bei denen über das Vorgehen des Projekts informiert wurde (siehe *Abb. 8*). Intention des Kickoffs war, die Details und konkretisierte Terminplanung zum weiteren Vorgehen und zur Einbindung der relevanten Akteur*innen in dem Vorhaben mit den Vertretern aller beteiligten Kommunen abzustimmen.



Abb. 8: Kickoff und 1. Begleitgremiumstreffen im Landratsamt Lörrach

Beim ersten Begleitgremiumstreffen wurde auch der Entwurf des Projektflyers präsentiert, der im Anschluss fertiggestellt und u. a. in den Rathäusern der beteiligten Kommunen, im Landratsamt und bei der Jahrestagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft ausgelegt wurde (siehe *Abb. 63*, im Anhang).

Für das PtJ-Vernetzungstreffen im Juni 2018 in Berlin wurde das Projekt durch das Landratsamt Lörrach mit einem Poster vorgestellt (siehe *Abb. 9*).

Leuchtturmprojekt EroL



Erosionsereignisse durch Starkregen im MarkgräflerLand

Erosions- und Starkregengefahrenkarten sowie Handlungsempfehlungen für betroffene Gemeinden in der Vorbergzone des Schwarzwaldes

EINLEITUNG

Im Landkreis Lörrach fanden in den vergangenen Jahren immer wieder größere Erosionsereignisse im Zusammenhang mit Starkregen statt. Vor allem die sogenannte Vorbergzone des Schwarzwaldes ist hinsichtlich ihrer topografischen und geologischen Gegebenheiten in Verbindung mit der Landnutzung potenziell stark gefährdet.

PROJEKTABLAUF 2018 – 2021



ZIEL

Als Leuchtturmprojekt soll "EroL" den Landkreis bei der Anpassung an den Klimawandel maßgeblich unterstützen. Ziel des Projekts ist der Schutz von Bevölkerung und Infrastruktur vor Erosionsschäden durch Starkregen.

GEFAHRENKARTEN

Im ersten Schritt werden Gefährdungsanalysen durchgeführt und Erosions- und Starkregengefahrenkarten erstellt. Diese werden in einem GeoPortal bereitgestellt und an begleitenden Informationsveranstaltungen erläutert.

RISIKO-STECKBRIEFE

Auf Basis der Gefahrenkarten wird im nächsten Schritt eine Risikoanalyse durchgeführt. Dabei werden die Bereiche in den Gemeinden identifiziert, die bei Starkregenereignissen durch Überflutung, Erosion oder Sedimentation gekennzeichnet sind. Die lokalisierten Problemstellen sollen in Workshops mit allen beteiligten Akteuren vorgestellt und Lösungsansätze diskutiert werden. In Risiko-Steckbriefen werden die gefährdeten Objekte und Bereiche zusammengestellt.

HANDLUNGSKONZEPT

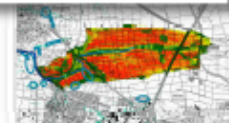
Mit Hilfe der Gefahrenkarten und der Risikoanalyse werden schließlich Maßnahmen für die folgenden Bereiche abgeleitet:

- Straßen
- Land- und Forstwirtschaft
- Naturschutz
- Wasserhaushalt

Die Erstellung des Handlungskonzepts erfolgt dabei in Absprache mit dem aufgebauten Netzwerk aus kommunalen Fachämtern, Land- und Forstwirtschaft, betroffenen Bürgern, Fachplanern

sowie den Rettungs- und Einsatzkräften des Katastrophenschutzes.

Nach Ende der Projektlaufzeit wird der Landkreis gemeinsam mit den Gemeinden weiter an der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen arbeiten. Übertragbar sind die Ergebnisse des Projekts auf vergleichbare Gebiete innerhalb des Landkreises, aber auch entlang der gesamten Rheinebene.



Inga Metz
Landkreis Lörrach
Fachbereich Umwelt

Telefon: 07821 410-3369
E-Mail: inga.metz@loerrach-landkreis.de

www.loerrach-landkreis.de/erol

Dr. André Assmann
Fachbereich Umwelt
Telefon: 07821 86098-41
E-Mail: andreas@geomer.de

Partnerorganisationen
Landkreis Lörrach
2018 - 2021

Abb. 9: Posterpräsentation beim Vernetzungstreffen im Juni 2018

4.3 Weitere Begleitgremientreffen, Workshops und Ortsbegehungen

Am 24. Januar 2019 und am 30. Januar 2020 fanden weitere Begleitgremientreffen beim Landratsamt Lörrach statt, bei denen über den aktuellen Stand und das weitere Vorgehen des Projekts berichtet wurde.

Zur Validierung der Gefahrenkarten, zur Kartierung der Risikobereiche und -objekte fanden diverse Ortsbegehungen statt. Eine Übersicht kann Tab. 2 entnommen werden. Weitere Details sind in den Kapiteln 5.1.1, 6.2.1 und 6.2.2 dargestellt.

Validierungsworkshops zu den erstellten Gefahrenkarten bei der Gefährdungs- und Risikoanalyse fanden am 10./11. September 2018, 13./14. März 2019 und am 1./2. Juli 2019 statt. Details hierzu sind in den Kapiteln 5.1.1 und 6.2.1 zu finden.

Die Workshops zur Erstellung der Handlungskonzepte für die Kommunen wurde in zwei Teile aufgeteilt. Zunächst sollten alle Kapitel, mit Ausnahme Kapitel „Krisenmanagement“ bearbeitet werden. Dieser Workshop wurde aufgrund der Corona-Pandemie durch eine kommentierte Präsentation mit detaillierter Anleitung ersetzt, die den Kommunen im Mai 2020 zur Verfügung gestellt wurden. Die Kommunen hatten dann bis Ende Juli 2020 Zeit das Handlungskonzept zu bearbeiten. Im Anschluss fand eine Einarbeitungsphase durch Geomer statt. Der zweite Workshop zum Thema „Krisenmanagement“ für Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben (BOS) fand schließlich am 8. September 2020 beim Landratsamt Lörrach statt (siehe Abb. 10). Weitere Details sind im Kapitel 7 zu finden.



Abb. 10: BOS-Workshop am 8. September 2020 im Landratsamt Lörrach

Das Abschlussbegleitgremium fand aufgrund der Corona-Pandemie online am 21. Januar 2021 statt (siehe Abb. 11). Hier wurden das Vorgehen und die Ergebnisse von EroL vorgestellt. Die beteiligte Presse hatte die Möglichkeit Fragen zu stellen. In einem späteren Radiobeitrag wurde das Projekt auch im SWR 4 präsentiert.



Abb. 11: Abschlussbegleitgremium am 21. Januar 2021

4.4 Weitere Öffentlichkeitsarbeit

Über diverse Pressemitteilungen wurde regelmäßig vor und während der Projektlaufzeit über das Leuchtturmprojekt informiert:

- Lörracher Kreistag erhofft sich vom Projekt "EroL" Aufschluss, wie sich Schäden nach Starkregen im Landkreis besser vorbeugen lässt (22.03.2017)
- Landkreis auf gutem Weg zum Schutz vor Starkregen (16.06.2018)
- Starkregengefahrenkarten für Bürger über das Geo-Portal einsehbar (07.02.2019)
- Schutz vor Starkregen und Erosion - Informationsveranstaltung für Landwirte im Markgräflerland am Montag, 28. Oktober in Schallbach (07.10.2019)
- Erosions-Gefahrenkarten des Markgräflerlands im Internet verfügbar (03.12.2019)
- Starkregen- und Erosionsereignisse melden! - Landkreis schaltet Meldeportal online / Beitrag zur Entwicklung von Schutzmaßnahmen (05.10.2020)
- Online-Abschlussveranstaltung des Projekts EroL (13.01.2021)

Zwei Radiobeiträge sind im Rahmen von EroL im am 11. September 2018 und am 21. Januar 2021 beim SWR 4 erschienen.

Bei dem Abschlussbegleitgremiumstreffen im Januar 2021 nahmen auch drei Vertreter der Presse (Badische Zeitung, Die Oberbadische und SWR) teil.

Mehrere Zeitungsartikel wurden ebenfalls während und vor der Projektlaufzeit in der lokalen Presse veröffentlicht:

- Badische Zeitung: [Nur ein erster Schritt gegen Erosion](#) (28.03.2017)
- Weiler Zeitung: [Förderung gibt es bisher nicht](#) (19.10.2019)
- Badische Zeitung: [Nicht schutzlos gegen Starkregen](#) (05.11.2019)
- Badische Zeitung: **Mehr Schutz vor Wasser und Schlamm** (27.01.2021)
- Weiler Zeitung: [Für die Wassermassen wappnen](#) (08.03.2021)
- Badische Zeitung: [Gegen die Fluten kann man einiges tun](#) (22.04.2021)

- Badische Zeitung: [Katalog mit 17 Maßnahmen gegen Bodenerosion - Schallbach](#) (22.05.2021)

Auf der [Homepage des Fachbereichs Umwelt](#) beim Landratsamt Lörrach wird ebenfalls regelmäßig über den aktuellen Stand des Projekts berichtet. Außerdem gibt es nützliche Links zu Infos für Bürger*innen und für die Bauleitplanung (siehe Abb. 12, siehe auch Link im Quellenverzeichnis).

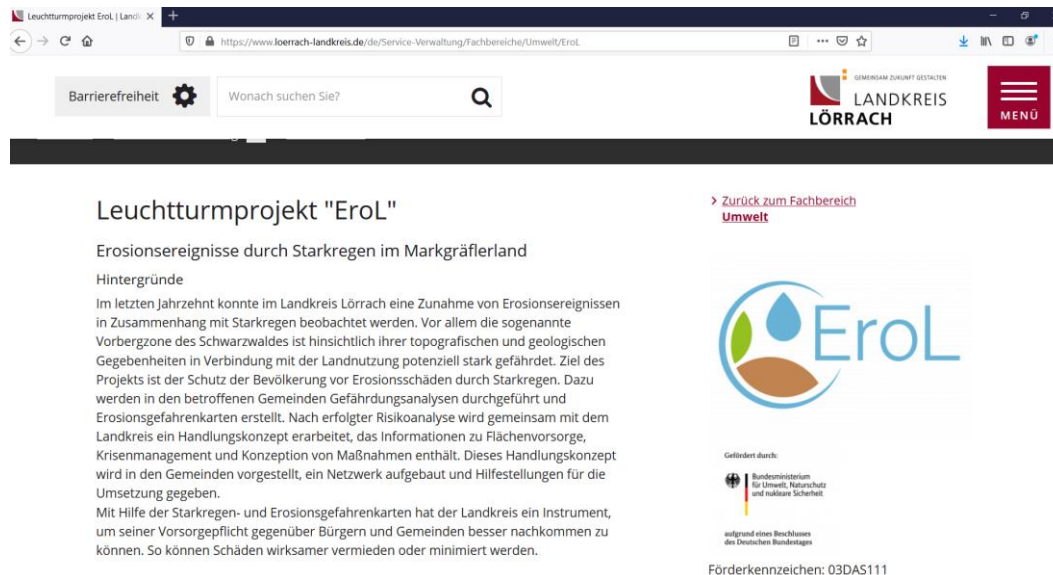


Abb. 12: EroL Homepage beim Fachbereich Umwelt, Landratsamt Lörrach

Die Infobroschüren für Bürger*innen und die Bauleitplanung wurden im Rahmen von EroL erstellt und dem Landratsamt Lörrach sowie den Kommunen für das Thema „Informationsvorsorge“ zur Verfügung gestellt und können von der o. g. [EroL-Homepage](#) heruntergeladen werden (siehe Abb. 13).



Abb. 13: Informationsbroschüren für Bürgerinnen und Bürger und für die Bauleitplanung

Zusätzlich erstellte das Landratsamt Lörrach eine [Storymap](#) zum EroL-Projekt (siehe auch Link im Quellenverzeichnis). Hier wird das Projekt allgemein beschrieben. Außerdem sind auf dieser Homepage die Erosions- und Starkregengefahrenkarten einsehbar. Über das Meldeportal können Bürgerinnen und Bürger Schäden, die im Landkreis Lörrach durch Starkregen und Erosion entstanden sind, an das Landratsamt melden, und somit einen Beitrag zur Erfassung neuer Gefahrenggebiete und zur Entwicklung von Schutzmaßnahmen leisten (siehe Abb. 14, siehe Link im Quellenverzeichnis).

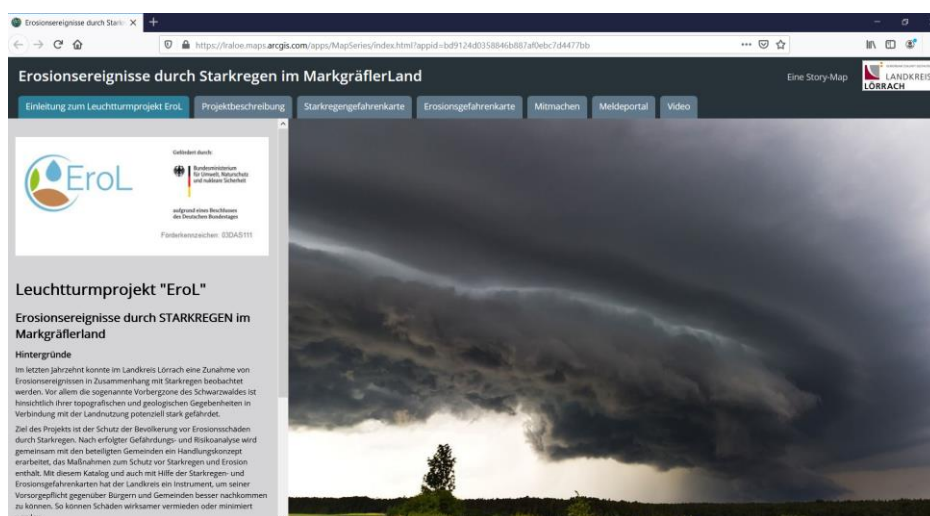


Abb. 14: EroL Storymap mit Meldeportal

Auch die an EroL beteiligten Kommunen berichten über das Projekt auf ihren Internetseiten bzw.

haben die Homepages des Landratsamts verlinkt.

Bei einer separaten Infoabendveranstaltung am 28. Oktober 2019 im Gemeindehaus Schallbach wurden Landwirte des Landkreis Lörrach über das EroL-Projekt sowie über Maßnahmenmöglichkeiten in der landwirtschaftlichen Praxis informiert und die erstellten Erosionsgefahrenkarten präsentiert (siehe Abb. 15).



Abb. 15: Infoveranstaltung für die Landwirte am 28. Oktober 2019 in Schallbach

Zum Abschluss des Leuchtturmprojekts wurde noch ein Imagefilm über EroL gedreht, der auf der EroL-Homepage veröffentlicht ist.

4.5 Wissenschaftliche Kommunikation

Als Leuchtturmprojekt hat EroL jedoch auch einen wissenschaftlichen Charakter. Neben der Öffentlichkeitsarbeit im Projektgebiet selbst, wurde EroL auch außerhalb präsentiert. So konnte durch eine Posterpräsentation in der Session „K VI Bodenschutz und Bodentechnologie – Bodenerosion“ (siehe Abb. 16) und einem dazugehörigen Abstract-Band (Abstract-Nummer P139) und im Bulletin 40 bei der Jahrestagung der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz und der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 24. bis 28. August 2019 in Bern auf das Projekt aufmerksam gemacht werden (BGS und DBG 2019, Billen et al. 2019).

Geplant war auch das Projekt bei der FLOODrisk 2020 im August 2020 in Budapest als Poster zu präsentieren. Diese wurde jedoch Corona-bedingt auf 2021 verschoben und findet nun als virtuelle Konferenz vom 21. bis 25. Juni 2021 statt (<https://floodrisk2020.net/>). Doch auch in der Online-Veranstaltung wird das Projekt als Posterpräsentation vorgestellt.



Hintergrund:

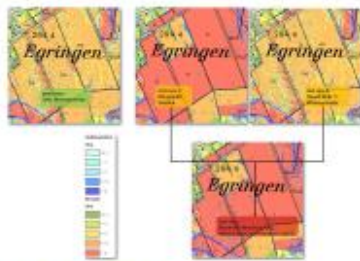
- Große Erosionsereignisse durch Starkregen im Landkreis Lörrach
- Erheblicher Boden- und Ernteverlust
- Schäden an Gebäuden und Infrastruktur
- Sediment- und Stoffeinträge in Oberflächengewässer



Ziel:

- Synergien der häufig separierten Handlungsfelder "Gefahrenabwehr Bodenerosion" [4] und "Starkregenrisikomanagement" [2] sollen optimal genutzt und integriert dargestellt werden
- Unterstützung der 12 beteiligten Kommunen im Landkreis Lörrach bei der Anpassung an den Klimawandel mit Handlungsempfehlungen

Methoden:



Gefährdungsanalyse

- Erosionsmodellierung mit physikalisch-rasterbasiertem Erosionsmodell openLISEM [1] für die Szenarien „real case 1“, „real case 2“, „good case“ und „bad case“ mit unterschiedlicher Feldfruchtverteilung auf den Ackerflächen
 - Gebietsgröße: ca. 300 km²
 - 30-jährliches mittlenbetontes Niederschlagsereignis (47 mm)
 - Rastergröße: 5 m
 - Infiltrationsansatz: Green & Ampt [2]
- Hydraulische Modellierung analog dem Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ [3] mit rasterbasiertem, hydrodynamischem Modell FloodAreaHPC [4] für die Szenarien „selten“, „außergewöhnlich“ und „extrem“
- Aufbau eines Netzwerkes und Durchführung von Workshops

Risikoanalyse & Handlungskonzept

- Ermittlung von Risikobereichen und Risikoobjekten auf Basis der Gefahrenkarten
- Validierung und Ergänzung der Problembereiche in Workshops mit allen beteiligten Akteuren
- Detaillierte Beschreibung der Risikoobjekte in Risiko-Steckbriefen
- Ableitung von Maßnahmen auf Basis der Gefahrenkarten und Risikoanalyse
- Zusammenarbeit mit dem aufgebauten Netzwerk aus kommunalen Fachämtern, Land- und Forstwirtschaft, betroffenen Bürgern, Fachplanern sowie den Rettungs- und Einsatzkräften des Katastrophenschutzes

Ergebnisse:

- Erosions- und Starkregengefahrenkarten im Maßstab 1:5000
- Veröffentlichung der Karten im GeoPortal des Landkreises
- Handlungskonzept mit Maßnahmen
- Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen durch den Landkreis in Zusammenarbeit mit den Kommunen
- Übertragbarkeit der Ergebnisse auf vergleichbare Gebiete



Literatur

- [1] geomer GmbH und RUIZ RODRIGUEZ + ZEISLER + BLANK, GbR (2017): FloodArea HPC-Desktop. Anwenderhandbuch. Heidelberg
 [2] Green, W. H. und Ampt, G. A. (1911): Studies on soil physics I. The flow of air and water through soils. In: Journal of Agr. Sci. 4, S. 1-24
 [3] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg, Karlsruhe
 [4] Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2011): Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion, Karlsruhe
 [5] University of Twente (2018): OpenLISEM. Multi-Hazard Land Surface Process Model – Documentation & User Manual, Twente

Abb. 16: Posterpräsentation bei der DBG Jahrestagung 2019 in Bern

5. Gefährdungsanalyse

5.1 Modellaufbau

5.1.1 Ortsbegehungen und Validierungsgespräche

Die Begehung und Aufnahme der wichtigsten Strukturen im gesamten Bearbeitungsgebiet ist ein für die Qualität der Ergebnisse bedeutender Punkt, ebenso muss ein allgemeiner Überblick über die Teileinzugsgebiete erlangt werden, um einen besseren Eindruck über die dominierenden Prozesse zu erhalten.

Nachdem die digital vorliegenden Informationen (Brücken, Unterführungen etc.) in das Geländemodell integriert wurden, wurden erste Modellrechnungen der Erosion mit openLISEM und der Fließwege mit FloodAreaHPC durchgeführt. Es müssen jedoch einige durch Vor-Ort-Erhebungen ergänzt werden. Es wurden besondere Leitstrukturen erfasst, die als Fließweg- und Sedimentfluss-Leitbahnen bzw. als Fließhindernisse wirken können. Entlang der sich ausprägenden Fließwege werden die relevanten Strukturen kartiert oder aus den Luftbildern entnommen. Dies sind z. B.:

- Höhe und Beschaffenheit von Mauern (Durchlässigkeit)
- Verlauf und Durchmesser von bedeutenden Rohrdurchlässen
- Einläufe in das Kanalnetz

Für den Landkreis Lörrach fanden im April 2018 an fünf Tagen Begehungen im Rahmen der Starkregen- und Erosionsmodellierung statt. Nach der Integration der Strukturen in das Geländemodell wurden weitere Rechenläufe für die Erosions- und Starkregensimulation durchgeführt (Abb. 17).

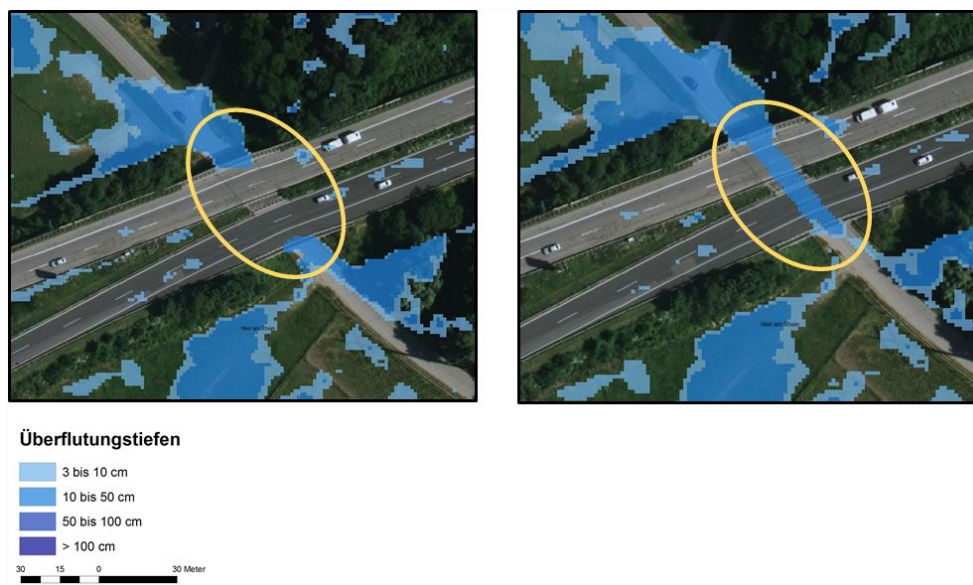


Abb. 17: Links: Vorsimulation ohne Einbau der Unterführung in die Eingangsdaten führt zu unrealistischen Aufstauen des Abflusses. Rechts: Unterführung ist eingebaut, so dass der Abfluss weiterfließen kann

Zusätzlich zu den Begehungen für die Erstellung der Erosions- und Starkregengefahrenkarten wurden an drei Tagen Starkregenereignisse dokumentiert, die am 15. Mai, 4. Juni und 15. Juli 2018 im Projektgebiet stattfanden und z. T. erhebliche Bodenerosion verursachten, u. a. in Schallbach, Efringen-Kirchen, Kandern, Binzen und Bad Bellingen (siehe Abb. 18).

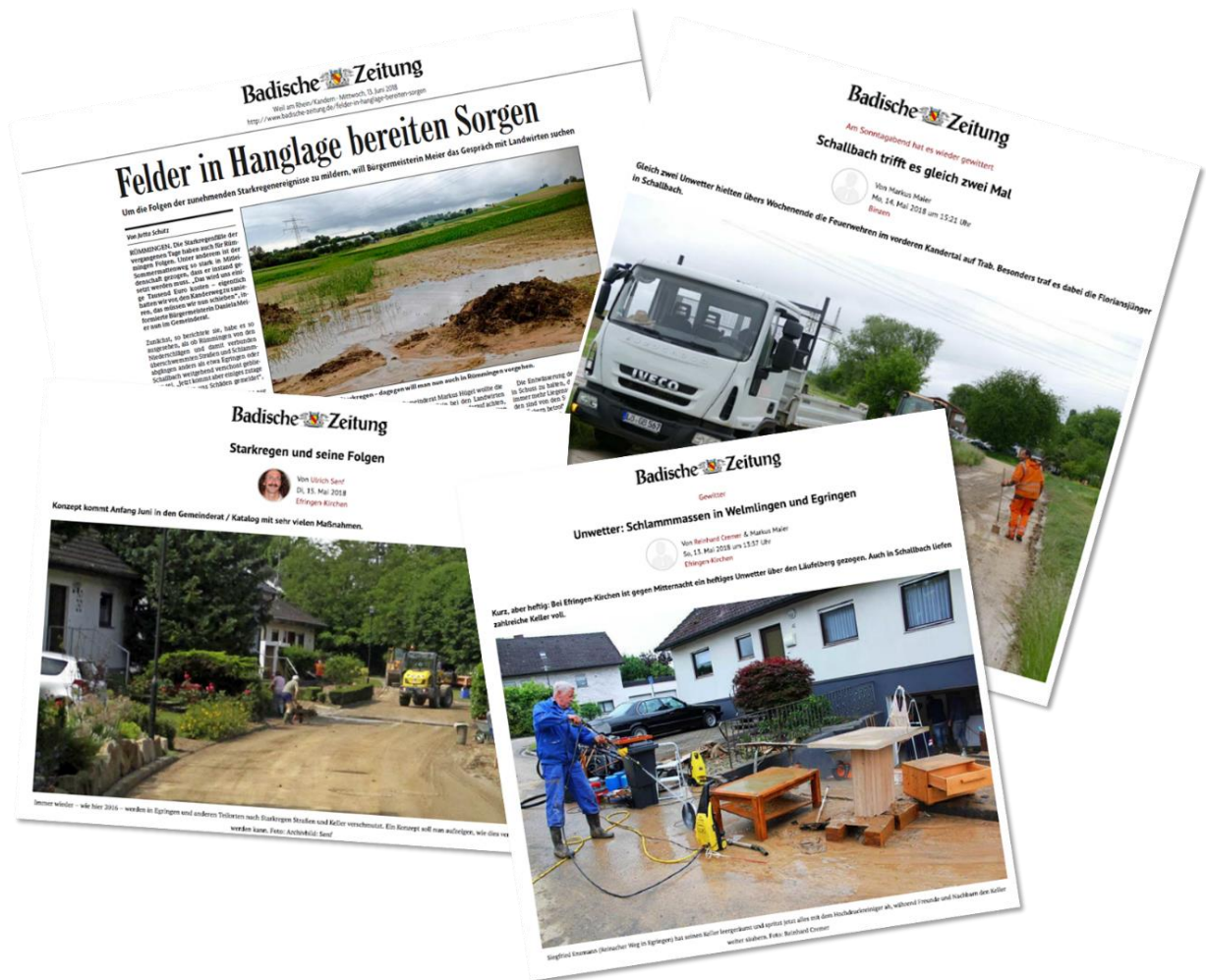


Abb. 18: Zeitungsartikel zu den Starkregenereignissen im Mai, Juni und Juli 2018 im Projektgebiet

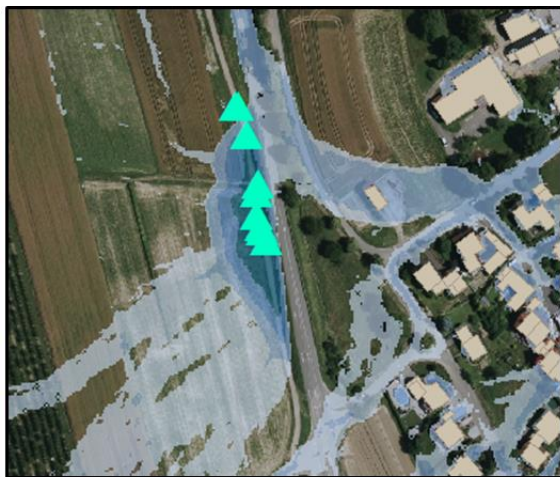
Hier konnten durch die Begehung bereits Problembereiche mit den erzeugten Erosions- und Starkregengefahrenkarten zu Validierungszwecken abgeglichen und für die spätere Risikoanalyse identifiziert werden (z. B. Egringen und Schallbach, siehe Abb. 19 und Abb. 20).



Überflutungstiefen



Abb. 19: Ereignisdokumentation Mai 2018 in Egringen, links: Überflutungstiefen mit Luftbildhintergrund, rechts: deutliche Erosionsspuren im Acker (Foto: Patrick Blau)



Überflutungstiefen



Abb. 20: Ereignisdokumentation Mai 2018 in Schallbach, links: Überflutungstiefen mit Luftbildhintergrund, rechts: Akkumulationsspuren auf dem Feldweg (Foto: Patrick Blau)

Für die Datenerfassung werden die Ergebnisse der ersten Vorsimulationen der Starkregen- und Erosionsgefahrenkarten sowie Ortsbegehungen ausgewertet, um sicherzustellen, dass in den besonders relevanten Bereichen alle wesentlichen Strukturen erfasst wurden. Problematische Stellen und weitere Rückmeldungen z. B. zu geplanten Neubaugebieten, fehlenden Gebäuden, geänderten Verkehrswegen oder Nutzungsänderungen wurden bei jeweils drei gemeinsamen Workshops zur Validierung der Starkregengefahrenkarte am 10./11.09.2018 sowie der Erosionsgefahrenkarten am 13./14.03.2019 mitgeteilt (siehe Abb. 21).



Abb. 21: Validierungsgespräche. Links: Starkregengefahrenkarte in Efringen-Kirchen am 11.09.2018. Rechts: Erosionsgefahrenkarte in Binzen am 14.03.2019

Die Rückmeldungen wurden entsprechend bearbeitet und in die Simulationsdaten (DGM, Landnutzung, Gebäude) integriert.

5.1.2 Erosionsmodellierung

Das Pre- und Postprocessing bei der Erosionsmodellierung wird unter ArcGIS durchgeführt. Die Daten werden dabei in ein Raster mit einer Auflösung von 5 x 5 m umgewandelt, da die Erosionsmodellierung im Gegensatz zum 1-Meter-Raster bei der Starkregenmodellierung im 5-Meter-Raster erfolgt. Alle Ein- und Ausgabedaten in LISEM werden im PCRaster-Format verarbeitet, das in ArcGIS bearbeitet werden kann. PCRaster ist ein ebenfalls kostenfreies Geographisches Informationssystem, das sich auf Rasterdaten konzentriert (Van Deursen und Wesseling 1992).

Als Basiskarten für die Erosionsmodellierung dienen das Digitale Geländemodell, die Nutzungs- und die Bodenkarte. Alle weiteren Eingabekarten für LISEM werden aus den Basiskarten und aus Parametertabellen erstellt. LISEM benötigt Karten zu den Themen Einzugsgebiet, Vegetation und Landnutzung, Bodenoberfläche, Erosion und Infiltration. Des Weiteren werden für die Erzeugung der Landnutzungs-, Vegetations-, Bodenoberflächen- und Erosionskarten verschiedene Parameter benötigt.

Die Parameterwerte sind teilweise monatsabhängig (z. B. Vegetationshöhe, Blattflächenindex). Sie basieren überwiegend auf Literaturwerten und beziehen sich auf den Ist-Zustand, d. h., es erfolgt keine Anpassung für die Zukunft (siehe Tab. 12 im Anhang).

5.1.2.1 Aufbereitung des Geländemodells

Während die Starkregen-Simulation mit dem 1 m Raster durchgeführt wurde, wurde für die Erosionsmodellierung das DGM in ein 5 m Raster nach der erfolgten Einarbeitung von fehlenden Strukturen (siehe Kapitel 5.1.3.1) konvertiert. Für das sog. Resampling in eine gröbere Auflösung (vom 1 m in 5 m Rasterweite) wurden folgende Anforderungen definiert (siehe Abb. 22):

1. Allgemeiner Erhalt von Verkehrs- und Gewässerstrukturen.
2. Die Durchgängigkeit von Fließhindernissen und Gewässerachsen gewährleisten.
3. Niedrigere Geländehöhen von Gewässerdurchbrüchen bei Verkehrswegen priorisieren.

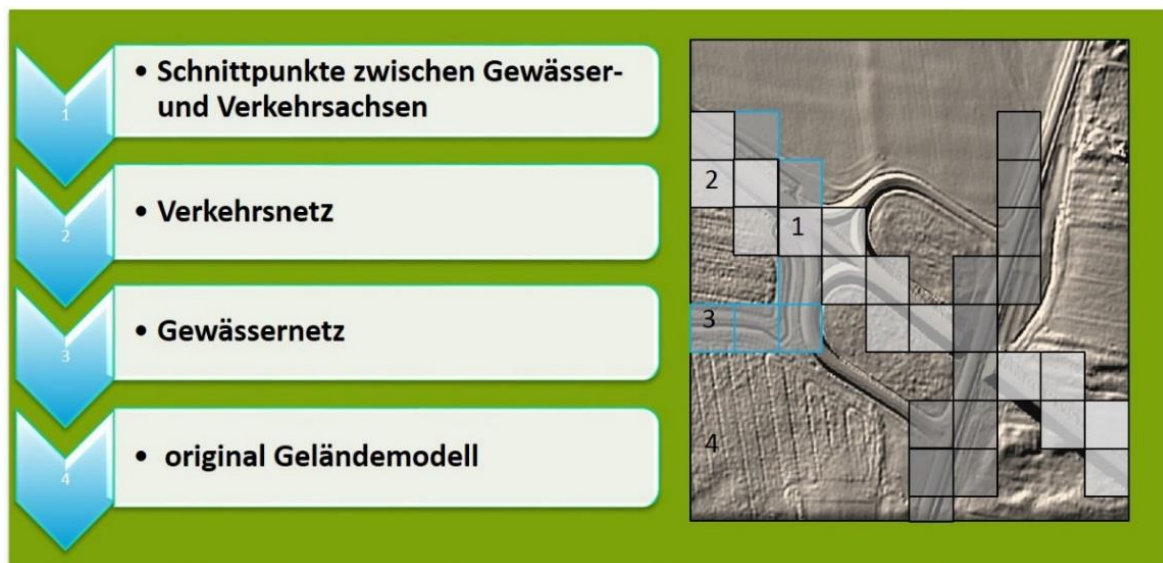


Abb. 22: Prioritäten bei der Übernahme von relevanten Geländestrukturen in Raster mit geringer Rasterweite

5.1.2.2 Aufbereitung der Bodendaten

Die Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK 50) für das Arbeitsgebiet wird vom Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau aus Freiburg zur Verfügung gestellt (LGRB). Für die Erosionsmodellierung wurde der sog. Green-Ampt-Infiltrationsansatz (Green und Ampt 1911) für zwei Bodenschichten angewandt. Hierfür sind neben der Bodenart, Bodenmächtigkeit, der Median, d.h. das 50. Perzentil (Median) und das 90. Perzentil des Korngrößendurchmessers (D50- und D90-Wert) verschiedene boden-physikalische Kennwerte (gesättigte hydraulische Leitfähigkeit, Matrixpotential an der Feuchtefront, Anfangswassergehalt, Sättigungswassergehalt) als Eingabedaten notwendig (vgl. auch Tab. 12).

Aus der Bodenkarte und der zugehörigen Attributtabelle lassen sich die Bodenparameter für die einzelnen Horizonte der generalisierten Bodenbeschreibungen von den Kartiereinheiten (KE) ableiten (siehe Tab. 3).

Für den Anfangswassergehalt (Theta i) wurde für alle Bodeneinheiten ein Wert von 0,4 angenommen, was im Mittel schluffig-lehmiger Bodenarten etwa 90 % der Feldkapazität entspricht und umgerechnet als Matrixpotential (PSI) mit einem Wert von 50 cm als weiterer Anfangswert in das LISEM-Modell eingeht. Dadurch wird bei den Modellierungen mit einer Anfangsbodenfeuchte gestartet, die in einem durchschnittlichen Frühjahr häufig angetroffen wird. Der Sättigungswassergehalt (Theta s) sowie die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit (Ksat) wurden mittels Bodenparameterprogramm RETC (RETention-Curve program for unsaturated soils) (Van Genuchten et al. 1991) berechnet.

Tab. 3: Inhalte der Bodenprofil-Attributdatei zur BK50

Kennwert	Boden- beschrei- bung (BK50)	Zielgröße	Zielgrößenermittlung
Schichttiefen	Ja (cm)	Untergrenze in cm	-
Feinboden/Textur	Ja (Kürzel)	Standard n. BGR 2005	-
Korngrößenklassen	Nein	S-, U-, T-Gehalte	Jeweils die Mittel aus den drei Korngrößenspannen
TRD	Nein	TRD in kg/dm ³	Trockenrohddichte → Pauschale Schätzwerte 1,3 kg/dm ³ f. Oberboden, 1,5 kg/dm ³ f. Unterboden
Kf-Wert	Nein	Kf-Wert in mm/h	Gesättigte Leitfähigkeit → Ausgabewert von RETC n. Mu- lem-Modell, basierend auf Anteile der S-, U-, T-Fractionen u. TRD
D50- und D90-Wert	Nein	D50- und D90-Wert	Körnungsdurchmesser (interpolier- ter) auf der Sieblinie bei 50%- bzw. 90%- Feinboden
Grobboden	Klassen	(ohne Bedeutung)	für Unterbodenhorizonte mit 100% Stein wird der Feinboden des dar- überliegenden Horizontes über- nommen
Theta r und Theta s	Nein	Theta r und Theta s	Ungesättigter und gesättigter Was- sergehalt → Ausgabewert von RETC n. van Genuchten-Modell, basierend auf Anteile der S-, U-, T- Fraktionen u. TRD

5.1.2.3 Aufbereitung der Landnutzungsdaten

Die Landnutzungsinformationen (Wald, Grünland, Siedlung, Straße, Ackerfläche usw.) wurden aus BasisDLM entnommen. Zuvor wurde das DLM mit dem Wegenetz aus dem ALKIS verschnitten, da ansonsten die unbefestigten Feldwege, die das Erosionsgeschehen beeinflussen können, unberücksichtigt bleiben. Somit entsprechen die simulierten Feldgrößen besser den realen Bewirtschaftungseinheiten, als die kleinparzelligen Flurstücke nach dem ALKIS. Eine unverändert nutzbare Kartenbasis mit den tatsächlichen Feldgrößen stand nicht zur Verfügung. Schließlich wurden den Nutzungsarten unterschiedliche LISEM-IDs zugeordnet (siehe Tab. 4).

Tab. 4: Zuordnung der Nutzungsart aus BasisDLM zu den Landnutzungsgruppen für die LISEM-Modellierung

OBJEKT_NR	Obj_Name	LISEM	LISEM_Nutz
0	Fußweg	304	Weg (unbefestigt)
0	Wirtschaftsweg	304	Weg (unbefestigt)
4100101000	Wohnbaufläche - Offen	302	Siedlung
4100200000	Industrie- und Gewerbefläche	302	Siedlung
4100201490	Gärtnerei	106	Obst

OBJEKT_NR	Obj_Name	LISEM	LISEM_Nutz
4100202530	Kraftwerk	302	Siedlung
4100202540	Umspannstation	302	Siedlung
4100202610	Kläranlage, Klärwerk	302	Siedlung
4100202620	Abfallbehandlungsanlage	302	Siedlung
4100202630	Deponie (oberirdisch)	302	Siedlung
4100601000	Wohnbaufläche - Offen	302	Siedlung
4100701000	Wohnbaufläche - Offen	302	Siedlung
4100804100	Gebäude- und Freifläche Erholung	302	Siedlung
4100804200	Freizeitanlage	102	Grünland
4100804290	Modellflugplatz	302	Siedlung
4100804320	Schwimmbad, Freibad	302	Siedlung
4100804400	Grünanlage	105	Obst
4100900000	Friedhof	105	Obst
4200102312	Verkehrsbegleitfläche Straße	102	Grünland
4200300000	Strassenachse	305	Weg (befestigt)
4200805211	Hauptwirtschaftsweg	305	Weg (befestigt)
4200805212	Wirtschaftsweg	305	Weg (befestigt)
4200900000	Platz	302	Siedlung
4200905310	Parkplatz	302	Siedlung
4200905320	Rastplatz	302	Siedlung
4201000000	Bahnverkehr	302	Siedlung
4201002322	Verkehrsbegleitfläche Bahnverkehr	102	Grünland
4300101010	Ackerland	99	Belegung zuordnen
4300101020	Grünland	102	Grünland
4300101021	Streuobstwiese	105	Obst
4300101030	Gartenland	105	Obst
4300101031	Baumschule	105	Obst
4300101040	Weingarten	106	Wein
4300101050	Obstplantage	105	Obst
4300201100	Laubholz	104	Laubwald
4300201200	Nadelholz	103	Nadelwald
4300201300	Laub- und Nadelholz	107	Mischwald
4300300000	Gehölz	109	Gehölz
4300600000	Sumpf	201	Wasser
4300701100	Öffentliche Zwecke	102	Grünland
4400600000	stehendes Gewaesser	201	Wasser
5300300000	Weg, Pfad, Steig	305	Weg (befestigt)

Die Informationen zum Anbauumfang der Feldfrüchte auf den Ackerflächen im Projektgebiet wurden aus der Agrarstrukturerhebung (Agrarstatistik) mit der Landwirtschaftszählung des Jahres 2016 übernommen (<http://www.statistik.baden-wuerttemberg.de>). Dabei wurden den Feldfrüchten vier vereinfachenden Feldfruchtgruppen zugewiesen, die das unterschiedliche Erosions- und Abflussrisiko repräsentieren (siehe Tab. 5). Anschließend fanden für die Kommunen eine anteilsgemäße Zufallsverteilung der vier Feldfruchtgruppen auf die Ackerflächen statt. Die detaillierte Differenzierung nach Kommunen befindet sich in Tab. 13 im Anhang. Für die LISEM-Modellierungen wurde abschließend die gleichmäßigste Verteilung im Projektgebiet ausgewählt.

Tab. 5: Gruppierung von Feldfrüchten aus der Agrarstatistik von 2016 mit vergleichbarer Wirkung auf das Erosions- und Abflussgeschehen zu vereinfachenden Feldfruchtgruppen

Vereinfachende Feldfruchtgruppe	Feldfrüchte aus der Agrarstatistik
Mais	Silomais Körnmais CornCopMix Kartoffel Gartenbauerzeugnisse
Zuckerrübe	Zuckerrübe Handelsgewächse außer Winterraps
Sommergetreide	Sommerweizen Sommergerste Hafer
Wintergetreide	Winterweizen Wintergerste Roggen Triticale Winterraps Pflanzen zur Grünernte Brache

Die agrarstatistischen Anbauanteile der Feldfruchtgruppen im Untersuchungsgebiet sind in Abb. 23 dargestellt.

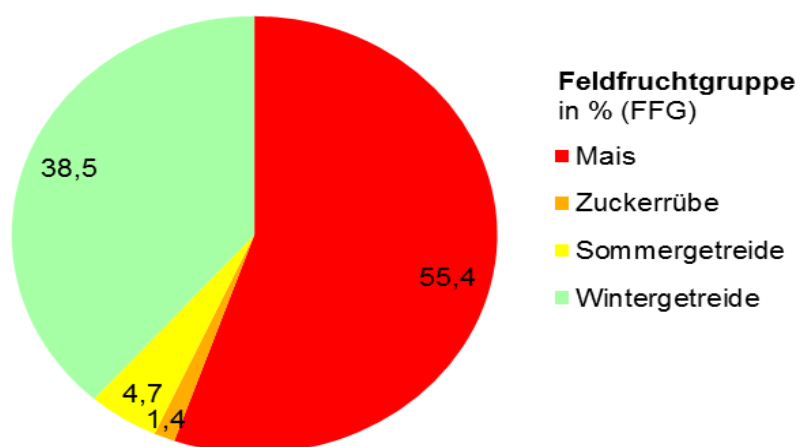


Abb. 23: Anteil der Feldfruchtgruppen am Anbauumfang aller ackerbaulichen Kulturpflanzen im EroL Projektgebiet 2016 (rot: sehr erosionsanfällig bis grün: weniger erosionsanfällig)

Die größte Feldfruchtgruppe mit rund 55 % nimmt der erosionsanfällige Maisanbau ein, gefolgt vom weniger erosionsanfälligen Wintergetreide mit 38,5 %. Sommergetreide und Zuckerrüben weisen geringere Anteile im Projektgebiet auf.

5.1.2.4 Aufbereitung der Niederschlagsdaten

Für die Erosionsmodellierung wurden die sog. KOSTRA-Daten verwendet (Junghänel et al. 2017). Diese enthalten punktuell ermittelte Starkniederschlagshöhen in Abhängigkeit von verschiedenen Dauerstufen (D) und Wiederkehrzeiten (T) (Jährlichkeiten) in mm. Für den Landkreis Lörrach wird das Raster für Baden-Württemberg mit Niederschlagshöhen für die Dauerstufe (D) von 60 Minuten bei einer 30-jährlichen Wiederkehrzeit (T) jeweils im sechs Minuten Intervall verwendet. Das Simulationsgebiet wird von sieben KOSTRA-Stationen abgedeckt. Die zeitliche Verteilung der verwendeten Niederschlagssummen wird schließlich über den Verlauf eines mittelbetonten Niederschlages durch die Niederschlagsintensität (mm/h) dargestellt (siehe Abb. 24). Die Niederschlagsverteilung wird auf eine Niederschlagsganglinie mit einer Niederschlagsmenge von 100 mm pro Stunde normiert. Die Verteilung der Niederschlagsmengen für den mittelbetonten Verlauf stammt aus dem Anwenderhandbuch eines Softwarepaktes zur Hochwasseranalyse des Institutes für Hydrologie und Wasserwirtschaft der Universität Karlsruhe (IHW) zur Ermittlung von zeitlichen Verteilungen für Bemessungsniederschläge (Ihringer und Kron 1993).

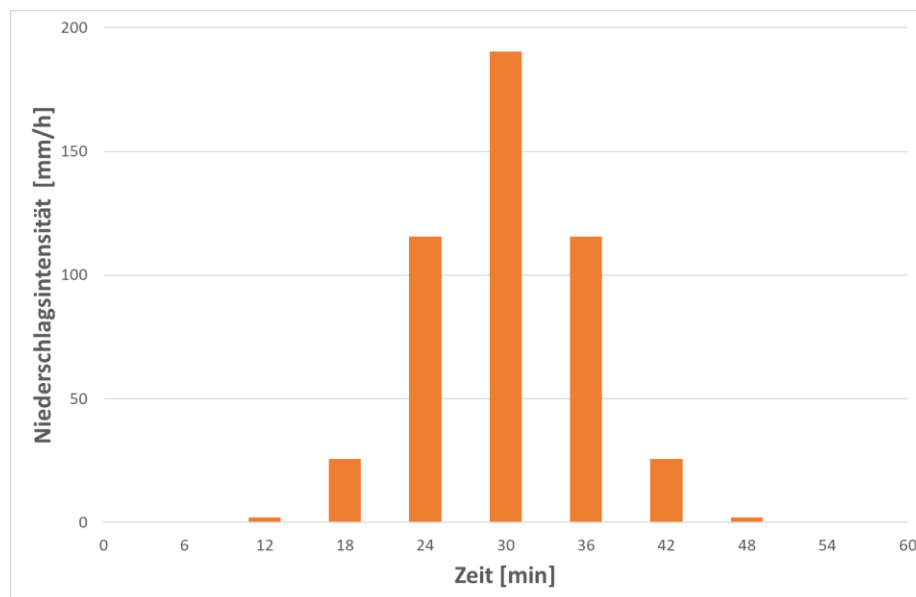


Abb. 24: Zeitlicher Verlauf der mittelbetonten mittleren KOSTRA-Niederschlagsganglinien im 6-Minuten-Intervall im EroL-Einzugsgebiet (30-jährliche Wiederkehrzeit (D60T30))

Das Arbeitsgebiet wird flächig mit der mittleren Niederschlagsintensität von ca. 48 mm berechnet. Die Simulationsdauer wird wie bei der Starkregensimulation auf 180 Minuten eingestellt, das heißt, eine Stunde Berechnung mit zwei Stunden Nachlaufzeit.

5.1.3 Starkregenmodellierung

Das Pre- und Postprocessing wird unter ArcGIS durchgeführt. Viele dieser Arbeitsschritte liegen bereits automatisiert und erprobt vor. Dadurch ist der Arbeitsaufwand deutlich minimiert. Alle Eingangs- und Ausgangsdaten werden im ESRI-GeoTiff Format erzeugt.

5.1.3.1 Aufbereitung Geländemodell

Das HydTERRAIN wurde von landesweiten Laserscan-Daten entwickelt, die 2016 mit einer Punktdichte von > 8 Punkte/m² aufgenommen wurden. Somit sind eine hohe Aktualität und Genauigkeit der Daten gewährleistet. Aus dem HydTERRAIN wurde ein DGM mit 1-m-Auflösung für die Starkregensimulation aggregiert.

Zunächst wurden den Oberflächenabfluss beeinflussende Bauwerke und Strukturen in das Geländemodell eingearbeitet. Dazu zählen:

- Durchlässe
- Verdolungen
- Unterführungen
- Mauern
- Dämme und Wälle
- Gräben

Es muss beachtet werden, dass im Landkreis Lörrach zu Beginn des Projekts in mehreren Gebieten Umbauarbeiten stattfanden und Flächen neu bebaut wurden (u. a. Einkaufszentrum Dreiländergalerie und Umgestaltung „Rheinpark“ in Weil am Rhein, geplantes Zentralklinikum in Lörrach, geplantes Baugebiet "Hintern Hof 2" in Bad Bellingen). Das DGM zeigt den Zustand vom Moment der Aufnahme (im Jahr 2016), zu einem späteren Zeitpunkt durchgeführte Tiefbauarbeiten werden nicht dargestellt. Zu berücksichtigen ist auch, dass die Bahntrasse mit Tunnelportal sowie die Nord-West-Umfahrung in Weil am Rhein noch nicht im HydTerrain enthalten waren. Auch in den Digitalen Topographischen Karten (TK25 und TÜK200), die als Hintergrund in den Starkregenkarten verwendet werden, sind diese Elemente noch nicht dargestellt. Die Bahntrasse und die Nord-West-Umfahrung wurden nachträglich in das Digitale Geländemodell aufgenommen. Die Linien der Bahntrasse ohne Höhenangabe sind in den ALKIS-Daten vorhanden. Für die Einarbeitung in das DGM wurden Höhen aus Unterlagen zur Planfeststellung im PDF-Format übernommen und über die verfügbaren ALKIS-Daten interpoliert (siehe Abb. 25). Es wird darauf hingewiesen, dass die hier verwendeten Höhen somit nicht den realen Verhältnissen entsprechen und nur eine Annäherung darstellen können.

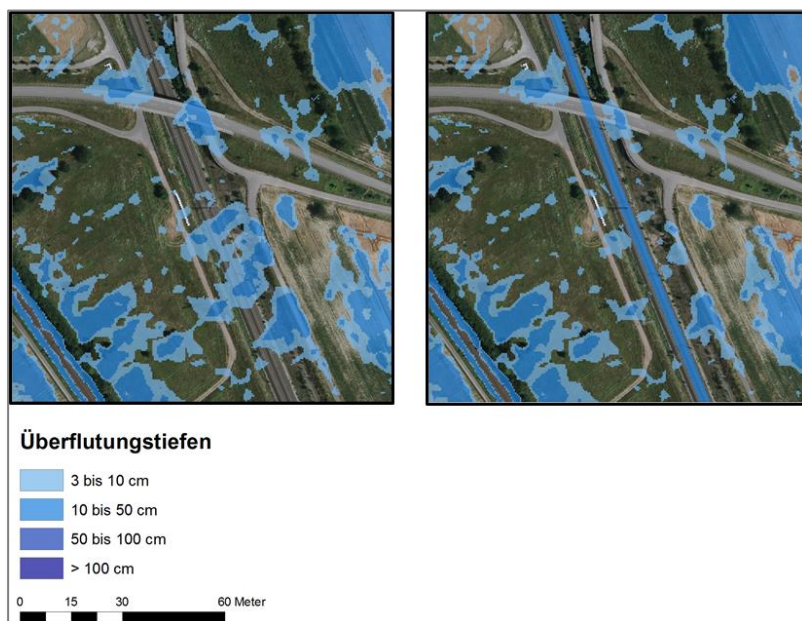


Abb. 25: Integration der Bahntrasse in das DGM nach Validierung. Links: Überflutungstiefen der Vorsimulation ohne Bahntrasse. Rechts: Überflutungstiefen der Hauptsimulation mit Bahntrasse

Die Nord-West-Umfahrung bei Weil am Rhein Haltingen war ebenfalls noch nicht im Original DGM enthalten. Mit Hilfe von Vermessungsdaten mit Höhenangaben konnte diese in das DGM eingearbeitet werden (siehe Abb. 26).

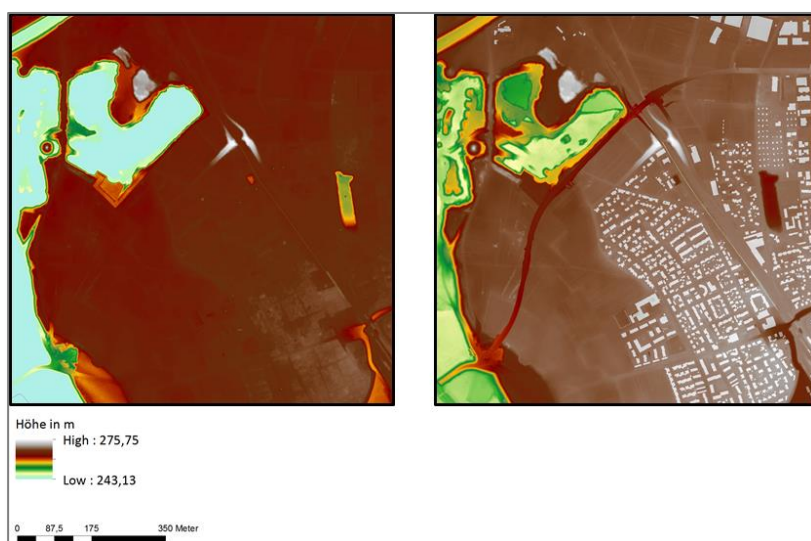


Abb. 26: Links: Original DGM ohne Nord-West-Umfahrung. Rechts: überarbeitetes DGM mit Nord-West-Umfahrung und inklusive eingestanzter Gebäude

Der Gebäudebestand der ALKIS-Daten wurde mittels der Orthofotos, Ortsbegehungen und im Rahmen der Validierungstermine aktualisiert. Die Gebäude wurden als 3-dimensionale Hindernisse mit 5 m Höhe ins Gelände eingebaut, um auch Umströmung der Gebäude möglichst korrekt zu erfassen (Abb. 27). Durch diese Methode wird der Dachabfluss im Abflussprozess abgebildet.

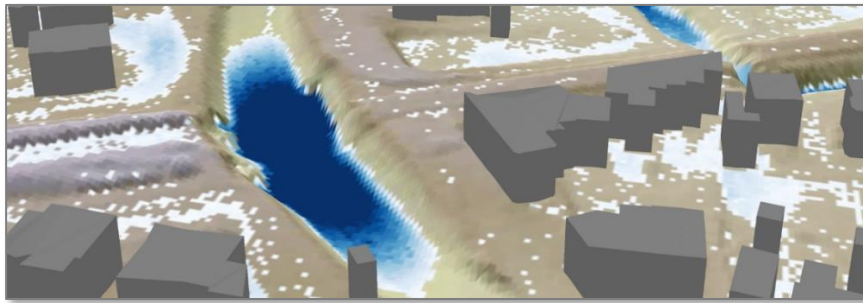


Abb. 27: Integration der Gebäude als 3D-Strukturen

Insgesamt wurden im EroL-Projektgebiet an drei Stellen für den Fließweg relevante Mauern aufgenommen und in das DGM eingebaut. Ein Beispiel ist die Lärmschutzwand entlang der Kantardalbahn in Weil am Rhein Haltungen (Abb. 28).

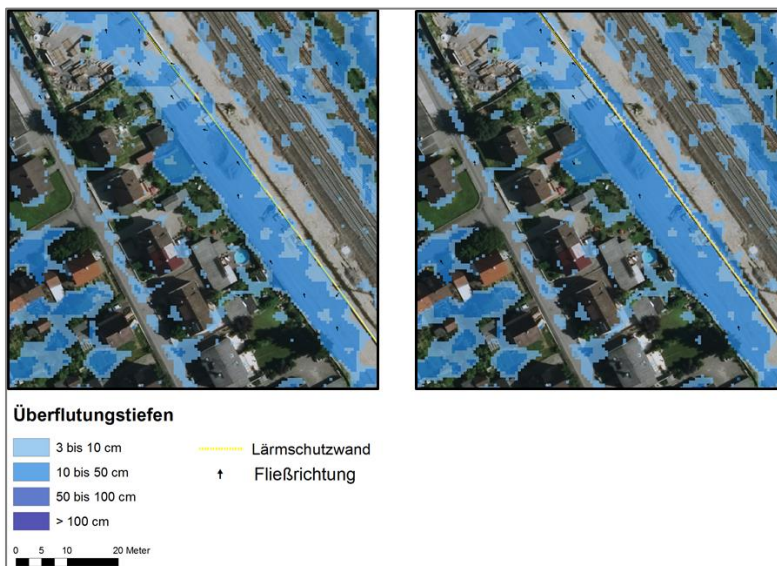


Abb. 28: Im Feld aufgenommene Mauern wurden in das DGM integriert, da sie die Fließwege stark beeinflussen können. Links: Fließtiefen und -richtungen der Vorsimulation ohne Lärmschutzwand, rechts: Fließtiefen und -richtungen der Simulation mit Lärmschutzwand (gelb gestrichelt)

Außerdem wurden aufgrund der Rückmeldungen aus dem Validierungsgespräch Wege, bei denen in der Vorsimulation kein oder kaum Abfluss stattfand, in das DGM eingetieft.

Höhergelegene Straßen, Brücken und Schienen wurden an einigen Stellen durchbrochen, damit das simulierte Wasser und Sediment hindurchfließen kann (Abb. 29). An anderen Stellen wurden Brücken, die bereits aus dem HydTERRAIN entfernt worden waren, wieder eingefügt. Dazu wurden die originalen Laserscan-Daten (LAS-Dateien) verwendet, die 2016 aufgenommen wurden, und zur Ergänzung der Brücken von der LUBW bereitgestellt wurden.

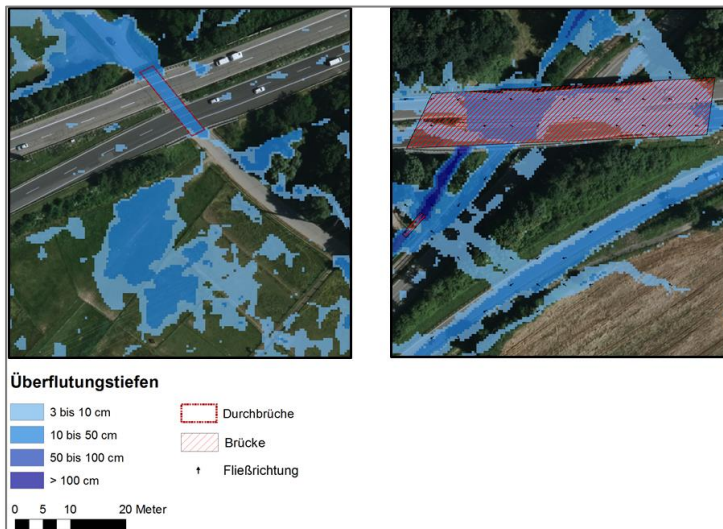


Abb. 29: Ein Beispiel für eine Modifikation des Geländemodells, bei der eine Brücke durchbrochen und eine andere wieder eingefügt wurde, da sie einen wichtigen Fließweg darstellt. Links: Die Straße über der Unterführung wurde durchbrochen. Rechts: Diese Brücke wurde eingefügt (schraffiert)

5.1.3.2 Verklausungsansätze an Brücken, Verrohrungen und Verdolungen

Für die Durchflusskapazität der Verdolungen für die Starkregensimulation wurde ein Gefälle von 3 % angenommen. Außerdem wird ab einer Fließgeschwindigkeit von 3 m/s ein Einlaufverlust von 25 % abgezogen, um einer Überschätzung der Kapazität vorzubeugen. Wichtige Überleitungen und relevante Kanalbauwerke wurden separat erfasst und ins Modell integriert. Bezüglich der Gewässerinfrastruktur ist zu beachten, dass auch in den Außenbereichen die Durchlässe unter Wegen etc. erfasst und ins Modell integriert werden. Teilweise gibt es hier hinter Straßen deutliche Rückhalteeffekte, andererseits sorgen zu klein dimensionierte Durchlässe auch häufig für eine Verlagerung des Fließweges und des Sedimentflusses. Daher ist auch in den Außenbereichen die gleiche große Auflösung der Geländedaten von großer Bedeutung.

Bei den außergewöhnlichen und extremen Ereignissen werden die aufgenommenen Verdolungen innerhalb der Ortschaften als verklaust angenommen. Um ein worst-case Szenario für die Ortschaft abzubilden und nicht Pseudo-Rückhalteeffekte hinter den Verdolungen im Simulationslauf zu erzeugen, bleiben die Verdolungen in der Umgebung, d.h. außerhalb der Ortschaften, bei allen Szenarien durchgängig.

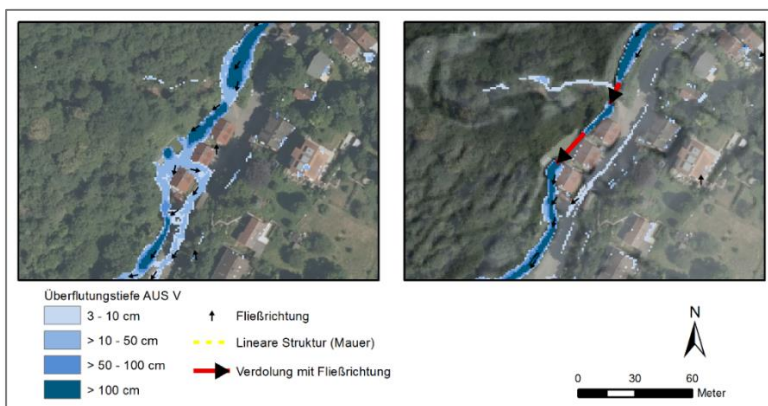


Abb. 30: Integration von Verdolungsstrecken als lineare Verbindungen unter Berücksichtigung der effektiven Durchflusskapazität. Links: Überflutungstiefen der Vorsimulation ohne lineare Verbindung. Rechts: Überflutungstiefen der Hauptsimulation mit linearer Verbindung

5.1.3.3 Erfassung Entwässerungsinfrastruktur

Die Abbildung des Kanalnetzes ist ein sehr kontrovers diskutierter Punkt bei der Bearbeitung von Starkregengefahrenkarten. Hier gehen die Meinungen von einer vollständigen Vernachlässigung des Kanalnetzes (da z. B. bei Hagel die Leistungsfähigkeit gegen Null geht) bis zu einer gekoppelten Berechnung von Oberflächenabfluss und Kanalnetz. Je größer die Ereignisse werden, desto geringer wird der Einfluss des Kanalnetzes. Mögliche Überstauprobeme können miterfasst werden, indem beim seltenen Starkregenereignis die Kanalisation berücksichtigt wird. Beim außergewöhnlichen und extremen Ereignis hat die Kanalisation aufgrund der hohen Abflussmengen keinen Einfluss mehr.

Für die Erstellung der Starkregengefahrenkarten im Rahmen von EroL wurde das Kanalnetz nicht in den hydraulischen Berechnungen berücksichtigt.

5.1.3.4 Erfassung relevanter Gewässerläufe

Kleine Gewässer und Gräben sind üblicherweise nicht vollständig im Geländemodell abgebildet. Selbst bei hoch aufgelösten Laserscandaten ist der Gewässerlauf mehrfach durch Brücken etc. in seiner Gefällelinie unterbrochen (siehe Abb. 31). Hier ist eine Nachbearbeitung auf jeden Fall notwendig, um die Gewässer realitätsnah in das Modell zu integrieren. Zum einen müssen die Gewässer dabei auf ihre Lage überprüft werden (evtl. über Luftbilder oder Laserscandaten), um dann ein stetig fallendes Gewässernetz generieren zu können.

Das leichte Rauschen der Laserscan-Geländemodell Daten sorgt ohne eine Nachbearbeitung für einen nicht realistischen Rückhalt in den Tiefenlinien, die in der Summe zu einer Verfälschung der Ergebnisse führen würden. Mit den nachdigitalisierten Tiefenlinien lassen sich die Gewässerläufe korrigieren.

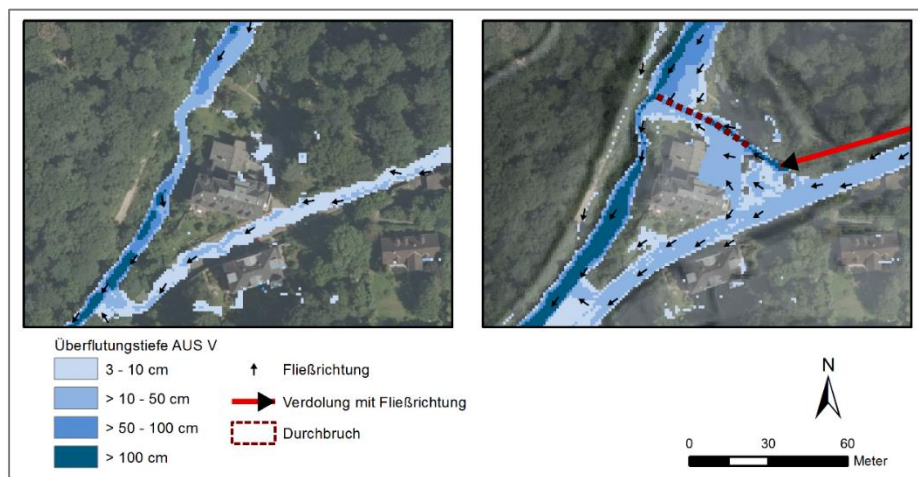


Abb. 31: Kleine Bäche mussten im Geländemodell nachgearbeitet werden, damit sie als Fließweg erfasst werden (dunkelrot gestrichelt)

Eine Bearbeitung von Gewässern, die bereits bei den Hochwassergefahrenkarten erfasst wurden, ist nicht vorgesehen, an diesen Gewässern (bzw. deren Mittellinie) wird die Berechnung nicht weitergeführt bzw. das Wasser modelltechnisch aus dem System entnommen.

5.2 Szenarientwicklung

5.2.1 Erosion

Bevor mit der Modellierung begonnen wurde, wurden zunächst Szenarien bezüglich des Niederschlags, der Nutzung sowie der Zeitpunkt der Nutzung im Jahresverlauf festgelegt. Der Szenariovergleich zwischen unterschiedlich verteilten Belegungen der Ackerflächen mit Feldkulturen dient der Abschätzung von Reduktionseffekten bei Umstellung auf andere Bodenbewirtschaftungsformen oder Feldkulturen. Alle Ereignisse wurden mit einem einstündigen 30-jährlichen Niederschlag simuliert (siehe Kapitel 5.1.2.3 und 5.1.2.4). Als Monat wurde der April gewählt, da hier die Vegetationsentwicklung und mithin die Bodenbedeckung durch Pflanzen noch recht niedrig ist und die Ackerflächen deshalb erosionsanfälliger sind. Für die Feldfruchtverteilung wurden für die Erstellung der Erosionsgefahrenkarten drei Szenarien simuliert:

- **real case 1:** Gängige Fruchtfolge, d.h. zufällig verteilte Feldfrüchte entsprechend dem agrarstatistischen Umfang des Jahres 2016
- **real case 2:** Tausch der Mais- mit den Wintergetreideflächen
- **good case:** Günstige Fruchtfolge, d.h. nur Winterungen

Aus den Szenarien real case 1 und 2 wurde dann schließlich die maximale Abtragung bzw. Akkumulation zum sog. „bad case“ abgeleitet. Das Vorgehen bei der Erosionsmodellierung wird in der folgenden Abbildung schematisch wiedergegeben.

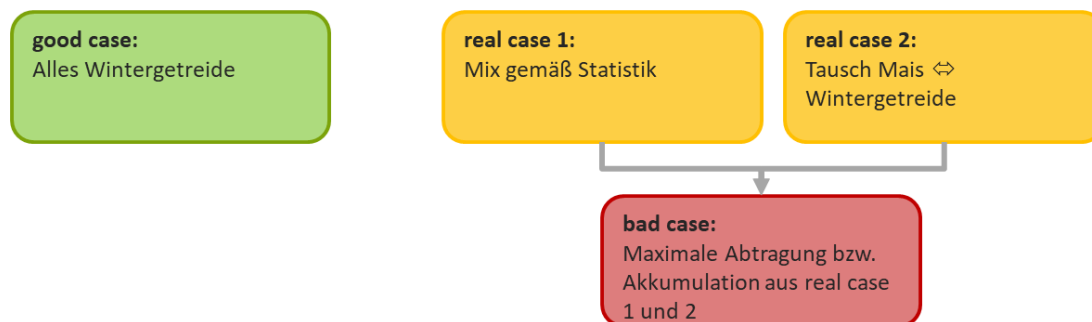


Abb. 32: Ablaufschema zur Erstellung der Erosionsgefahrenkarten

Beim Validierungsgespräch wurden die Karten des „real case 1“ präsentiert. Nach den Rückmeldungen wurden schließlich die Hauptsimulationen für alle drei Szenarien durchgeführt.

5.2.2 Starkregen

Die Erstellung der Starkregengefahrenkarten erfolgte nach dem Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ für die Abflussereignisse „selten“, „außergewöhnlich“ und „extrem“ bei einem verschlammten Boden (LUBW 2016) (siehe Abb. 33). Die drei vorgegebenen Szenarien wurden 2-dimensional modelliert. Die bereitgestellten Daten haben ein vergleichbares Ausgabeformat und konnten direkt verwendet werden.

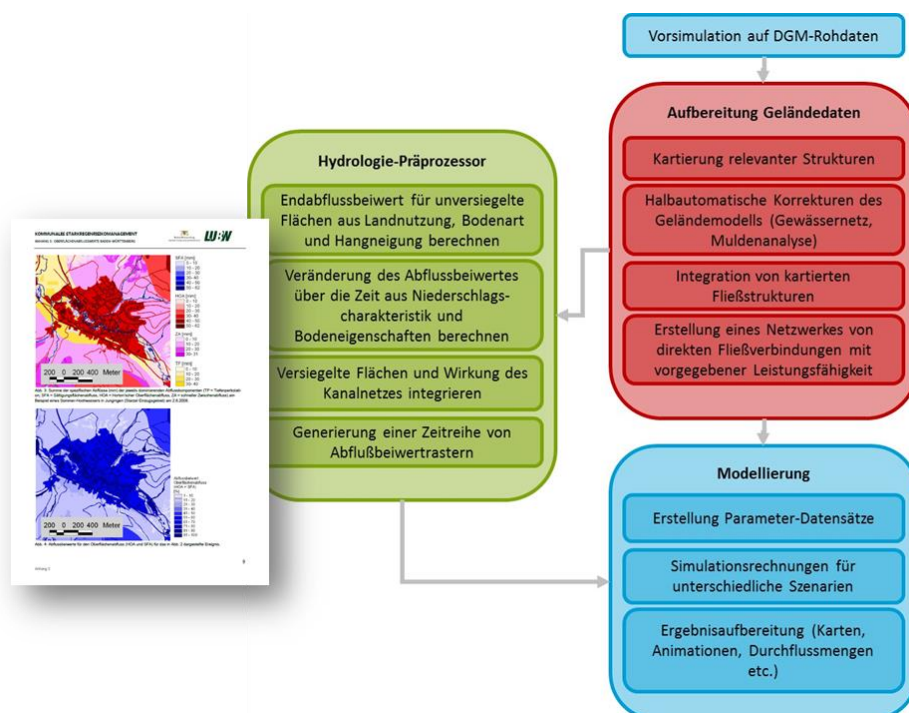


Abb. 33: Arbeitsablauf für die Erstellung von Starkregengefahrenkarten

Im Gesamtgebiet wurde mit einem flächig gleichmäßigen Niederschlag simuliert. Das Wasser wurde bei Erreichen der Hochwassergefahrenkarten(HWGK)-Gewässer aus dem Modell „entnommen“. Durch diese Methodik vermeidet man zusätzlich, dass sich HWGK und Starkregenkarten inhaltlich überlagern. **Das heißt, bei den Starkregenkarten gibt es für die HWGK-Gewässer keine vom Gewässer ausgehende Überflutung!**

Die größten Vorteile der gewählten Methodik sind, dass der Abfluss flächendeckend in identischer Auflösung nachverfolgt werden kann (bei Bedarf auch in zeitlich aufgelöster Abfolge) und die sich daraus ergebenden Wechselwirkungen verschiedener Landnutzungen entlang des Fließweges berücksichtigt werden.

5.3 Dokumentation und Ergebnisse der Gefährdungsanalyse

Zentrales Ergebnis der Gefährdungsanalyse sind, wie oben bereits erwähnt, die Erosions- und Starkregengefahrenkarten (SRGK). Sie sind zugleich ein wichtiges Arbeitsinstrument für den anschließenden Risikomanagementprozess und zur Erstellung der Alarm- und Einsatzpläne. Im Gegensatz zu den rechtswirksamen Hochwassergefahrenkarten (HWGK) werden in den Starkregengefahrenkarten Überflutungen aufgrund von Starkregenereignissen im Gelände dargestellt, die unabhängig vom Gewässer auftreten bzw. in den Erosionsgefahrenkarten Bodenabschwemmung und –sedimentation, die beide **keine unmittelbaren rechtlichen Konsequenzen** haben.

Das Layout der Starkregenkarten hält sich an die Vorgaben des Starkregen-Leitfadens (LUBW 2016), die auch für die Erosionsgefahrenkarten übernommen wurden, da hierfür keine gleichwertigen Vorgaben bestehen. Die Ergebnisse wurden zum einen als digitale Daten im PDF-Format erzeugt. Im Rahmen von Besprechungen wurden einzelne Karten auch analog, d.h. in Papierform bereitgestellt. Die Karten liegen als Übersichts- und Detailkarten vor.

5.3.1 Erosionsgefahrenkarten

In der Erosionsgefahrenkarte wird das hochgerechnete Abschwemmen (= Erosion) und Anlanden (= Sedimentation) von Erdreich dargestellt, so wie es bei einem Starkregen von ca. 48 mm in einer Stunde statistisch alle 30 Jahre erwartet wird. Die Erosion, also der Verlust von fruchtbarem und wasserrückhaltendem Boden aus der Feldflur wird in den Karten mit zunehmendem Ausmaß in Grün- über Gelb- bis zu Rottönen dargestellt. Die Klassifikation orientiert sich dabei an die DIN 19708 und wurde unter Berücksichtigung des modellierten Erosions- und Sedimentationsspektrum ergänzt. So entspricht der obere Klassenwert von 12 t/ha Bodenerosion einer LKW-Ladung von etwas mehr als einem Fußballfeld. Die Stärke der Sedimentation ist in zunehmend kräftigeren Blautönen dargestellt. Dadurch ergeben sich Hinweise auf die Risiken von Verschmutzungen und Schäden auf Straßen, auf Wegen, in Gewässern und an Gebäuden. Da das Risiko von Bodenerosion neben der Stärke des Regens und den unterschiedlichen Boden- und Standorteigenschaften auch von den dort wachsenden Feldfrüchten auf den Ackerflächen abhängt, wird deren Verteilung in der Landschaft bei der Erosionsberechnung ebenfalls berücksichtigt. Unterschieden wird dabei zwischen Feldfrüchten, die vom Landwirt jährlich im Frühjahr ausgesät werden und ein höheres Erosionsrisiko aufweisen wie z. B. Mais oder bedingt auch Sommergetreide sowie solchen, die im Herbst ausgesät werden und weniger kritisch sind wie z. B. Wintergetreide oder Raps bis hin zu dauerhaften Wiesen und Wäldern (siehe Kapitel 5.1.2.3 und 5.2.1).

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Belegungen auf den Ackerflächen ist im Ergebniskapitel dargestellt.

Erosionsgefahrenkarten stehen für die folgenden Szenarien zur Verfügung (siehe Kapitel 5.2.1):

- **real case 1:** Gängige Fruchtfolge, d.h. zufällige statistische Feldfruchtverteilung gemäß Agrarstatistik von 2016
- **real case 2:** Tausch der Mais- mit den Wintergetreideflächen
- **bad case:** Maximale Abtragung bzw. Sedimentation aus real case 1 und real case 2
- **good case:** Günstige Fruchtfolge, d.h. nur Winterungen

EroL - Blatt Nr. 28 von 46

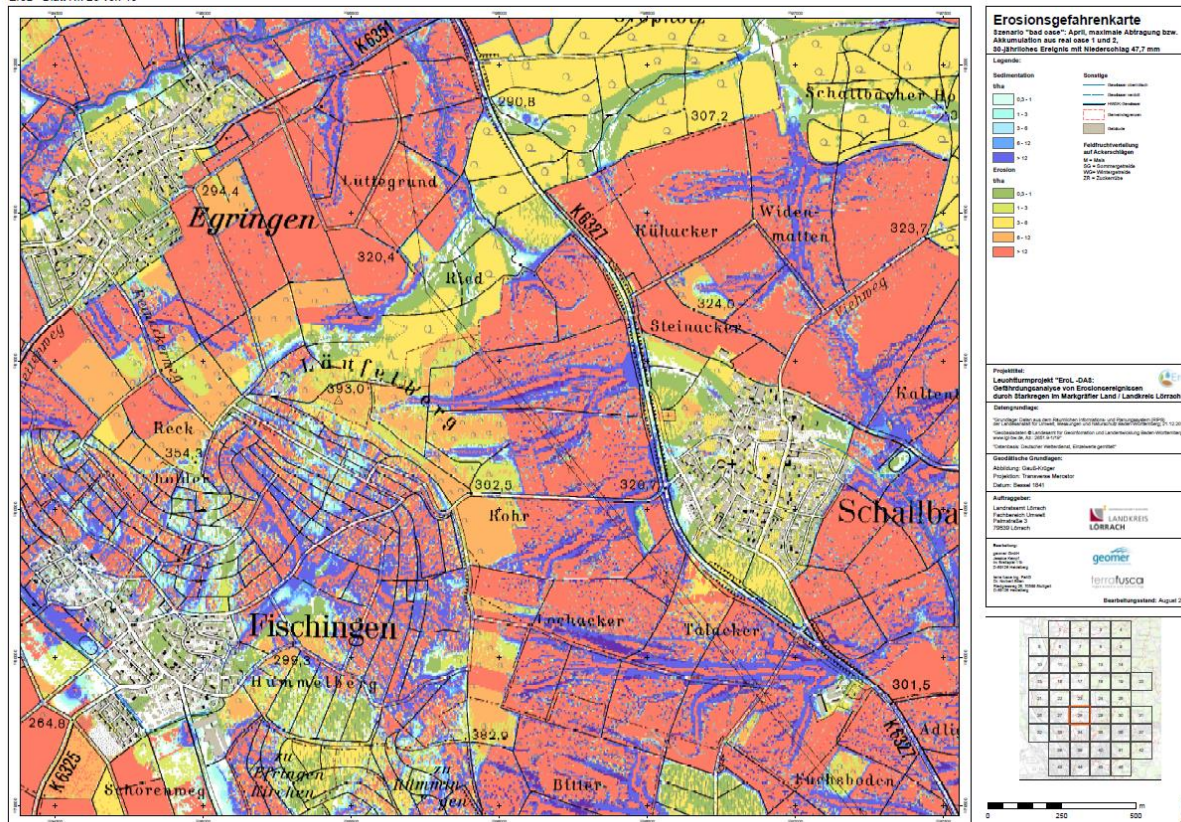


Abb. 34: Erosionsgefahrenkarte des „bad case“ Szenario im EroL Projektgebiet

5.3.2 Starkregengefahrenkarten

5.3.2.1 Überflutungsausdehnungskarten

Mit Hilfe der Ausdehnungskarten lassen sich betroffene Bereiche und Objekte im Ereignisfall identifizieren. Für die an EroL beteiligten Kommunen wurden folgende Simulationen für einen verschlammten Boden durchgeführt:

- **seltenes Abflussereignis**, verschlammte (UA_SEL_V)
- **außergewöhnliches Abflussereignis**, verschlammte (UA_AUS_V)
- **extremes Abflussereignis**, verschlammte (UA_EXT_V)

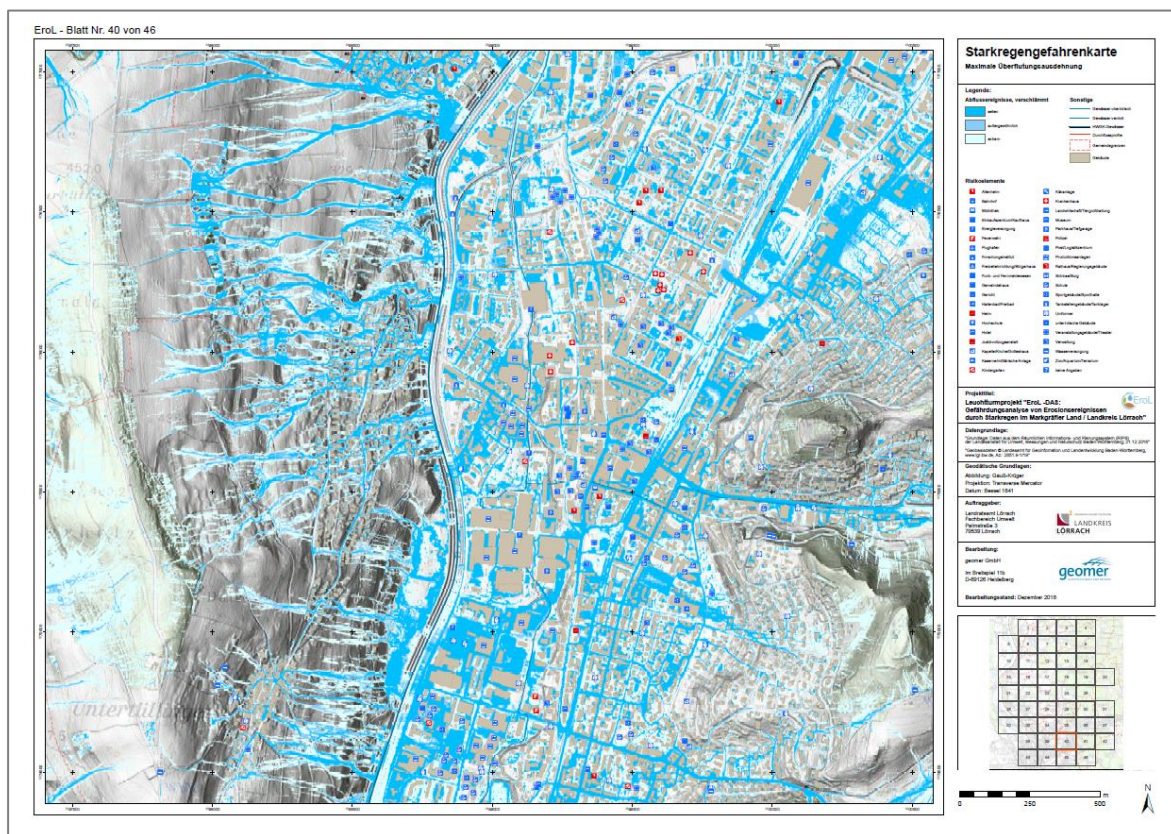


Abb. 35: Maximale Überflutungsausdehnung der Abflussereignisse selten, außergewöhnlich und extrem im Erol Projektgebiet

Bei der Überflutungsausdehnung wird die Ausdehnung der drei Szenarien nebeneinander dargestellt (unterschiedliche Blautöne) (siehe Abb. 35). Außerdem werden in dieser Karte die Risikoelemente und die Lage und Nummer der Durchflussprofile (siehe Kapitel 5.3.2.5) dargestellt. Daher eignet sich diese Karte besonders für die Planung von Maßnahmen gegen Starkregenschäden sowie für die Diskussionen im Rahmen des Risikomanagementprozesses.

5.3.2.2 Überflutungstiefenkarten

Die Überflutungstiefen zeigen die möglichen Eintrittswege des Wassers in die Gebäude an. Bereiche, in denen die Überflutungstiefe geringer als 3 cm ist, werden nicht dargestellt, um Irritationen bei der Interpretation zu vermeiden (siehe Abb. 36). Bei Überflutungstiefen bis 10 cm besteht für nicht ebenerdige Kellerfenster oder Lichtschächte keine Gefahr. Es kann jedoch auch hier situationsbedingt zu Gefährdungssituationen kommen, beispielsweise durch eine angeschwemmte Plane oder ein Baumstamm. Zwischen 10 und 50 cm kann hingegen Wasser in Gebäude eindringen (siehe Tab. 6). Höhere Überflutungstiefen können bei Unterführungen, Treppenabgängen und Tiefgaragen vorkommen.

Für die an Erol beteiligten Kommunen wurden folgende Simulationen für einen verschlammten Boden durchgeführt:

- **seltenes Abflussereignis**, verschlammte (UT_SEL_V)
- **außergewöhnliches Abflussereignis**, verschlammte (UT_AUS_V)
- **extremes Abflussereignis**, verschlammte (UT_EXT_V)

Tab. 6: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Überflutungstiefen (nach LUBW 2016, S. 28)

Überflutungstiefe	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
3-10 cm	<ul style="list-style-type: none"> - Volllaufende Keller können das Öffnen von Kellertüren gegen den Wasserdruck verhindern. - Eingeschlossenen Personen droht das Ertrinken. 	<ul style="list-style-type: none"> - Überflutungen und Wassereintritt durch ebenerdige Kellerfenster oder Lichtschächte - Wassereintritt in tieferliegende Gebäudeteile - Wassereintritt durch ebenerdige Türen mit möglicher Schädigung von Inventar
10-50 cm	<ul style="list-style-type: none"> - für Kinder besteht die Gefahr des Ertrinkens bereits bei niedrigen Überflutungstiefen - Befahrbarkeit von Straßen und somit Rettungswege werden stark eingeschränkt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Wassereintritt auch durch höher gelegene Kellerfenster möglich
50-100 cm	<ul style="list-style-type: none"> - s.o. - Erhöhte Gefahr durch die eingeschränkte Sichtbarkeit im Wasser (z. B. durch Treibgut) 	<ul style="list-style-type: none"> - Wassereintritt auch bei erhöhten Eingängen möglich
> 100 cm	<ul style="list-style-type: none"> - Gefahr für Leib und Leben bei statischem Versagen und Bruch von Wänden - Gefahr des Ertrinkens für Kinder und Erwachsene 	<ul style="list-style-type: none"> - Mögliches Versagen von Bauwerksteilen

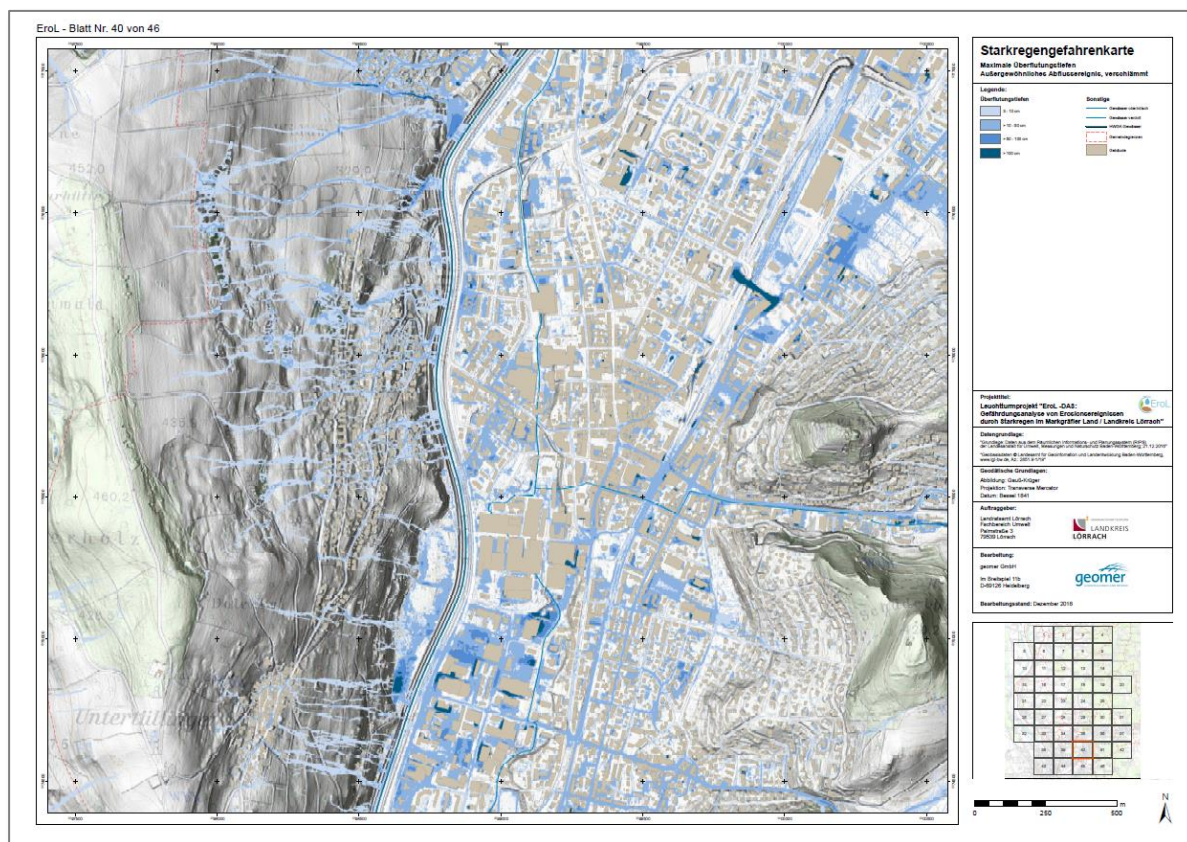


Abb. 36: Maximale Überflutungstiefenkarte mit maximaler Ausdehnung der Überflutung des außergewöhnlichen Abflussereignisses im EroL Projektgebiet

5.3.2.3 Fließgeschwindigkeiten

Je höher die Fließgeschwindigkeit, umso größer wirken sich dynamische Strömungskräfte auf Gebäude und Menschen aus. Schon bei Geschwindigkeiten von 0,5 bis 2 m/s besteht große Gefahr für Leib und Leben (siehe Tab. 7).

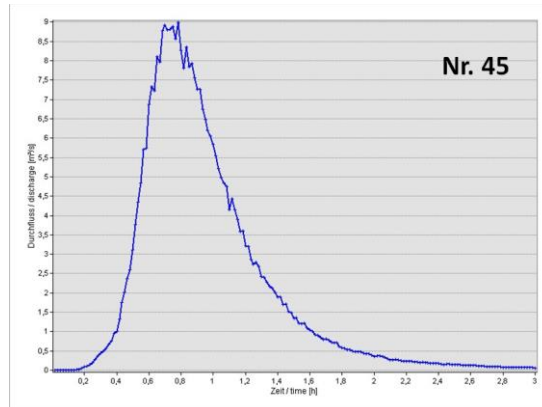
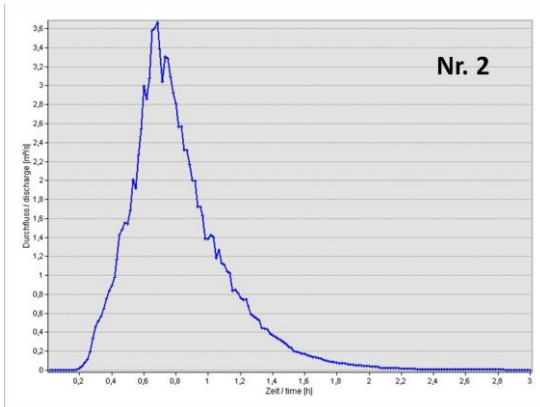
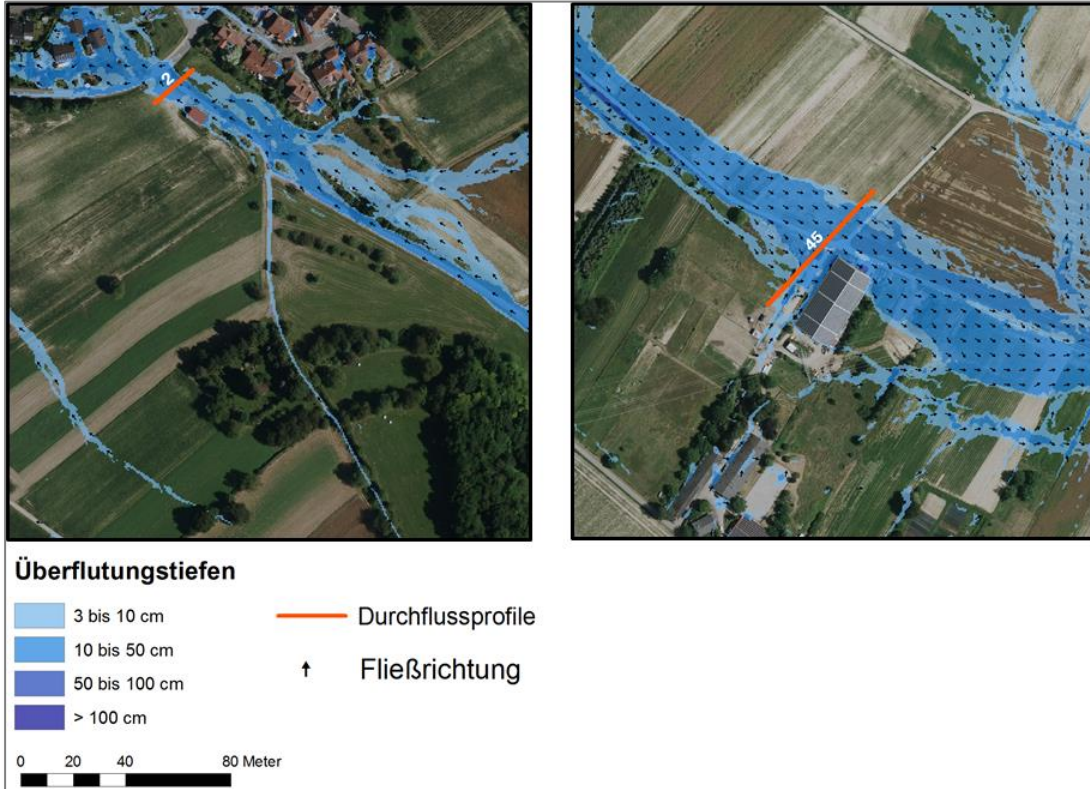
Tab. 7: Potenzielle Gefahren für Leib und Leben sowie Infrastruktur und Objekte bei unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten (nach LUBW 2016, S. 28)

Fließgeschwindigkeit	Potenzielle Gefahren für Leib und Leben	Potenzielle Gefahren für Infrastruktur und Objekte
> 0,2 – 0,5 m/s	- Gefahr für ältere, bewegungseingeschränkte Bürger oder Kinder beim Queren des Abflusses	- Versagen von Türdichtungen durch erhöhten Druck
> 0,5 – 2 m/s	- Gefahr für Leib und Leben beim Versuch, sich durch den Abflussstrom zu bewegen	- Möglicher Bruch von Wänden durch Kombination von hohen statischen und dynamischen Druckkräften
> 2 m/s	- Gefahr für Leib und Leben bei Versagen von Bauwerksteilen - Gefahr durch mitgeführte, größere Feststoffe (z. B. Container, Auto, Baumstamm etc.) - Versagen von Bauelementen in Folge von Unterspülungen	- Mögliches Versagen von Bauwerksteilen durch hohe dynamische Druckkräfte oder mitgeführte Feststoffe - Beschädigung der Bausubstanz durch Unterspülung

Für die an EroL beteiligten Kommunen wurden folgende Simulationen für einen verschlammten Boden durchgeführt:

- **seltenes Abflussereignis**, verschlammmt (FG_SEL_V)
- **außergewöhnliches Abflussereignis**, verschlammmt (FG_AUS_V)
- **extremes Abflussereignis**, verschlammmt (FG_EXT_V)

Die Fließgeschwindigkeiten werden flächig in den Farben grün, orange und rot dargestellt und die Richtung mit schwarzen Pfeilsymbolen drüber gedruckt (siehe Abb. 37). Überflutungsflächen mit Fließgeschwindigkeiten geringer als 0,2 m/s werden im jeweiligen blau der Überflutungsausdehnung dargestellt. Bereiche, in denen die Überflutungstiefe geringer als 3 cm ist, werden nicht dargestellt, um Irritationen bei der Interpretation zu vermeiden.



Nr.	Kommune	Einzugsgebiet	AUS V	
			Maximum [m ³ /s]	Summe [m ³]
2	Schliengen	Mauchenbächle	3,7	6.867
45	Rümmingen	Kander uh. Wollbach	9,0	21.592

Abb. 38: Beispiel von zwei Durchflussprofilen (Profil 2 und 45, oben) und den zugehörigen Graphen mit dem zeitlichen Verlauf des Durchflusses in m³/s (Mitte) im EroL Projektgebiet. Mittels der Durchflussprofile kann die Summe an Durchfluss für jedes der drei Szenarien innerhalb der 3 Stunden Simulationszeit berechnet werden (Tabelle unten).

6. Risikoanalyse

6.1 Ziel und Vorgehensweise bei der Risikoanalyse

Ziel der kommunalen Risikoanalyse ist, die sich aus den unterschiedlichen Überflutungsgefährdungen (Starkregen- und Hochwassergefahrenkarte) sowie aus weiteren Naturgefahren (Erosion, Geschiebetransport, etc.) ergebenden Risiken zu lokalisieren und zu bewerten. Hierbei sind Aussagen zum potenziellen Ausmaß von Gefahren für Leib und Leben sowie zu Schäden an öffentlichen Objekten und Infrastruktureinrichtungen zu machen. Dazu sind Lokalkenntnisse inkl. Kenntnis der betroffenen Gebäude und ausführliche Fachkenntnis (Prozessdynamik und Grundlagen der Schadenseinwirkungen auf Gebäude) notwendig.

Bei der Risikoanalyse wird dabei folgendermaßen vorgegangen:

- Analyse der Erosions- und Starkregengefahrenkarten
- Identifizierung kritischer und Abschätzung möglicher Schadenspotenziale (Schadenspotenzialanalyse)
- Ermittlung und (verbale) Bewertung des Erosions- und Überflutungsrisikos

Die Risiken durch Starkregen ergeben sich aus der Erosions- und Überflutungsgefahr sowie dem daraus resultierenden Schadenspotential. Bei der Risikoanalyse muss zwischen kommunaler und privater Risikoanalyse unterschieden werden. Während die kommunale Risikoanalyse für die öffentlichen Objekte und Bereiche zuständig ist, obliegt die Verantwortung bei privaten, landwirtschaftlichen oder gewerblichen Flächen und Objekten bei den jeweiligen Eigentümern.

Die Risikoanalyse umfasst sowohl die Inhalte der Erosions- und Starkregengefahrenkarte als auch die der Hochwassergefahrenkarte, sofern diese für das Arbeitsgebiet relevant sind.

Die örtliche Erosions- und Überflutungsrisikoanalyse gilt als Grundlage für die Planung und Ausarbeitung der Maßnahmen im anschließenden Handlungskonzept.

6.2 Analyse der Gefahrenkarten

Mit Hilfe der Starkregengefahrenkarten lassen sich für die drei Szenarien selten, außergewöhnlich und extrem besonders überflutungsgefährdete Siedlungs- und Außenbereiche, Objekte und Anlagen identifizieren. Aus den Erosionsgefahrenkarten lassen sich Akkumulationsbereiche inner- und außerhalb der Siedlungen und Flächen mit deutlicher Erosionsgefahr in den Außenbereichen identifizieren.

Neben diesen Gefahrenkarten sind landesweit Informationen zu ingenieurgeologischen Gefahren verfügbar, diese lassen eine Ersteinschätzung der Gefährdungssituation zu. Gerölltransport oder Rutschungen treten häufig in der Kombination mit starken oder anhaltenden Niederschlägen auf, die Schadenswirkungen reichen von kleinen Böschungsrutschen an Verkehrswegen bis zu Szenarien wie aus Bad Bellingen bekannt.

Erosionsgefährdungskarten wurden im Rahmen vom EroL Projekt erstellt: Die Erosion schädigt zum einen die Böden und deren Funktionen wie z.B. als Ausgleichskörper im Landschaftswasserhaushalt, auf denen sie entsteht. Zum anderen sind die Ablagerungen, ob sichtbar auf Wegen oder in Gebäuden oder eher versteckt im Kanalnetz für hohe Reparatur- und Reinigungskosten verantwortlich.

In der Auswertung der erstellten Gefahrenkarten werden somit Bereiche mit überdurchschnittlicher Gefahrenlage (z. B. Rückstaubereiche mit Betroffenheit von mehreren Gebäuden, evtl. auch mit großen Einstautiefen oder Gefahr durch Erosion bzw. Gerölltransporten) dargestellt.

Bei der Analyse der Erosions- und Starkregengefahrenkarten ist auch zu beachten, dass schon der Eintritt geringer Wasser- und Sedimentmengen in Gebäuden eine deutliche Gefährdung für Personen in Untergeschossen sowie hohe Sachschäden verursachen kann. Außerdem sind auch indirekte Wirkungen zu beachten, z. B., dass ein zwar nicht direkt betroffenes Krankenhaus oder ein Feuerwehrstandort nicht mehr erreichbar sind.

Neben den Modellergebnissen und den Erfahrungen vor Ort liefern eine Luftbild- und Karteninterpretation (Erosionsschäden, Flurnamen) wichtige ergänzende Informationen zur Beurteilung der jeweilig ablaufenden Prozesse (siehe Abb. 39).



Abb. 39: Erosionsschäden lassen sich nicht nur kurz nach einem Ereignis beobachten, sondern können sich beizeiten auch gut in Luftbildern widerspiegeln (hier: Reinacherweg in Efringen-Kirchen, links: Luftbild, Mitte: Luftbild mit Wasserabfluss aus Starkregenkarte, rechts: Luftbild mit Sedimentation aus Erosionskarte).

Bezüglich einer Interpretation dieser Ergebnisse sind verschiedene Problemursachen zu analysieren, da sie für die abzuleitenden Maßnahmen von Bedeutung sind, einige davon sind:

- Natürliche Abflussentstehung und anthropogene Verstärkung (z. B. ungünstige Anbaukulturen oder Bewirtschaftungsform durch die Landwirtschaft oder großflächige Feldarrondierungen)
- Ungünstige Abflusskonzentration in der Kombination mit Erosion und hohen Fließgeschwindigkeiten
- Defizite im Entwässerungssystem (Wasser wird nicht im Entwässerungssystem gefasst, kann dort nicht eintreten oder Engstellen)
- Rückstapproblematik inkl. der Probleme bei einem Versagen von z. B. Wegdämmen bei einem Einstau
- Fehler der Objekt- bzw. Verkehrswegeplanung, die entweder die Verletzlichkeit oder das Schadenspotenzial von Objekten erhöhen oder aber die Fließwege des Wassers ungünstig beeinflussen
- Eintrittswege ins Gebäude, Sensitivität der betroffenen Gebäude (verwendete Materialien, Bauweise)

Die Workshops zur Risikoanalyse fanden am 1. und 2. Juli 2019 im Rathaus Efringen-Kirchen,

im Rathaus Binzen und im Landratsamt Lörrach statt (siehe Abb. 40). Die Ergebnisse hiervon und von den o. g. Problemursachen führten zur Ausweisung und kartografischen Darstellung zweier Risikotypen:

- **Risikobereiche**, die bei unterschiedlicher Größe mehrere Gefahrenaspekte in Innen- und Außenbereichen umfassen.
- **Risikoobjekte**, die gezielt einzelne Gebäude oder Infrastruktureinrichtungen nur in Innenbereichen betreffen.



Abb. 40: Workshop im Rathaus Binzen

6.2.1 Risikobereiche

Risikobereiche sind durch eine oder mehrere Gefahrenaspekte betroffene Bereiche unterschiedlicher Größe. Neben der Beurteilung der Gefahr wird aber die Vulnerabilität des Gebietes bei der Beurteilung herangezogen, d. h. nur wenn auch ein Schaden zu erwarten ist, wird von einem Risiko ausgegangen. Einbezogen werden hier auch die indirekten Auswirkungen, z. B. wenn durch Erosion die landwirtschaftliche Fläche selbst geschädigt wird oder durch eine Überflutung schädliche Stoffe austreten und Folgeschäden verursachen oder aber die Erreichbarkeit oder die Versorgungssicherheit eingeschränkt wird.

Es wurden in allen beteiligten Kommunen, außer in Wittlingen, 62 Risikobereiche durch die Risikoanalyse identifiziert bzw. bei den Workshops benannt (siehe Tab. 8).

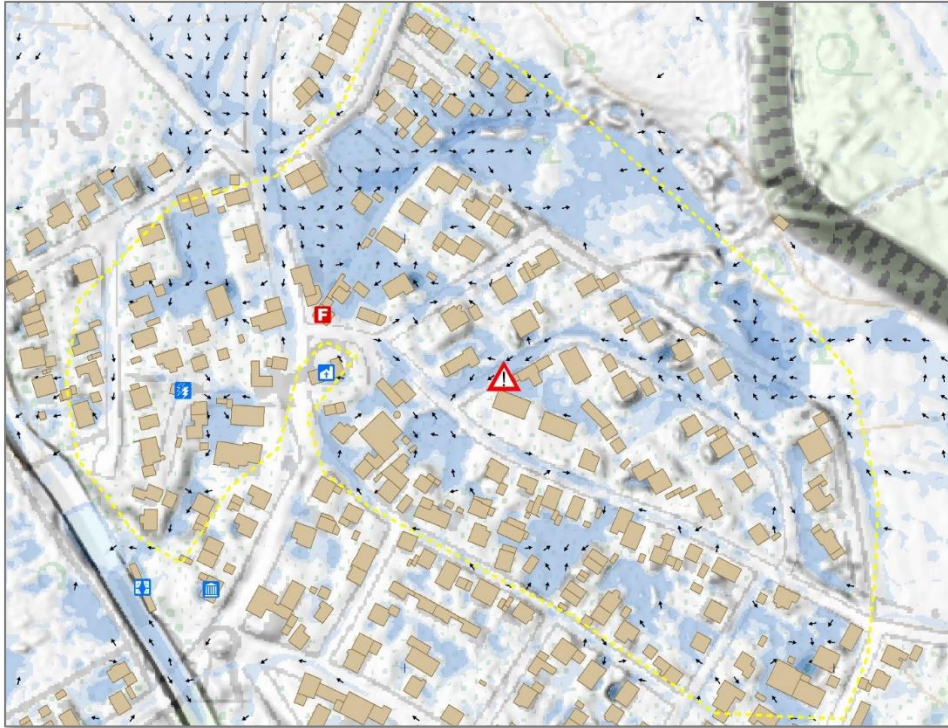


Abb. 41: Beispiel für einen Risikoschwerpunkt innerorts in Weil am Rhein. Der Siedlungsbereich wird bei den drei Starkregenszenarien überflutet

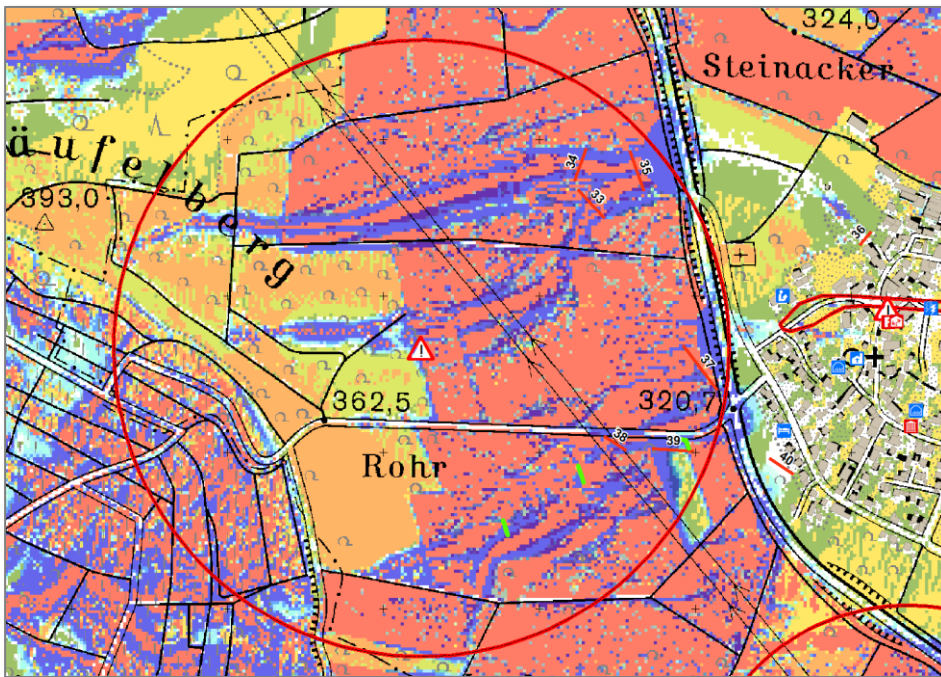


Abb. 42: Beispiel für einen Risikoschwerpunkt im Außenbereich bei Schallbach. Die Ackerflächen sind stark erosionsgefährdet. Sediment wird in den Senken und auf den Wegen abgelagert.

Tab. 8: Risikobereiche

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
Bad Bellingen Lochmattengraben	101	Großes Einzugsgebiet, mittlere Fließgeschwindigkeit, hohe Überflutungstiefe, Gerölleintrag	mittel	große Sedimentfracht kann zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, Evakuierung und Rettung in die Obergeschosse möglich
Bad Bellingen Südlich Rheinweiler	102	hohe Fließgeschwindigkeit, Rutschungen, ILEK Erosionsfläche	gering	Außenbereichswasser wird durch Bahndurchlass konzentriert, große Sedimentfracht kann zu signifikanten Sachschäden an den Bahngleisen sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, Außenbereich betroffen
Binzen Steinacker	201	Erosion, Gerölltransport, hohe Fließgeschwindigkeit	hoch	große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sachschäden an der Autobahn und im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, Rutschungsgefahr
Binzen Schulstraße	202	hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeiten	hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit (Grundschule), besonders vulnerable Personen, große Sedimentfracht kann zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen
Binzen Zentrum	203	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche	hoch	großflächige Überflutungsbereiche, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, Straßen nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste eingeschränkt, kaum Evakuierungsmöglichkeiten, auch bei Hochwasser (HQ ₁₀₀ und HQ _{ext}) betroffen
Binzen Autobahnunterführung	204	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche	hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen
Binzen Unterführung K 6354	205	hohe Überflutungstiefe	gering	hohe Fließgeschwindigkeit und Sediment- und Gerölltransport aus dem Außenbereich in die Unterführung Aufenthalt von Personen in Unterführung muss im Ereignisfall ausgeschlossen werden
Efringen-Kirchen Lettenbach	301	Hohe Überflutungstiefe, Überschwemmung Welmlingen bei Starkregen	mittel	Überschwemmung Welmlingen bei Starkregen durch Lettenbach, Erosionsgefahr auf den landwirtschaftlichen Flächen mit Gefahr zu Ernteaussfällen und Bodenverlust

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
				nach Kommune keine nähere Betrachtung erforderlich, nach Hr. Hess wäre steuerbarer Durchlass sinnvoll
Efringen-Kirchen Welmlingen Hirschbrücke	302	Engpass Durchfluss Hirschbrücke Welmlingen	gering	nach Kommune keine nähere Betrachtung erforderlich
Efringen-Kirchen Wintersweiler Kindergarten	303	Überflutung mit Geröll/Schlamm, hohe Fließgeschwindigkeiten	sehr hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit (Kindergarten), besonders vulnerable Personen, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen Maßnahmenplanung Büro Fritz
Efringen-Kirchen Egringen Reinacherweg	304	Schlamm und Erosion auf Acker und bis in Siedlung (Ereignis Mai 2018), hohe Fließgeschwindigkeit	sehr hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit (Schule), besonders vulnerable Personen, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen Maßnahmenplanung Büro Fritz (E1 – E7)
Efringen-Kirchen K6325	305	Erosion auf Maisacker (Ereignis Mai 2018)	gering	große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sachschäden an der K6325 sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen
Efringen-Kirchen Egringen Burgmatten/ Brühlstraße	306	hohe Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit	hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit (Grundschule), besonders vulnerable Personen, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen Maßnahmenplanung Büro Fritz (E1 – E7), siehe auch Risikobereich 304
Efringen-Kirchen Kleinkems Durchlass Bahndamm	307	Böschungsbruch	sehr hoch	hohe Fließgeschwindigkeit, große Sedimentfracht und Rutschungsgefahr kann zu signifikanten Sachschäden am Bahndamm und an der K6347 führen
Eimeldingen AS B3/A98	401	hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit	sehr hoch	hohe Fließgeschwindigkeit und Überflutungstiefe mit kurzer Vorwarnzeit können zu signifikanten Personenschäden in der Unterführung führen, ggf. Unterbrechung der Erreichbarkeit, Aufenthalt von Personen in Unterführung muss im Ereignisfall ausgeschlossen werden
Fischingen Ost	1101	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche, viele Personen betroffen, Erreichbarkeit	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, ggf. kaum Evakuierungsmöglichkeiten Erosionsgefahr auf

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
				den landwirtschaftlichen Flächen mit Gefahr zu Ernteauffällen, Bodenverlust und Rutschungsgefahr, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt
Kandern Ortslage Feuerbach 1	501	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Fließgeschwindigkeit	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen
Kandern Ortslage Feuerbach 2	502	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Fließgeschwindigkeit	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen
Kandern Farbenfabrik	503	großflächige Überflutungsbereiche, Folgeschäden durch giftige Stoffe	sehr hoch	Wassereintritt plausibel, besondere Berücksichtigung im Alarm- und Einsatzplan
Kandern Wegeschäden	504	Massive Schäden am Wegenetz 2018, Erosion und Akkumulation	mittel	große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sachschäden am Wegenetz sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen keine Personen betroffen; siehe auch Risikobereich 505
Kandern Hofgut Kaltenherberge	505	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit, Erosion und Akkumulation	mittel	große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu Sach- und Personenschäden im Hofgut Kaltenherberge sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, auch bei Hochwasser (HQ _{ext}) betroffen
Kandern Spielbereich Tannenkirch	506	großflächige Überflutungsbereiche, geringe Überflutungstiefe, geringe Fließgeschwindigkeit, temporär Personen betroffen	gering	Maßnahmen bereits umgesetzt: Gewässer renaturiert und begrünte Überflutungsmulden angelegt
Kandern Ortslage Riedlingen	507	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit, Erosion und Akkumulation	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, Fließweg durch Siedlungsgebiet kombiniert mit Überschwemmungen durch den Feuerbach mit hoher Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
Kandern Freibad/Tennisplatz	508	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit, Erosion und Akkumulation	mittel	Abfluss von den Außenbereichen zum Tennisplatz und Freibad, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden in diesem Bereich führen
Kandern Edelmatt	509	Gerölltransport, viele Personen betroffen	mittel	Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen
Kandern Zentrum	510	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit, viele Personen betroffen	hoch	großflächige Überflutungsbereiche, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt, kaum Evakuierungsmöglichkeiten, auch bei Hochwasser (ab HQ ₁₀₀) betroffen
Kandern Eichenweg	511	hohe Fließgeschwindigkeit, Erosion zur Siedlung hin	mittel	Abfluss vom Waldbereich in das Siedlungsgebiet, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen (siehe auch Risikobereich 512)
Kandern Staiggasse	512	Wasser und Geröll läuft die Straße herunter, Mehrfach Schäden 2018	mittel	Abfluss vom Waldbereich in das Siedlungsgebiet, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich und an der August-Macke-Schule führen (siehe auch Risikobereich 511)
Kandern Eichfeld	513	hohe Fließgeschwindigkeit, Gerölltransport	gering	Abfluss vom Waldbereich in das Siedlungsgebiet (Scheune/Halle betroffen), große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden an der Scheune führen
Kandern Ortslage Holzen	514	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit, viele Personen betroffen	hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit (Schule), große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt, kaum Evakuierungsmöglichkeiten
Kandern Ortslage Hammerstein	515	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Überflutungstiefe, viele Personen betroffen	hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet (siehe auch Risikobereich 516), großflächige Überflutungsbereiche, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt, ggf. kaum Evakuierungsmöglichkeiten, auch bei Hochwasser (ab HQ ₁₀) betroffen

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
Kandern Hammerstein Rebstallweg	516	Erosion, Gerölltransport	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet (siehe auch Risikobereich 515), große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsgebiet führen
Kandern Egisholz Schlattgraben	517	Erosion, Gerölltransport	gering	hohe Fließgeschwindigkeit und Sediment- und Gerölltransport, Erosionsgefahr auf den landwirtschaftlichen Flächen mit Gefahr zu Ernteauffällen und Bodenverlust
Kandern Siedlerhöfe	518	Akkumulation von Erosionsmaterial	gering	hohe Fließgeschwindigkeit und Sediment- und Gerölltransport können zu signifikanten Wegeschäden führen, Erosionsgefahr auf den landwirtschaftlichen Flächen mit Gefahr zu Ernteauffällen und Bodenverlust
Kandern Ortslage Nebenau	519	großflächige Überflutungsbereiche, Gerölltransport	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsgebiet führen
Kandern Nebenau Scheideckstraße	520	Gerölltransport, Akkumulation von Erosionsmaterial	gering	Abfluss vom Waldbereich in das Siedlungsgebiet, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen
Kandern Wollbach/Nebenau	521	Akkumulation von Erosionsmaterial auf Straße	gering	Abfluss vom Außenbereich, Erosionsgefahr auf den landwirtschaftlichen Flächen mit Gefahr zu Ernteauffällen und Bodenverlust, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sachschäden am Wegenetz sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, Erreichbarkeit der Ortslage Nebenau ist im Starkregenfall ggf. gefährdet
Kandern Ortslage Wollbach 1	522	großflächige Überflutungsbereiche	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen
Kandern Ortslage Wollbach 2	523	Erosion, Akkumulation von Erosionsmaterial	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
Kandern Ortslage Wollbach 3	524	großflächige Überflutungsbereiche	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen
Lörrach Lettenweg	601	hohe Fließgeschwindigkeit, Rutschungen, viele Personen betroffen	mittel	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern oberhalb führen
Lörrach Unterführung Milkastraße	602	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche, viele Personen und Risikoobjekte betroffen, Unterbrechung der Erreichbarkeit	mittel	Blockierte Evakuierungswege möglich, viele Risikoobjekte, Gefahr für Leib und Leben, Aufenthalt von Personen in Unterführung Milkastraße muss im Ereignisfall ausgeschlossen werden
Rümmingen Wegsanierung 1	701	Gerölltransport, hohe Fließgeschwindigkeit	mittel	hohe Fließgeschwindigkeit und Sediment- und Gerölltransport aus dem Außenbereich führt immer wieder zu Schäden am Wegenetz, Erosionsgefahr auf den landwirtschaftlichen Flächen mit Gefahr zu Ernteauffällen und Bodenverlust (siehe Risikobereich 702)
Rümmingen Wegsanierung 2	702	Gerölltransport, hohe Fließgeschwindigkeit	mittel	hohe Fließgeschwindigkeit und Sediment- und Gerölltransport aus dem Außenbereich führt immer wieder zu Schäden am Wegenetz, Erosionsgefahr auf den landwirtschaftlichen Flächen mit Gefahr zu Ernteauffällen und Bodenverlust (siehe Risikobereich 701)
Rümmingen Rebackerweg	703	Gerölltransport aus Wald	gering	Abfluss vom Waldbereich in das Siedlungsgebiet, große Sedimentfracht kann zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen
Schallbach Reisig-Wälle	801	hohe Fließgeschwindigkeit, Erosion / Akkumulation, Gerölltransport (Ereignis Mai 2018)	hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt. Mehrere bereits durchgeführte Maßnahmen: "Reisig-Wälle", Sedimentfangbecken, Eigenvorsorge, Alarm- und Einsatzplan, Sandsäcke
Schallbach Am Weißen Stein	802	hohe Fließgeschwindigkeit, Erosion / Akkumulation, Gerölltransport (Ereignis Mai 2018)	hoch	Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen, Straßen ggf. nicht

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
				befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt. Mehrere bereits durchgeführte Maßnahmen: "Reisig-Wälle", Sedimentfangbecken, Eigenvorsorge, Alarm- und Einsatzplan, Sandsäcke
Schallbach Im Hofacker/Dorfstraße	803	großflächige Überflutungsbereiche, Schlamm /Geröll, hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit, viele Personen betroffen	hoch	siehe auch Risikobereiche 801 und 802 Abfluss von den Außenbereichen in das Siedlungsgebiet, hohe Betroffenheit (Grundschule), besonders vulnerable Personen, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt. Schlamm und Geröll, Feuerwehr und Kindergarten betroffen (Ereignis Mai 2018)
Schliengen Radweg B3	901	Rutschungen und Erosion aus Rebberg, Überflutung Radweg	gering	Sediment- und Gerölltransport vom Rebberg können zu signifikanten Wegeschäden führen, Erosions- und Rutschungsgefahr auf den Weinbergsflächen mit Gefahr zu Bodenverlust
Schliengen Müllheimer Straße	902	hohe Überflutungstiefen bei Starkregen und bei Hochwasser	gering	Überflutung der Straße und des Siedlungsbereichs (Neubaugebiet) bei Starkregen und bei Hochwasser (ab HQ ₁₀), Rückhaltebecken „Kreuzmatt“
Schliengen Baugebiet Wasengärtle	903	hohe Fließgeschwindigkeit und hohe Überflutungstiefe	gering	Abfluss über den Hohlweg in das Siedlungsgebiet, große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich führen Schutzkonzeption von Wald & Corbe (2017) und Maßnahmen bereits in Planung bzw. umgesetzt: Regenversickerungsbecken gebaut, Grabenumleitung
Schliengen Lindenhof Mauchen	904	Schlamm /Geröll, Erosion und Akkumulation, hohe Fließgeschwindigkeit	gering	Akkumulation von südl. Ackerflächen auf Straße, hohe Fließgeschwindigkeit und Sediment- und Gerölltransport von den Ackerflächen können zu signifikanten Straßenschäden sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen; Rückhaltebecken „Kreuzmatt“, ILEK Erosionsfläche
Weil am Rhein Seebächle/Paradies	1001	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche	mittel	großflächige Überflutungsbereiche, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit
Weil am Rhein Haltinger Straße	1002	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche	gering	großflächige Überflutungsbereiche, Fließweg durch Siedlungsgebiet

Kommune, Bezeichnung des Bereiches	Nr.	Gefahrenaspekte	Risikobewertung	Begründung
Weil am Rhein Haltingen Zentrum	1003	großflächige Überflutungsbereiche, hohe Überflutungstiefe, hohe Fließgeschwindigkeit, viele Personen betroffen	hoch	Abfluss teilweise aus dem Außenbereich in das Siedlungsgebiet, großflächige Überflutungsbereiche mit hoher Fließgeschwindigkeit, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt, kaum Evakuierungsmöglichkeiten
Weil am Rhein Römerstraße	1004	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche, hohe Fließgeschwindigkeiten, Unterbrechung der Erreichbarkeit, Private Tiefgaragen im Überflutungsbereich	hoch	großflächige Überflutungsbereiche mit hoher Fließgeschwindigkeit, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, besonders vulnerable Personen (Seniorenheim), Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt, kaum Evakuierungsmöglichkeiten
Weil am Rhein Mappacher Straße	1005	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche, hohe Fließgeschwindigkeiten, viele Personen betroffen, Private Tiefgaragen im Überflutungsbereich, Unterbrechung der Erreichbarkeit, Erosion und Akkumulation	hoch	großflächige Überflutungsbereiche mit hoher Fließgeschwindigkeit, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt, kaum Evakuierungsmöglichkeiten, Erosion, Akkumulation und Rutschungsgefahr an den Rebflächen
Weil am Rhein Sportanlagen	1006	großflächige Überflutungsbereiche, publikumsintensiv	gering	temporär können sich hier viele Menschen auf den Sportanlagen aufhalten
Weil am Rhein Open Air Kino bei Hadid Bau	1007	großflächige Überflutungsbereiche, publikumsintensiv	hoch	temporär können sich hier viele Menschen auf dem Veranstaltungsgelände aufhalten
Weil am Rhein Breslauer Straße	1008	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche, hohe Fließgeschwindigkeiten, Unterbrechung der Erreichbarkeit, Private Tiefgaragen im Überflutungsbereich	hoch	großflächige Überflutungsbereiche mit hoher Fließgeschwindigkeit, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, besonders vulnerable Personen (Seniorenheim, Schule), Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt, kaum Evakuierungsmöglichkeiten
Weil am Rhein Kantstraße	1009	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche, hohe Fließgeschwindigkeiten, Unterbrechung der Erreichbarkeit, Private Tiefgaragen im Überflutungsbereich	hoch	großflächige Überflutungsbereiche mit hoher Fließgeschwindigkeit, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, besonders vulnerable Personen (Schule, Kindergarten), Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt
Weil am Rhein Otterbach Straße	1010	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche, hohe Fließgeschwindigkeiten, Unterbrechung der Erreichbarkeit, Private Tiefgaragen im Überflutungsbereich	hoch	großflächige Überflutungsbereiche mit hoher Fließgeschwindigkeit, Fließweg durch Siedlungsgebiet mit hoher Betroffenheit, besonders vulnerable Personen (Schule, Kindergarten), Straßen ggf. nicht befahrbar, Erreichbarkeit für Rettungsdienste ggf. eingeschränkt

6.2.2 Risikoobjekte

Risikoobjekte sind einzelne Gebäude oder Infrastruktureinrichtungen. Bei der Risikobetrachtung stehen hier die Objekteigenschaften und die Vulnerabilität des Objektes im Vordergrund. Das Risiko ergibt sich aus dem Schadenspotential der Objekte und ihrer Exponiertheit gegenüber der durch Starkregen oder Hochwasser auftretenden Gefahr (also ihrer Gefährdung).

In den Starkregengefahrenkarten und der Attributtabelle des zugehörigen Shapefiles sind die Risikoobjekte nach ihrem Schadenspotential in zwei Klassen unterteilt. Die Risikoobjekte mit einer bei Starkregen oder Hochwasser potentiellen Gefährdung menschlicher Gesundheit und Leben (u. a. Altenheime, Kindergärten) und Risikoobjekte, die beim Ereignis zuständig sind für das Krisenmanagement (u. a. Feuerwehr, Polizei, Krankenhäuser) werden mit dem Schadenspotential „3“ (hohes Schadenspotential) eingestuft. Die anderen Risikoobjekte, die in den Karten mit blauen Symbolen dargestellt werden, werden mit dem Schadenspotential „2“ (mittleres Schadenspotential) eingestuft. Sonstige Objekte, die nicht gesondert in den Karten hervorgehoben werden (u. a. Wohnhäuser, Lagerräume etc.), können generell ebenfalls Schadenspotential aufweisen, im kommunalen Starkregenrisikomanagement wird dieses jedoch nicht explizit analysiert.

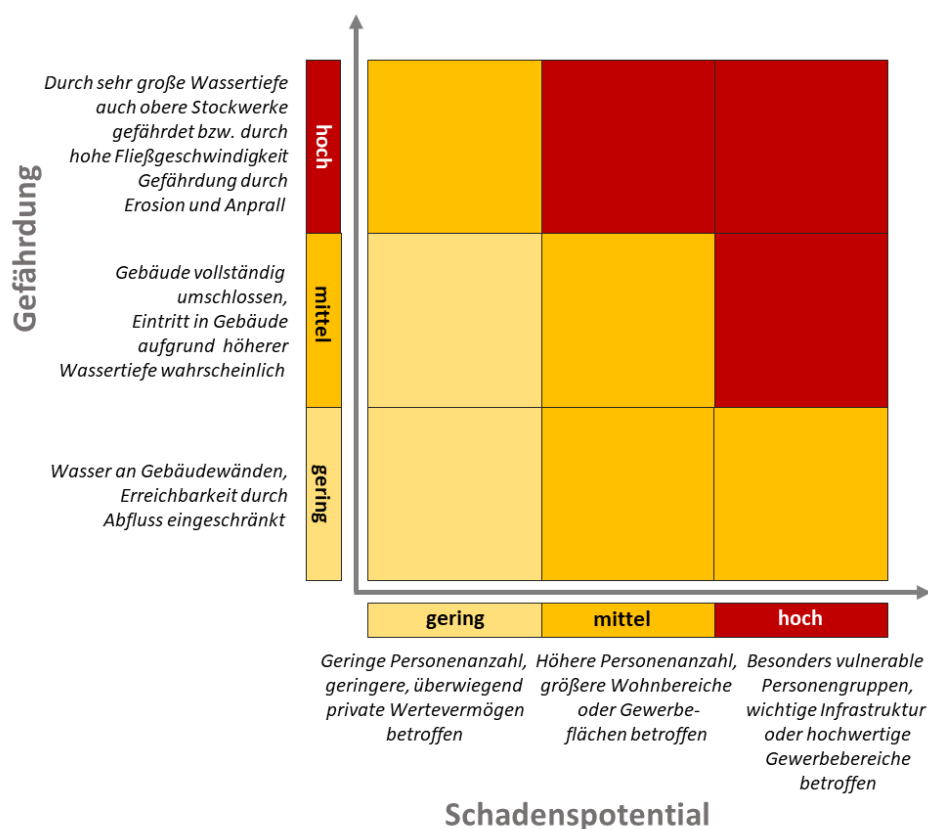


Abb. 43: Matrix zur Risikoeinschätzung (Grafik: geomer)

Abb. 43 zeigt das Bewertungsschema für die Risikobewertung mit einigen Beispielen zur Einschätzung von Gefährdung und Schadenspotential eines Objekts. Das Produkt aus den Einschätzungen zur Gefährdung und zum Schadenspotential ergibt das potentielle Risiko.

Im Rahmen der Risikoanalyse des Projekts EroL wurden exemplarisch Objekte mit einer deutlichen Exposition für eine der Gefahren betrachtet, sofern bei diesen Gebäuden bzw. Infrastruktureinrichtungen besondere Gefahren für Leib und Leben bzw. erhebliche Schäden und Beeinträchtigungen zu erwarten sind. Bei einzelnen Objekten muss zudem die Erreichbarkeit in die Bewertung mit einbezogen werden, da z. B. nur dann die Funktionalität der Feuerwehr gegeben ist, wenn diese auch erreichbar ist. In der folgenden Tabelle sind die 21 Risikoobjekte der an EroL beteiligten Kommunen aufgeführt, die gemäß der o. g. Kriterien identifiziert wurden, wobei aber nicht in allen Kommunen Risikoobjekte benannt wurden.

Für zehn kommunale Risikoobjekte wurden sog. Risikosteckbriefe nach dem Starkregen Leitfa- den erstellt und den betroffenen Kommunen übergeben (siehe Abb. 44).

Risikosteckbrief Rathaus Binzen

1. Allgemeine Angaben

1.1 Daten zum Objekt

Bezeichnung des Risikoobjektes	Adresse
Rathaus Binzen	Am Rathausplatz 6, 79589 Binzen
Objekttyp	Lagekoordinaten (DMS: 3-degree Gauss-Kruger Zone 3)
Rathaus	3396664, 5277897
Objektträger / Eigentümer	Kontaktinformationen Objektträger / Eigentümer
Gemeinde Binzen	Wolfgang Kretschmar (Hausmeister), kretschmar@binzen.de

1.2 Betroffenheit des Objektes bei vergangenen Starkregen- und Hochwasser-Ereignissen

Datum	Ereignis-Typ (Hochwasser, Starkregen, Sturm)	Kurze Beschreibung der Betroffenheit und der Schäden, vorhandene Dokumentationen
Mai 1978	Hochwasser, Hagel	Überschwemmung durch die Kander auf dem gesamten Rathausplatz ab HQ100

1.3 Lageplan

Übersichtsluftfoto, Kartenausschnitt mit Markierung der FotoStandorte (1, 2, 3, ...)

Risikosteckbrief Rathaus Binzen

5 Anhang

5.1 Fotodokumentation

Urheber: geomer GmbH

Nr.	Bild-Nr.	Nr.	Bild-Nr.
1	83360080001_001_Rathaus_Binzen.JPG	7	83360080001_002_Rathaus_Binzen.JPG
2		8	
3	83360080001_003_Rathaus_Binzen.JPG	4	83360080001_004_Rathaus_Binzen.JPG
5	83360080001_005_Rathaus_Binzen.JPG	6	83360080001_006_Rathaus_Binzen.JPG

Abb. 44: Beispiel für einen Risikosteckbrief, die Inhalte wurden mit den jeweiligen Gemeinden abgestimmt

Tab. 9: Risikoobjekte

Nr.	Kommune/ Bezeichnung	Risikoaspekt	Risikobewertung mit Begründung (gering, mittel, hoch, sehr hoch)	Risikosteck- brief
1	Bad Bellingen/ Kindergarten Mond- hüpfer	Besonders vulnerable Perso- nen	gering Kindergarten liegt im UG, Fluchtmöglichkeiten in EG und OG möglich, geringe Wassertiefen	ja
2	Bad Bellingen/ Glasfaserverteiler	Versorgungsengpässe	gering Wichtige Infrastruktur	nein
1	Binzen/ Rathaus	hohe Überflutungstiefe, groß- flächige Überflutungsbereiche	mittel Oberflächenabfluss sammelt sich rund um das Gebäude bei Starkregen und bei Hochwasser (ab HQ _{ext}) und Wassereintritt ist plausibel. Zudem ist ggf. die Er- reichbarkeit durch Überflutung der Straßen beschränkt.	ja
1	Efringen-Kirchen/ ev. Kindergarten Win- tersweiler	Besonders vulnerable Perso- nen, Keller/Turnraum im EG Wasser und Geröll	sehr hoch Oberflächenabfluss und Geröll sammelt sich rund um das Gebäude bei Starkre- gen, bei den letzten Starkregenereignissen wurde der Kindergarten häufiger ge- flutet Entschärfung Risikobereich 32, Maßnahmenplanung Büro Fritz, Fenster im unte- ren Teil wurden durch wasserdichte Fenster ersetzt, der Wall vor dem Kindergar- ten wurde erhöht und die Entwässerungsleitung in den Kanal wurde entfernt, weitere Maßnahmen bereits in Planung	nein
2	Efringen-Kirchen/ Schule Istein	Besonders vulnerable Perso- nen	gering Wassereintritt bei Starkregen plausibel	nein
3	Efringen-Kirchen/ Kindergarten Istein	Besonders vulnerable Perso- nen	mittel hohe Überflutungstiefe, Wassereintritt bei Starkregen plausibel, Berücksichti- gung bei der Alarm- und Einsatzplanung, Unterstützung bei Evakuierung von be- sonders vulnerablen Personen	nein
4	Efringen-Kirchen/ Feuerwehr Istein	Rettungswesen	gering Wassereintritt bei Starkregen plausibel, Berücksichtigung bei der Alarm- und Ein- satzplanung	nein
5	Efringen-Kirchen/ Schule Egringen	Besonders vulnerable Perso- nen	mittel hohe Fließgeschwindigkeit und große Sedimentfracht kann zu signifikanten Sach- und Personenschäden in der Schule führen, Schlamm läuft bei Starkregen durch Gebäude, wenn Risikobereich 304 entschärft ist, besteht hier kein Hand- lungsbedarf, Maßnahmenplanung Büro Fritz	nein
1	Kandern/ August-Macke- Schule	viele Personen betroffen, hohe Überflutungstiefe	mittel Abfluss vom Waldbereich in das Siedlungsgebiet, große Sedimentfracht und	ja

Nr.	Kommune/ Bezeichnung	Risikoaspekt	Risikobewertung mit Begründung (gering, mittel, hoch, sehr hoch)	Risikosteck- brief
			hohe Fließgeschwindigkeiten können zu signifikanten Sach- und Personenschäden im Siedlungsbereich und an der August-Macke-Schule führen (siehe auch Risikobereich 512)	
1	Lörrach/ Kath. Kindergarten Arche Noah	mittlere Überflutungstiefe, Überlaufen der Dachentwässerung	gering Oberflächenabfluss sammelt sich rund um das Gebäude bei Starkregen und bei Hochwasser (ab HQ _{ext}), Wassereintritt ist jedoch unwahrscheinlich. Überlaufen der Dachentwässerung, Wasser sammelt sich im Hof und versickert nicht, sondern bleibt mehrere Wochen dort stehen	ja
2	Lörrach/ Kindergrippe Schöpfungslinstiftung	Erreichbarkeit für Einsatzkräfte, mittlere Überflutungstiefe	gering Wassereintritt unwahrscheinlich, ggf. Unterstützung bei Evakuierung	nein
1	Rümmingen/ Bauhof	mittlere Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsgebiete	hoch Oberflächenabfluss sammelt sich rund um das Gebäude bei Starkregen und bei Hochwasser (ab HQ ₁₀₀) und Wassereintritt ist plausibel. Zudem ist ggf. die Erreichbarkeit durch Überflutung der Straßen beschränkt. Gefährdung durch Auslaufen wassergefährdender Stoffe und Ausfall der Steuerungsanlage	ja
2	Rümmingen/ Abdankungshalle	geringe Überflutungstiefe	gering Oberflächenabfluss sammelt sich rund um das Gebäude bei Starkregen und Wassereintritt ist plausibel. Geringes Risiko, da sich Personen nur temporär in der Halle aufhalten, Fluchtmöglichkeiten auf Empore bestehen	ja
3	Rümmingen/ Feuerwehr	mittlere Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsgebiete	mittel Oberflächenabfluss sammelt sich rund um das Gebäude bei Starkregen und bei Hochwasser (ab HQ ₁₀₀) und Wassereintritt ist plausibel. Zudem ist ggf. die Erreichbarkeit durch Überflutung der Straßen beschränkt. Berücksichtigung bei der Alarm- und Einsatzplanung	nein
1	Schallbach/ Gemeindeverwaltung	mittlere Überflutungstiefe	gering Oberflächenabfluss sammelt sich rund um das Gebäude bei Starkregen und Wassereintritt ist plausibel. Insgesamt geringes Risiko, da sich Personen in der Gemeindehalle und im Jugendtreff nur temporär aufhalten, Fluchtmöglichkeiten in höhere Stockwerke möglich	ja
2	Schallbach/ Feuerwehr	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsgebiete Wasser bis Kniehöhe im Haus (Ereignis Mai 2018)	sehr hoch bei Starkregen großflächige Überflutungsgebiete vor und im Gebäude mit Schlamm und Geröll; Hohe Fließgeschwindigkeiten vor dem Gebäude behindern möglicherweise die Anfahrt Feuerwehrangehörigen. Wassereintritt ins Gebäude könnte einen Ausfall der Energieversorgung und dadurch eine Einschränkung der Kommunikationsmöglichkeiten bedeuten. Berücksichtigung bei der Alarm- und Einsatzplanung.	ja
3	Schallbach/ Kindergarten	großflächige Überflutungsgebiete vor dem Kindergarten mit Schlamm und Geröll, besonders vulnerable Personen	sehr hoch bei Starkregen großflächige Überflutungsgebiete vor dem Kindergarten mit	ja

Nr.	Kommune/ Bezeichnung	Risikoaspekt	Risikobewertung mit Begründung (gering, mittel, hoch, sehr hoch)	Risikosteck- brief
			Schlamm und Geröll, Berücksichtigung bei der Alarm- und Einsatzplanung, Unterstützung bei Evakuierung von besonders vulnerablen Personen, Erreichbarkeit für Einsatzkräfte ggf. gefährdet	
4	Schallbach/ Trafohaus	hohe Überflutungstiefe, großflächige Überflutungsbereiche	hoch eventuell Ausfall bei Starkregen	nein
1	Weil am Rhein/ Seniorenheim Markgräfler Land	großflächige Überflutungsbereiche vor dem Seniorenheim, besonders vulnerable Personen	hoch bei Starkregen großflächige Überflutungsbereiche vor dem Seniorenheim, Berücksichtigung bei der Alarm- und Einsatzplanung, Unterstützung bei Evakuierung von besonders vulnerablen Personen, Erreichbarkeit für Einsatzkräfte ggf. gefährdet	ja
2	Weil am Rhein/ Seniorenheim Stella Vitalis	großflächige Überflutungsbereiche vor dem Seniorenheim, besonders vulnerable Personen	hoch liegt nicht in kommunaler Verantwortung, da privater Träger bei Starkregen großflächige Überflutungsbereiche vor dem Seniorenheim, Berücksichtigung bei der Alarm- und Einsatzplanung, Unterstützung bei Evakuierung von besonders vulnerablen Personen, Erreichbarkeit für Einsatzkräfte ggf. gefährdet	nein
3	Weil am Rhein/ Wohnanlage Erlenhof	großflächige Überflutungsbereiche vor dem Seniorenheim, besonders vulnerable Personen	hoch liegt nicht in kommunaler Verantwortung, da privater Träger bei Starkregen großflächige Überflutungsbereiche vor dem Seniorenheim, Berücksichtigung bei der Alarm- und Einsatzplanung, Unterstützung bei Evakuierung von besonders vulnerablen Personen, Erreichbarkeit für Einsatzkräfte ggf. gefährdet	nein

6.3 Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse der Risikoanalyse sind als Warnsymbole in die Überflutungstiefen- und Erosionskarte eingetragen. Diese Kartenblätter liegen daher in einer zweiten, aktualisierten Form vor. Ergänzend wird hier die jeweilige laufende Nummer der Risikobereiche und der Risikoobjekte eingedruckt (siehe Abb. 45). Die Risikobereiche werden auch im anschließenden Handlungskonzept detaillierter betrachtet und es werden für diese dann Maßnahmenvorschläge erarbeitet.

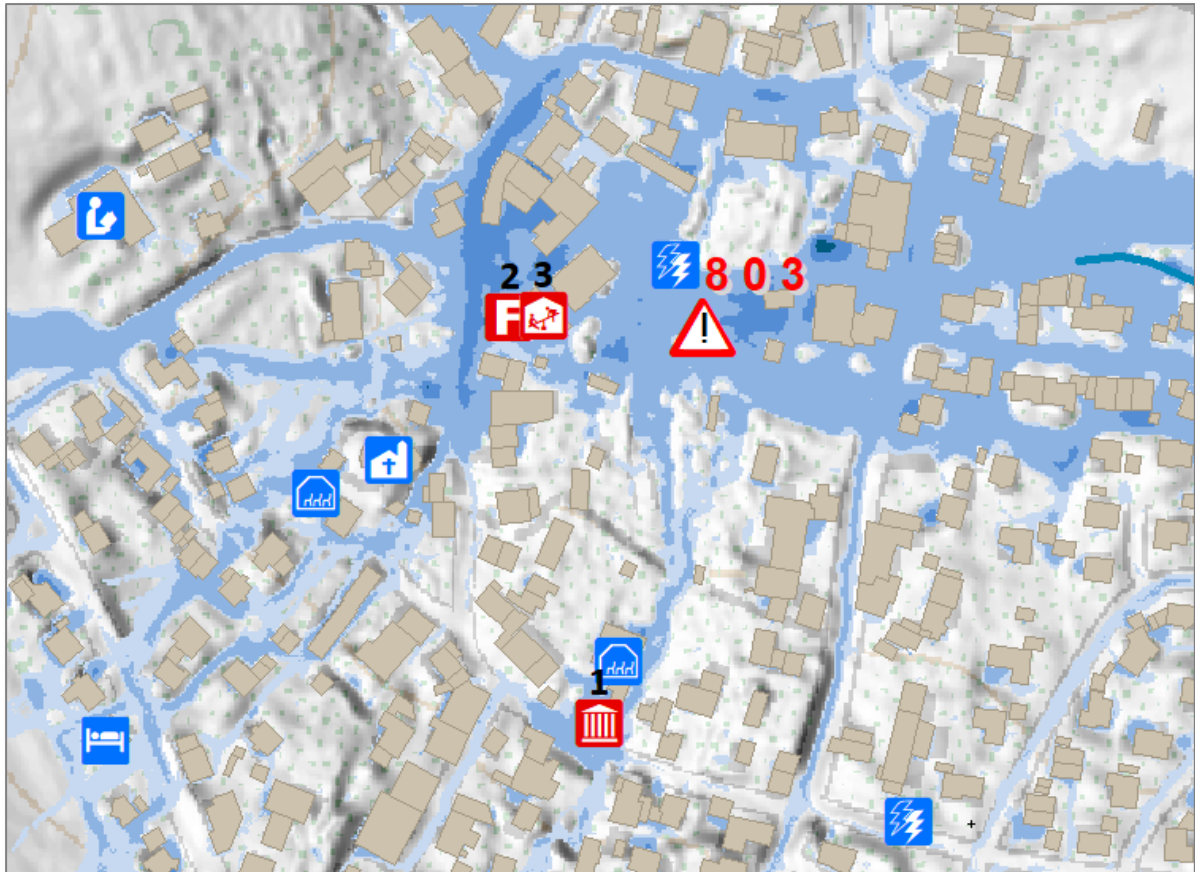


Abb. 45: Auszug aus einer kombinierten Darstellung von Risikoobjekten, Risikobereiche (Warnsymbol mit Nummerierung) und den Überflutungstiefe

6.4 Altlastenstandorte

6.4.1 Veranlassung und Ziel der Risikoanalyse der Altlaststandorte

Im Rahmen der laufenden Arbeiten des EroL-Projekts zeigte sich bei der Bearbeitung der Risikobereiche bei den Rückmeldungen der Kommunen, dass die Anzahl der Risikoschwerpunkte deutlich höher anzusetzen war, als in der ursprünglichen Konzeption vorgesehen. Die Tatsache, dass die Bearbeitung der Risikobereiche, insbesondere in den Außengebieten, für die Kommunen einen ebenso zentralen Punkt ist, wie für das Projekt selbst, machte es notwendig, die Bearbeitung in diese Richtung zu erweitern. Im Weiteren zeigte sich die Erfordernis, insbesondere die Problematik der Altlastverdachtsflächen detailliert auszuarbeiten. Hierdurch erhöhte sich die Anzahl der zu bearbeitenden Risikobereiche nochmals deutlich gegenüber dem ursprünglichen

vorgesehenen Umfang. Die bisher beim Landratsamt vorliegenden Konzepte und Daten zur Vorgehensweise bei der Risikobewertung der Altlastverdachtsflächen (insbesondere hinsichtlich Erosion und Rutschungen) auf Basis der landesweit bereitgestellten Daten erwiesen sich im Kontext der vorliegenden Problematik als nicht zielführend, so dass sich hier ein Bedarf zur Weiterentwicklung der Methodik ergab. Aufgrund der in EroL erarbeiteten Grundlagen stand zudem eine deutlich bessere Datenbasis als Bewertungsgrundlage zur Verfügung. Die entwickelte, iterative Bewertungsmethodik wurde im Gelände anhand ausgewählter Musterstandorte verifiziert. Die Vorgehensweise wurde mit dem Landratsamt iterativ abgestimmt und gemeinsam eine Risikobewertung der Altlastverdachtsflächen festgelegt.

Nach der vorausgegangenen, vorwiegend GIS-gestützten Bewertung, wurden fragliche Standorte nochmals im Rahmen einer Geländebegehung vor Ort beurteilt und entsprechend dokumentiert. Der Umfang dieser Arbeiten war im Vorfeld mit dem Landkreis abgestimmt worden.

6.4.2 Grundlagendaten zur Beurteilung der Gefährdung der Altlasten

Vom Landratsamt wurden sowohl Altlaststandorte als auch Altablagerungen als ESRI Shapefile für das EroL-Projektgebiet zur Verfügung gestellt. Für die Beurteilung, inwiefern der jeweilige Standort als Risikoschwerpunkt in Frage kam, wurden folgende Daten verwendet:

- **Hangneigung** (abgeleitet aus dem Digitalen Geländemodell)
- **Erosion**: Simulationsresultate für die Erosion auf Basis des „badcase“-Szenarios
- **Starkregengefahrenkarten**: Überflutungstiefen und Fließgeschwindigkeiten des außergewöhnlichen Starkregenereignisses (UT_AUS_V, FG_AUS_V)
- **Hochwassergefahrenkarten (HWGK)**: Überflutungstiefen des 10-, 50-, 100- und extremen Ereignisses (UT_HQ10, UT_HQ50, UT_HQ100, UT_HQ_{extrem})
- **Ingenieurgeologischen Karte (LGRB)**: Rutschungsgebiete der ing_rgkg im 25 m Raster
- **ALKIS**: Tatsächliche Nutzung zur Ermittlung der Altstandorte im Siedlungsbereich

Bewertet wurden die mit „B - Belassen zur Wiedervorlage“ bewerteten Fälle der Altlastverdachtsflächen (332 Flächen im Projektgebiet). Die mit „A“ bewerteten Fälle wurden nach Rücksprache mit dem Landratsamt ausgeschieden. Weiterhin wurden Altstandorte im Siedlungsbereich nicht berücksichtigt. Letztendlich waren somit 176 Altablagerungsflächen oder schädliche Bodenveränderungen zu bewerten (siehe Abb. 46).

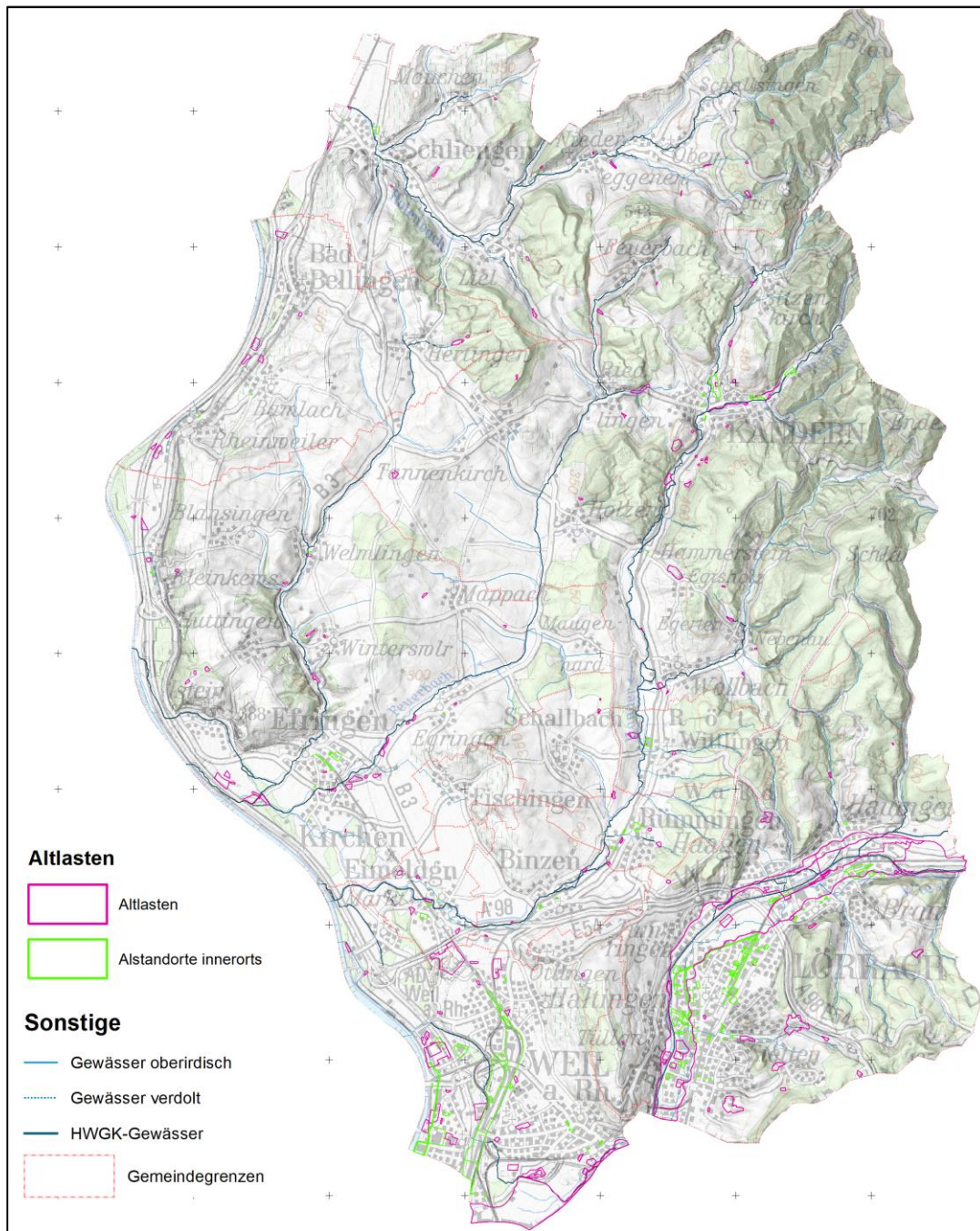


Abb. 46: Lage der Alllasten (B-Fälle) im EroL-Projektgebiet innerorts (grün) und außerorts (lila)

6.4.3 GIS-Analyse

6.4.3.1 Ermittlung statistischer Werte

Zunächst wurden für die Verdachtsflächen mit Hilfe einer GIS-Analyse zugeordnet bestimmte statistische Werte, wie beispielsweise Höhenlage und Hangneigung ermittelt. Außerdem wurden die Standorte ermittelt, die sich mit den „Hangrutschungsflächen“ aus der Ingenieurgeologischen Karte sowie den Siedlungsgebieten gemäß Kriterium „ALKIS - Tatsächliche Nutzung“ überschneiden. In der folgenden Tabelle sind die ermittelten Kriterien aufgelistet.

Tab. 10: Statistische Analyse der Altlastverdachtsflächen

Feldname	Bedeutung	Einheit
Area	Flächengröße	m ²
Z_Min	minimale Höhe ü NN	m
Z_Max	maximale Höhe ü NN	m
Z_Mean	durchschnittliche Höhe ü NN	m
Min_Slope	minimale Hangneigung	%
Max_Slope	maximale Hangneigung	%
Avg_Slope	durchschnittliche Hangneigung	%
UT_SEL	maximale Überflutungstiefe des seltenen Starkregenereignisses	m
UT_AUS	maximale Überflutungstiefe des seltenen Starkregenereignisses	m
UT_EXT	maximale Überflutungstiefe des extremen Starkregenereignisses	m
FG_SEL	maximale Fließgeschwindigkeit des seltenen Starkregenereignisses	m/s
FG_AUS	maximale Fließgeschwindigkeit des seltenen Starkregenereignisses	m/s
FG_EXT	maximale Fließgeschwindigkeit des extremen Starkregenereignisses	m/s
UT_HQ10	maximale Überflutungstiefe bei Hochwasser HQ ₁₀	m
UT_HQ50	maximale Überflutungstiefe bei Hochwasser HQ ₅₀	m
UT_HQ100	max. Überflutungstiefe bei Hochwasser HQ ₁₀₀	m
UT_HQext	max. Überflutungstiefe bei Hochwasser HQ _{extrem}	m
ero_badmax	maximale Erosion badcase-Szenario	t/ha
dep_badmax	maximale Deposition badcase-Szenario	t/ha
Rutsch	Überlagerung Altlastfläche - Hangrutschungsflächen	0=nein; 1=ja
Siedlung	Lage der Verdachtsfläche im Siedlungsbereich	0=nein; 1=ja

Hinsichtlich der Altstandorte wurde zunächst so vorgegangen, dass lediglich eine Überprüfung stattfand, inwieweit diese Bestandteil eines Siedlungsgebietes sind. War dies der Fall, wurde die Fläche aus dem weiteren Beurteilungsverfahren ausgeschlossen. Von den zunächst 332 betrachteten Altlastenflächen kam es zu sieben Überlagerungen mit den Hangrutschungsflächen aus der Ingenieurgeologischen Karte. 156 Altstandorte lagen innerhalb von Siedlungsflächen und wurden somit ebenfalls von den weiteren Betrachtungen ausgeschlossen, so dass letztendlich eine Zahl von 176 Verdachtsflächen für die weitere Gefährdungsbeurteilung übrigblieben.

6.4.3.2 Ermittlung der 75%-Perzentile

Da sich die einfache statistische Ermittlung der Minimum-, Maximum- und Durchschnittswerte der vier u. g. Kriterien als wenig hilfreich für die Bewertung der Altlasten erwiesen, legte man sich in Absprache mit dem Landratsamt auf das 75%- Perzentil dieser Werte fest, um den Einfluss von Extremwerten oder großer Schwankungsbreiten in der Datenverteilung auf das statistische Auswertungsergebnis von vornherein ausschließen zu können.

Die 75%-Perzentile wurden für die Themen berechnet, die später auch als Kriterium für die Endbewertung herangezogen wurden:

- Hangneigung
- Erosion
- Fließgeschwindigkeit
- Überflutungstiefe

6.4.4 Risikoanalyse der Altlastenstandorte

6.4.4.1 Bewertungskriterien

Die Bewertung der Verdachtsflächen erfolgte in Abhängigkeit davon, ob eine Fläche überhaupt von Starkregen betroffen ist, und wenn ja, wie schwer die Betroffenheit wiegt. Hierbei wurden fünf Kriterien zu Grunde gelegt, anhand derer die Schwere der Betroffenheit schrittweise sinnvoll ermittelt werden konnte. Die Bewertungsmatrix erlaubte es, alle 176 Fläche in einem einheitlichen Verfahren mit gleichen Bewertungskriterien zu kategorisieren. Grundlage für die Bewertung der Verdachtsflächen, war die Überlegung, in welchem Fall eine Fläche überhaupt nachteilig vom Starkregen-Einfluss tangiert ist bzw. mit welchen Faktoren eine Beeinträchtigung wächst. Die Bewertung der Betroffenheit erfolgte anhand folgender Fragestellungen:

- a) Wird eine Fläche überhaupt überströmt, d.h. findet Abfluss auf ihr statt?
- b) Treten bei der Überströmung der Fläche hohe bis sehr hohe Fließgeschwindigkeiten auf?
- c) Sind die auftretenden Fließgeschwindigkeiten nicht nur Abflussmengen-bedingt, sondern werden diese durch eine entsprechende Hangneigung (Reliefierung) verstärkt?
- d) Stuft die Erosionskarte den Bereich, in dem die Verdachtsfläche liegt ohnehin als erosionsgefährdet ein?
- e) Kommt es im Falle geringerer Fließgeschwindigkeiten und schwach ausgeprägter Hangneigung zu einem längeren Überstau / Einstau auf der Fläche mit Durchfeuchtung und Rutschung als mögliche Folge?

Für die Abarbeitung dieser 5-stufigen Bewertung wurden die oben bereits erwähnten 75%-Perzentile von Überflutungstiefe und Fließgeschwindigkeit des außergewöhnlichen Starkregenereignisses, der Erosion des „bad case“-Szenarios sowie die Hangneigung herangezogen.

6.4.4.2 Bewertungsprioritäten

Die Betroffenheit der Verdachtsflächen wurde schließlich über die Festlegung verschiedener Bewertungsprioritäten eingestuft. Bereits zu Beginn wurden Flächen innerhalb der Siedlungsgebiete herausgefiltert. Im zweiten Schritt wurden dann die Flächen identifiziert, auf denen überhaupt Abfluss stattfindet. Die Einstufung hinsichtlich Fließgeschwindigkeit (3. Beurteilungsschritt) erfolgte gemäß den Vorgaben zur Klassifizierung im Starkregenleitfaden der LUBW. Im anschließenden Bewertungsschritt (Schritt 4) wurde die Hangneigung ausgewertet. Die Kategorisierung basierte dabei auf der bodenkundlichen Kartieranleitung (BGR 2005), DIN 19708 und einer Abschätzung der LUBW (siehe Abb. 47).

Hangneigung als Hauptdatengrundlage

30 Grad oft als physikalische Grenze angegeben (Umrechnung: $1^\circ = 1,75\%$ bzw. $30^\circ = 57,7\%$)
 Relevant sind Reibungswinkel bzw. der Reibungswiderstand, z.B. kann Sand nicht steiler als 40° geschüttet werden.
 → allerdings geringerer Reibungswiderstand bei wassergesättigten Böden, ggf. auch Gleitschicht vorhanden und unterschiedliche Refleiformen zu berücksichtigen

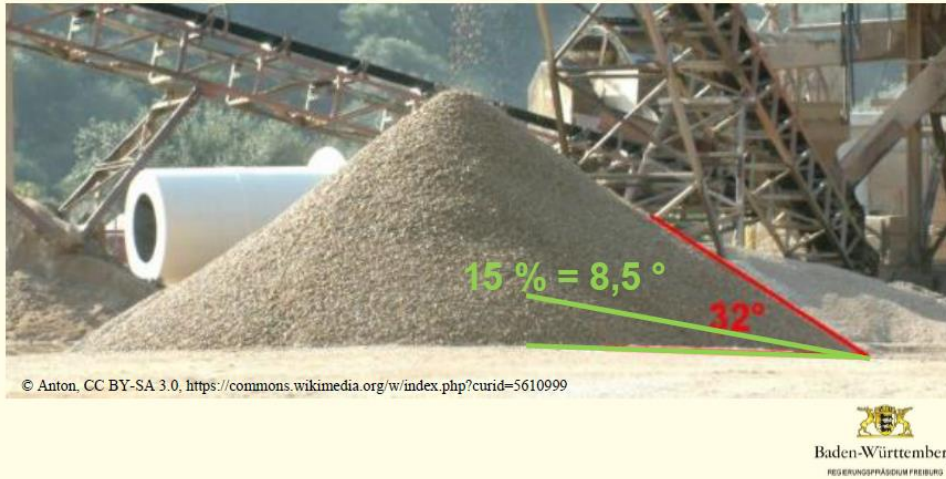


Abb. 47: Beurteilung von Neigungswinkeln hinsichtlich Rutschungsgefährdung (Abschätzung der LUBW)

Die Klasseneinteilung der Bodenerosion erfolgte ebenfalls nach DIN 19708. Die Kategorisierung der Überflutungstiefe erfolgte gemäß Starkregenleitfaden (LUBW 2016) und bodenkundlicher Kartieranleitung (BGR 2005).

Folgendes Fließschema illustriert zusammenfassend den Bewertungsprozess bei der Ermittlung der Betroffenheit der jeweiligen Verdachtsfläche (siehe Abb. 48).

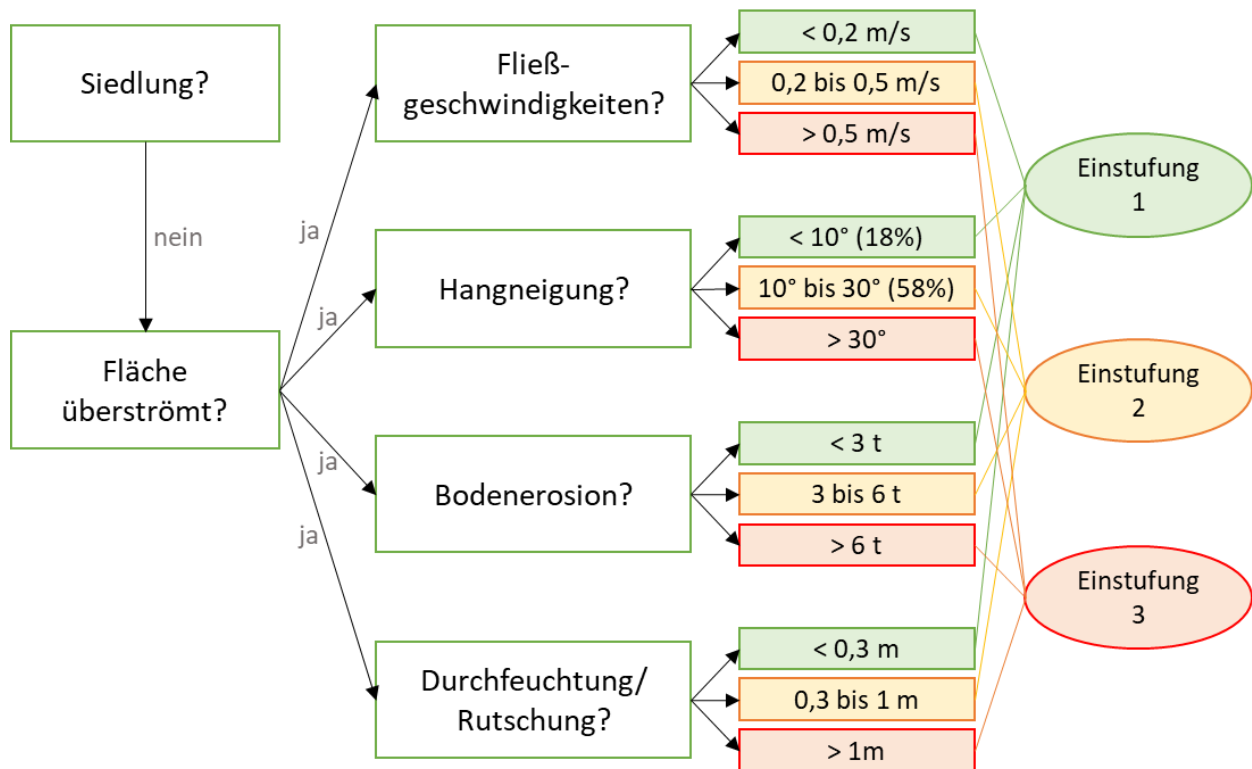


Abb. 48: Beurteilungsschema für die Betroffenheit einer Altlastverdachtsfläche durch Starkregenereignisse

6.4.4.3 Gefährdungsbeurteilung

Nach einem ersten Bewertungslauf zeigten die erzielten Ergebnisse in der Gegenüberstellung mit den Beobachtungen im Gelände auf Testflächen noch Schwächen, die es zu beseitigen galt. Das Bewertungssystem wurde daher in Absprache mit dem Landratsamt nochmals verfeinert, indem die Bewertungskriterien gemäß ihrer Priorisierung mit einem zusätzlichen Gewichtungsfaktor versehen wurden. Das heißt, die nach oben beschriebenen Berechnungsergebnisse wurden nochmals mit folgenden Faktoren gewichtet:

- Fließgeschwindigkeit: 50 %
- Hangneigung: 30 %
- Erosion 15 %
- Überflutungstiefe 5 %

Das Klassifizierungsergebnis jedes Bewertungsschritts wird mit dem jeweiligen Bewertungsfaktor multipliziert. Anschließend werden die Produkte zum abschließenden Bewertungsergebnis aufaddiert. Die Spannweite der Bewertungsergebnisse reicht somit von der Obergrenze 3 (größte Gefährdung) bis zur Untergrenze 1 (gering betroffen). Die Bewertungsergebnisse werden dann abschließend in folgende Gefährdungsklassen eingruppiert:

Tab. 11: Wertebereiche und zugeordnete Bewertungsklassen der Gefährdungsbeurteilung

Gefährdungsklasse	Wertebereich
1 (gering)	≤ 1,7
2 (mittel)	1,8 bis 2,3
3 (hoch)	>2,3

Um absolut ausschließen zu können, dass es bei der automatisierten und standardisierten Bewertung zu keinen Falschbewertungen kam, wurden sämtliche 176 Flächen vom Ingenieurbüro nach ihrer automatisierten Bewertung nochmals im GIS zusammen mit dem Altlastensachbearbeiter des Landratsamtes in Augenschein genommen und auf Plausibilität geprüft. Damit sollte ausgeschlossen werden, dass der Bewertungs-Algorithmus doch noch unbemerkte Schwachstellen hätte aufweisen können, was jedoch nicht der Fall war. Bei vier Flächen wurde ein gemeinsamer Bedarf der „Nachbegehung“ gesehen, deren Ergebnisse im folgenden Kapitel dokumentiert sind.

6.4.5 Ergebnisse der Risikoanalyse der Altlastenstandorte

6.4.5.1 Auswertung

Wie bereits oben ausgeführt, wurden zunächst Flächen aussortiert, die innerhalb von Siedlungsgebieten lagen. Damit reduzierte sich die ursprüngliche Anzahl von 332 Altlastverdachtsflächen um 156 Altlastverdachtsflächen auf nun noch verbleibende 176 Flächen. Elf Flächen, die ebenfalls im Siedlungsbereich lagen, waren nicht durch das Selektionsverfahren erfasst worden, da diese in der ALKIS-Nutzung in der Unterart „offen“ eingruppiert und somit nicht eindeutig dem Siedlungsbereich zuzuordnen waren. Diese Flächen wurden somit händisch eliminiert.

Bei 142 der 176 Flächen, also bei gut 80 %, konnte die Gefährdungseinstufung durch das automatisierte Bewertungsverfahren übernommen werden. Am Ende weisen 124 Altlastverdachtsflächen eine geringe, 39 eine mittlere und 13 eine hohe Gefährdung durch Starkregen- und Erosionsereignisse aus (siehe Abb. 49).

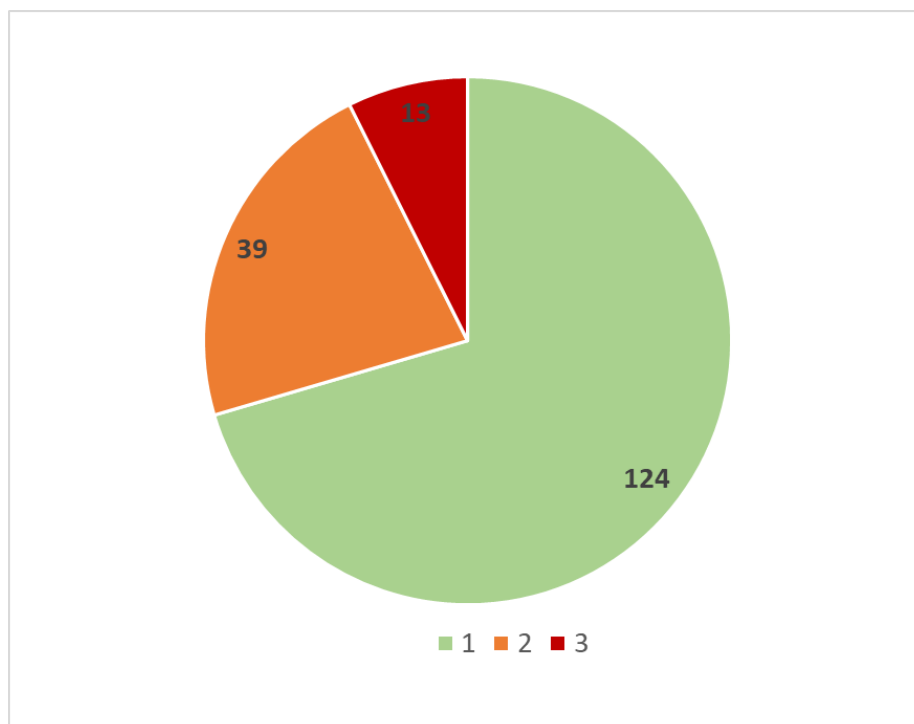


Abb. 49: Endgültige Bewertung der Altlastenflächen

6.4.5.2 Validierung der Ergebnisse

Um die Ergebnisse des automatisierten Bewertungsverfahrens zu plausibilisieren, wurden nach Rücksprache mit dem Landratsamt drei Altlastenflächen vor Ort überprüft. Es handelte sich dabei um die folgenden Flächen:

- Altablagerung „Kippe b. Märkter Steg“ in Eimeldingen
- Altablagerung „Hellberg“ in Lörrach
- Altablagerung „Gauglersloch“ in Efringen-Kirchen - Mappach

In allen drei Fällen bestätigte sich die automatisierte Klasseneinteilung („gering“). Bei der Vorortbegehung waren keine Spuren zurückliegender Starkregenereignisse erkennbar, wobei insbesondere die beiden Flächen in Märkt und Mappach (Efringen-Kirchen) in jüngerer Vergangenheit von Starkregenereignissen betroffen waren.

6.4.6 Schlussfolgerungen der Risikoanalyse der Altlastenstandorte

Bei der Vorauswahl der Flächen, die außerhalb der Siedlungsflächen liegen, wurden einige Flächen nicht erfasst. Dies betrifft Flächen, die tatsächlich im Siedlungsbereich liegen, aber als „außerorts liegend“ selektiert wurden. Hier ist eine Überprüfung der ausgewählten Daten erforderlich.

Weiterhin gilt es zu beachten, dass bei dem 75%- Perzentil-Verfahren, Flächen aufgrund von „Ausreißer-Werten“ eine zu hohe Einstufung erhielten, obwohl die Fläche insgesamt nur sehr gering z. B. durch Erosion oder Abfluss betroffen war. Das heißt, einzelne Rasterflächen innerhalb des Flächenpolygons wurden gegenüber der deutlich größeren Restfläche überbewertet. Hier ist eine Optimierung des Betroffenenheitsgrads der Fläche notwendig, indem vorab der tatsächlich betroffene und damit der Auswertung zugrundeliegende Flächenanteil definiert werden sollte.

Außerdem war bei einigen Flächen eine „Nachjustierung“ in den Bewertungsklassen notwendig. Diese ist jedoch nur durch Ortskenntnis möglich. Daher sollten an dem automatisierten Bewertungsverfahren Akteure beteiligt werden, die zum einen Ortskenntnisse aufweisen und zum anderen Kenntnisse zu den betroffenen Altlastenflächen besitzen.

Zusätzlich ist zu berücksichtigen, dass ein Vergleich der Gefährdung bei den unterschiedlichen Ereignisstufen (selten, außergewöhnlich, extrem) wie auch den Oberflächenbeschaffenheitsszenarien (verschlämmt / unverschlämmt) sowohl für die Auswirkungen des Starkregens wie auch der Erosion im Rahmen von EroL nicht durchgeführt wurden. Als Grundlage für die Betroffenheit bei Starkregen wurde das außergewöhnliche verschlammte Szenario (AUS_V), also das mittlere Szenario, verwendet. Eine veränderte Gefährdung der Altlastenflächen wäre bei der Verwendung des seltenen und/oder extremen sowie des unverschlammten Szenarios zu erwarten.

Gleiches gilt für die Erosion. Hier wurde für die Bewertung das im Rahmen von EroL entwickelte „bad case“ Szenario verwendet. Die anderen Szenarien „real case 1“, „real case 2“ und „good case“ wurden nicht berücksichtigt. Auch hier ist ggf. mit einer Veränderung der Gefährdung der Altlastenflächen zu rechnen. Allerdings ist zu beachten, dass im EroL-Projekt ein physikalischereignisbasiertes Erosionsmodell zum Einsatz kam und die Szenarien darauf basierend entwickelt wurden. Die landesweiten Daten, die üblicherweise in Starkregenprojekten nach Leitfaden zur Verfügung gestellt werden, basieren auf dem langjährigen Bodenabtrag, der mit der empirischen Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) ermittelt wird (siehe auch Kapitel 8.2).

7. Handlungskonzept

7.1 Erstellung des Handlungskonzepts

In der dritten und entscheidenden Phase von EroL wurden für die beteiligten Kommunen nach Auswertung der Erosions- und Starkregengefahrenkarten, der Risikokarten für Risikoobjekte/-bereiche sowie nach Abstimmung mit den in diesem Bereich tätigen Akteur*innen jeweils ein Handlungskonzept entwickelt.

Auch für die Erstellung des Handlungskonzepts waren zwei Workshops vorgesehen. Im ersten Workshop sollten folgende Kapitel des Handlungskonzepts bearbeitet werden:

- Informationsvorsorge
- Kommunale Flächenvorsorge
- Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen (Kapitel 5)

Der erste Workshop war Anfang Juli 2020 geplant, dieser ist jedoch Corona-bedingt ausgefallen. Als Ersatz wurden die Entwürfe der Handlungskonzepte Anfang Juni 2020 an die Kommunen versandt. Zur Unterstützung für die Bearbeitung durch die Gemeinden wurden ein Videovortrag und eine detaillierte Anleitung beigefügt. Die Kommunen hatten dann bis Ende Juli 2020 Zeit, um das Handlungskonzept zu bearbeiten. Anschließend erfolgte eine Einarbeitungsphase durch geomer.

Im zweiten Workshop ging es um das Kapitel Krisenmanagement. Hier waren neben den kommunalen Vertretern auch Angehörige der Polizei und Feuerwehr anwesend. Der Workshop fand in Präsenz am 8. September 2020 im Landratsamt Lörrach statt. Anschließend hatten die Gemeinden nach zwei Fristverlängerungen bis Ende Januar 2021 die Möglichkeit, das Handlungskonzept weiter zu bearbeiten und der Projektgruppe zur Finalisierung zu übergeben. Dies wurde jedoch von vier Kommunen bis Ende März 2021 noch nicht wahrgenommen. Jedoch bilden die vorliegenden Versionen schon eine arbeitsfähige Grundlage und können auch selbstständig durch die Kommunen finalisiert werden (hier geht es vor allem um noch fehlende Daten und Zuständigkeiten)

Für Bad Bellingen wurde im Rahmen von EroL kein Handlungskonzept erstellt, da die Gemeinde bereits über ein Handlungskonzept, das nach dem Starkregen Leitfaden erstellt wurde, verfügt. Somit wurden insgesamt elf Handlungskonzepte angefertigt.

In drei Kommunen (Schliengen, Weil am Rhein und Schallbach) wurde das Handlungskonzept im Gemeinderat vorgestellt und beschlossen.

Im Folgenden werden die Kapitel des Handlungskonzepts mit möglichen Maßnahmen in den unterschiedlichen Bereichen allgemein vorgestellt.

7.2 Ziel Handlungskonzepts und Veranlassung

Das Ziel des Handlungskonzeptes ist, durch geeignete Vorsorgemaßnahmen Erosions- und Abflussgefährdungen im Außenbereich sowie Überflutungen im Gemeindegebiet so weit als möglich zu verhindern bzw. im Überflutungsfall die Schäden möglichst gering zu halten.

Die Oberziele des Erosionsschutzes und des Starkregenrisikomanagements gehen Hand in Hand mit den Oberzielen der Hochwasserrisikomanagementplanung:

- Vermeidung neuer Risiken
- Verringerung bestehender Risiken
- Verringerung nachteiliger Folgen während eines Starkregens
- die Verringerung nachteiliger Folgen nach einem Starkregen

Die nach dem Handlungskonzept erforderlichen und nachstehend beschriebenen Maßnahmen sollen innerhalb der Verwaltung koordiniert und mit den beteiligten Akteur*innen kommuniziert werden. Um die Ziele zu erreichen, sollten alle relevanten Akteur*innen (Fachämter der Verwaltung, politische Entscheidungsträger, Bürgerschaft, Fachplaner, Handel und Gewerbe, Land- und Forstwirtschaft, Rettungsdienste und Katastrophenschutz) bei der Ausarbeitung des Handlungskonzeptes einbezogen werden.

7.3 Informationsvorsorge

Die Information und Einbeziehung aller potentiell Betroffenen ist ein wesentlicher Baustein des Handlungskonzeptes. Sie ist wichtig, um die Erosionsgefährdung durch Starkregen im Blick zu behalten, somit die Eigenvorsorge von Bürgern und Unternehmen sowie ein richtiges Verhalten im Ereignisfall zu gewährleisten. Auch müssen Schutzmaßnahmen und Verhaltensregeln regelmäßig überprüft und ggfs. veränderten Bedingungen angepasst werden.

Die Informationsvorsorge ist eine dauerhafte Aufgabe. Es ist zu gewährleisten, dass die Erosions- und Starkregengefahrenkarten sowie Risikokarten inkl. textlicher Informationen in gedruckter und digitaler Form für Interessierte und Beteiligte verständlich und soweit möglich barrierefrei zugänglich sind.

7.3.1 Veröffentlichung der Karten

Eine digitale Version der Erosionsgefahren- und Starkregenkarten ist bereits im [Bürger-Geoportal des Landratsamtes](#) sowie in der [Storymap](#) zum EroL-Projekt zugänglich (siehe Links im Quellenverzeichnis). Die Storymap von EroL beinhaltet außerdem eine Übersicht über das Projekt, weiterführende Informationen sowie ein Meldeportal, in dem Schadensereignisse angegeben werden können.

Um die Bevölkerung über die Zugänglichkeit der Karten zu informieren, bieten sich für die Gemeinden folgende Maßnahmen an:

- Veröffentlichung der Karten auf der Gemeinde-Homepage
- Verlinkung zur EroL Storymap
- Plakate und Flyer
- Werbung in Apps
- Beiträge in Social Media
- Informationsveranstaltungen zur Veröffentlichung der Starkregengefahrenkarten und Information zur Starkregenthematik für alle Zielgruppen
- Pressemitteilungen auf der Gemeinde-Homepage, Amtsblättern, Zeitungen etc.

7.3.2 Zielgruppe Bürger*innen und Öffentlichkeit

Es ist eine permanente Kommunikation der Stadtverwaltung mit allen Bevölkerungsgruppen erforderlich, um das Bewusstsein für das Erosions- und Starkregenrisiko und für die Notwendigkeit

persönlicher Vorsorgemaßnahmen zu erhalten.

Folgende Kommunikationsmaßnahmen können optional in den Kommunen durchgeführt werden:

- Digitale Bereitstellung bzw. Verlinkung von Informationen zu Vorsorge, Verhalten im Hochwasserfall (einschließlich Hochwasserwarnung) und Nachsorge (einschließlich Versicherung/Rücklagen) mit Benennung lokaler und überörtlicher Ansprechpartner für die Bevölkerung
- Bereitstellung von analogem Informationsmaterial (Flyer, Checklisten, Broschüren) z. B. im Eingangsbereich des Rathauses
- Installation von dauerhaft wahrnehmbaren Informationsinfrastrukturen wie einer Ereignisdokumentation im Rathaus, Bildschirme mit Infos (Karten, Animationen, Bilder) in Wartebereichen, die auch mit anderen kommunalen Themen kombiniert werden können
- Regelmäßige Presse- und Medienarbeit (Berichte in Amtsblatt, Lokalpresse, Internet, Homepage)
- Nachrichten und Mitteilungen werden parallel auf den Facebook- und Twitter-Accounts der Kommune veröffentlicht
- Informationsveranstaltungen bzw. eine direkte Ansprache erfolgen für besondere Gefahrenbereiche oder Themen wie z. B. dem Umgang mit wassergefährdenden Stoffen/Ölheizungen
- Hinweistafeln (mit QR-Code) zu umgesetzten (Vorbild-)Maßnahmen in Feld und Flur sowie im Siedlungsbereich
- Direkte digitale oder analoge Zustellung von Informationen an Neubürger
- Direkte digitale oder analoge Zustellung von Informationen an Bauherren und Architekten
- Veröffentlichung von Praxisbeispielen (z. B. Objektschutz) an öffentlichen Gebäuden im Sinne einer Vorbildfunktion
- Ausstellungen zu Hochwasserangepasstem Bauen, geeigneten Baustoffen, Schutzmaßnahmen
- Ausstellung zu einem Erinnerungstag eines vergangenen Ereignisses

7.3.3 Zielgruppe Wirtschaft und Gewerbe

Vor allem im Hinblick auf das u. U. große Schadenspotenzial sollen auch die verantwortlichen Vertreter der örtlich ansässigen Wirtschaftsunternehmen regelmäßig über die Gefährdungslage informiert werden.

Ziel ist dabei, dass die in den Betrieben zuständigen Vorgesetzten und Mitarbeiter generell über die Erosions- und Starkregenthematik Bescheid wissen und entsprechend ihrer Zuständigkeit mögliche Schwachstellen an Gebäuden, bei Betriebsabläufen und beim Verhalten im Überschwemmungsfall identifizieren und beseitigen. Mit einem aktuellen Ablauf- und Einsatzplan für den Ernstfall lassen sich große Schäden und Produktionsausfälle reduzieren.

Folgende Maßnahmen bieten sich - unabhängig von der Zuständigkeit der Verantwortlichen in den Betrieben - von Seiten der Kommune an:

- Bereitstellung allgemeiner und spezifischer Informationsmaterialien auf der kommunalen Internetseite zu den Themen Vorsorge, Verhalten im Hochwasserfall (einschließlich Hochwasserwarnung) mit Benennung lokaler und überörtlicher Ansprechpartner für die Wirtschaftsunternehmen
- Bereitstellung von analogem Informationsmaterial (Flyer, Checklisten, Broschüren) bei der Gewerbeanmeldung
- Regelmäßige Presse- und Medienarbeit (Amtsblatt, Lokalpresse, Internet, Homepage)
- Wiederkehrende Informationsveranstaltungen mit bestimmten Themen (z. B. Umgang mit wassergefährdenden Stoffen)
- Direkte Ansprache bei bekannter spezieller Gefährdung
- Digitale oder analoge direkte Zustellung von Informationen bei Gewerbe-Neuanmeldung über das Gewerbeamt / Ordnungsamt, entsprechender Hinweis zum Download auf der Homepage
- Direkte Information über Verbände (Handwerkskammer, Industrie- und Handelskammer)

7.3.4 Zielgruppe Land- und Forstwirtschaft

Erosionsereignisse durch Starkregen stellen bei der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden ein erhebliches Risiko dar. Neben den ökologisch nachteiligen Auswirkungen wie etwa reduzierte Regulationsfunktion im Wasser-, Nährstoff- oder Schadstoffkreislauf können sie kurzfristig zu wirtschaftlichen Schäden in Form von Ernteaufgängen oder Flurschäden, aber auch zur langfristigen Beeinträchtigung des Produktionsstandortes führen.

Auch forstwirtschaftlich genutzte Flächen können bei Starkregen den beschriebenen Risiken ausgesetzt sein.

Die vorrangige Maßnahme zur Vorbeugung und zur Minimierung von Schäden besteht in der möglichst weit gehenden Rückhaltung von abfließendem Wasser und Sediment bei Starkniederschlägen in den Böden und der Landschaft. Zusätzlich können in beiden Landnutzungsbereichen zahlreiche Maßnahmen ergriffen werden; beispielsweise ganzjährige Begrünung, Unter-, Mulch- oder Engsaat im Bereich Landwirtschaft und Retentionsmulden, Wegewasserableitung, Bachrenaturierung bei Land- und Forstwirtschaft. Weitergehende Maßnahmen und Informationen sind z. B. in den KliStaR-Steckbriefen enthalten.

Zur Umsetzung der Maßnahmen können die Bewirtschafter über die Risiken und möglichen Abhilfemaßnahmen informiert werden durch:

- Wiederkehrende Informationsveranstaltungen
- Information über Verbände
- Bereitstellung von grundlegendem wie auch spezifischem Informationsmaterial auf der kommunalen Internetseite
- Bereitstellung von analogem Informationsmaterial (Flyer, Checklisten, Broschüren) im Rathaus und Landwirtschaftsamt
- Direkte Ansprache bei bekannten Problemen, z. B. deutlicher Erosion

- Abstimmung mit dem Landratsamt / Landwirtschaftsamt bei der Beratung der Landwirte und Umsetzung geeigneter Maßnahmen sowie bei der Information über mögliche Förderungen

7.3.5 Zielgruppe Handwerker*innen, Architekt*innen und Planer*innen

Diese Gruppe ist neben der eigenen Betroffenheit vorrangig für die Planung und für die Umsetzung von Baumaßnahmen vor Ort zuständig und hat bei der Beratung der Bauherren*innen einen großen Einfluss. Sind sie für die Naturgefahren-Themen sensibilisiert, können sie als sehr gute Multiplikatoren für die Umsetzung von hochwasserangepasstem Bauen wirken. Das Problembewusstsein für Hochwassergefahren, damit zusammenhängende Verpflichtungen sowie der Stand der Technik sind hier nicht immer bekannt.

Zur Umsetzung der Maßnahmen müssen die Akteur*innen über die Risiken und möglichen Abhilfemaßnahmen informiert werden durch:

- Wiederkehrende Informationsveranstaltungen
- Information und evtl. Ausstellungen über Verbände
- Bereitstellung von grundlegendem wie auch spezifischem Informationsmaterial auf der kommunalen Internetseite
- Bereitstellung von analogem Informationsmaterial (Flyer, Checklisten, Broschüren) im Bauamt, bestehender Flyer-Ständer
- Festsetzung entsprechender Vorgaben in Bebauungsplänen bzw. Auflagen in Baugenehmigungen
- Erstellung und Einforderung einer Erklärung der Planer bei der Aufstellung von Bebauungsplänen oder bei Baugenehmigungen, dem Thema Starkregen und Hochwasser in ihren Planungen ausreichend berücksichtigt zu haben, sowie Bestätigung der Kenntnis der Starkregen- und Hochwassergefahrenkarten und der DWA-Merkblattes 553 „Hochwasserangepasstes Bauen und Bauen“

7.4 Krisenmanagement

7.4.1 Hochwasser-, Alarm- und Einsatzplan

Jede Kommune ist nach § 5 Abs. 2 Nr. 2 Landeskatastrophenschutzgesetz (LKatSG) verpflichtet, einen eigenen Alarm- und Einsatzplan zu erstellen, zu pflegen und mit den Katastrophenschutzbehörden abzustimmen.

Mit der Erstellung des Hochwasseralarm- und Einsatzplans kommt die Kommune ihrer Verpflichtung nach und kann somit bei Schäden eventuellen Regressforderungen vorbeugen.

Hochwasseralarm- und Einsatzpläne (HWAEP) sind ein wichtiger Bestandteil des vorsorgenden Hochwasserschutzes, um sich rechtzeitig auf extreme Hochwasserereignisse vorzubereiten. Sie sind aber auch eine wichtige Grundlage, um im Ernstfall gezielt und koordiniert handeln zu können.

Der Alarm- und -Einsatzplan sollte folgende Bestandteile enthalten

- Zusammensetzung Krisenstab

- Textliche Einführung in den Alarm- und Einsatzplan
- Übersicht zu vorhandenen Gefahrenkarten
- Alarmplan mit grafischer Darstellung der Alarmierungswege
- Messwerte und Auslöser-Stufen
- Adressen- und Telefonverzeichnis (dienstlich und privat) mit Erreichbarkeiten aller Beteiligten
- Einsatzplan (tabellarisch) und Zusammenstellung der Hilfsmittel und Geräte und deren Lagerorte
- Ggfs. Bedienungsanleitungen von Maschinen, vorbereitete Informationsblätter oder Durchsagen usw.

Regelmäßige, hochwasserspezifische Übungen dienen der Identifikation von Schwachstellen. Ebenso wichtig ist die Nachsorge nach durchgeführten Einsätzen. Dadurch kann festgestellt werden, ob die durchgeführten Maßnahmen erfolgreich waren und in welchen Punkten der Hochwasser-Alarm und Einsatzplan ggfs. fortzuschreiben ist.

Von den Kommunen verfügen Bad Bellingen, Schliengen und Schallbach bereits über einen Alarm- und Einsatzplan. Den übrigen Kommunen wurde eine Vorlage von geomer zur Verfügung gestellt.

In den Handlungskonzepten wurde dann von den Gemeinden festgelegt:

- wann ein Alarm- und Einsatzplan erstellt wird
- wer für die Erstellung, Wartung und Planung von Übungen verantwortlich ist
- welche kritischen Bereiche und Infrastruktureinrichtungen besonders berücksichtigt werden sollen
- ob ein Warnsystem wie z. B. FLIWAS (Flut-Informations- und Warnsystem) eingeführt werden soll

7.4.2 Kommunales Messnetz zur Warnung und Beobachtung von Starkregen und Hochwasser

Ziel eines kommunalen Messnetzes ist es, die Verlässlichkeit von Warnungen zu verbessern sowie während eines Ereignisses die Lage besser beurteilen zu können. Zu einem Messnetz gehören Pegel an Fließgewässern und Niederschlagsmesser.

Die Gemeinden gaben dann in den Handlungskonzepten an:

- wo Pegel und Niederschlagsschreiber bereits vorhanden sind
- falls noch kein Messnetz aufgebaut ist, ob und wann eins eingerichtet werden soll
- welche Standorte sich für Pegel bzw. Niederschlagsmesser eignen
- wer für die Installation und Wartung des Messnetzes verantwortlich ist

Bei einigen Kommunen soll ein Niederschlagsmessnetz eingerichtet werden. Hierbei möchten einzelne Kommunen mit einander kooperieren. Die Entscheidung hierüber wird jedoch erst nach der Projektlaufzeit fallen.

7.5 Kommunale Flächenvorsorge

7.5.1 Flächennutzungsplan und Landschaftsplan

Bei der Fortschreibung bzw. Neuaufstellung eines Flächennutzungsplans (FNP) sind Vorgaben und Grundsätze der Raumordnung sowie ggfs. vorhandene hochwasser- oder erosionsschutzbezogene Regelungen des Regionalplans zu beachten (§ 5 (2) BauGB, § 73 WHG).

Des Weiteren sind die Ziele des vorbeugenden Hochwasser-, Überflutungs- und Erosionsschutzes, bedingt durch Starkregen oder Hochwasser oder aber durch Überlappung der Ursachen, zu integrieren.

Dabei erstrecken sich die Nutzungsrestriktionen des Wasserhaushaltsgesetzes (§ 78 WHG) auch auf den Innenbereich.

Folgende Belange sollten zur Gewährleistung des Überflutungs- und Erosionsschutzes sowie der Ziele von Hochwasser- und Starkregenrisikomanagement im Flächennutzungsplan dargestellt bzw. aus dem Landschaftsplan verbindlich übernommen werden:

- Sicherstellung und Entwicklung der Funktionen des natürlichen Wasserhaushaltes, auch unter Berücksichtigung von klimatisch bedingten Veränderungen im Wasserhaushalt (BauGB §5 (2a), (2c), (7),.).
- Festsetzung von Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (BauGB §5 (2) 10)
- Definition potenzieller Erosionsschutzflächen im Rahmen von Ausgleichsmaßnahmen (ÖKVO §2 (1) 5)
- Erhalt des natürlichen Wasserrückhalts in der Fläche und an Gewässern
- Erhalt und ggfs. Neuausweisung von Retentionsräumen
- Planung von Fließwegen und Notwasserwegen

Die Ziele des vorsorgenden Überflutungs- und Erosionsschutzes weisen Synergien mit anderen umweltbezogenen Themen von Flächennutzungsplan und Landschaftsplan auf, so dass die Festschreibung der strategischen Schutzziele in diesen Plänen umgesetzt werden kann unter ergänzender Berücksichtigung etwa der Eingriffs- bzw. Ausgleichsregelung (n. BauGB und BNatSchG), der Ökokonto-Verordnung (ÖKVO), der Landschaftspflegerichtlinie oder dem Biodiversitätsstärkungsgesetz (BiodivStärkG).

Als Grundlage für die Darstellungen und Übernahmen im Flächennutzungsplan sind die Starkregen- und Risikokarten, die Hochwassergefahren- und Risikobewertungskarten sowie die Erosionsgefahrenkarten heranzuziehen. Ggfs. sind rechtzeitig weitergehende wasserwirtschaftliche und erosionsbewertende Untersuchungen zu veranlassen.

Diese Unterlagen für den Themenkomplex Hochwasserrisikomanagement (HWRM) sowie Starkregen- und Erosionsrisikomanagement (SRERM) sollten den Trägern öffentlicher Belange im Rahmen der Anhörung zur Verfügung gestellt werden.

Die Kommunen sollten überprüfen, ob aus Gründen der Abfluss- und Hochwasservorsorge sowie Erosionsschutzvorsorge eine Änderung erforderlich ist.

7.5.2 Bebauungsplan und Grünordnungsplan

Die Kommunen können Abfluss- und Überflutungsvorsorge betreiben, indem die Belange des Starkregen-, Erosions- sowie Hochwasserrisikomanagements frühzeitig bei der Bauleitplanung und beim Städtebau einbezogen werden.

Bei der Neuaufstellung bzw. bei der Änderung von Bebauungs- und Grünordnungsplänen sind die Vorgaben des Flächennutzungsplans im Hinblick auf Erosions-, Abfluss- und Überflutungsschutz sowie Vermeidung von Schäden zu beachten und zu konkretisieren. Dabei sind auch mögliche Veränderungen infolge des Klimawandels mit einzubeziehen.

Insofern gelten die beim Flächennutzungsplan genannten Ziele und Instrumente sinngemäß auch für die nächste Planungsebene: den Bebauungs- und Grünordnungsplan. Folgende dem vorsorglichen Überflutungsschutz dienende Maßnahmen sollten deshalb generell in Bebauungs- oder Grünordnungspläne aufgenommen werden.

Als Festsetzungen sind folgende Möglichkeiten abzuprüfen:

- Gesamtabfluss- und Bodenabtragsberechnung für das Plangebiet
- Flächen oder Maßnahmen zum Schutz, zur Pflege und zur Entwicklung von Boden, Natur und Landschaft (§ 9 Abs. 1 Nr. 20 BauGB)
- Flächen für Ausgleichsmaßnahmen und somit Gutschrift von Ökopunkten durch Erosionsschutzmaßnahmen wie Begrünungen (auch von Tiefenlinien), Hangverkürzungen z. B. durch Grünstreifen oder Heckenstreifen (ÖKVO §1 (5) u. Anl. 1, Abs. 4).
- Rückhaltung und Versickerung von Niederschlagswasser (§ 9 Abs. 1 Nr. 14 und Nr. 16 d, BauGB)
- Versickerungsanlagen
- Vermeidung oder Verringerung von Hochwasserschäden einschließlich Schäden durch Starkregen (§ 9 Abs. 1 Nr. 16 b & c, BauGB)
- Flächen zur Regelung des Wasserabflusses,
- Notwasserwege für Oberflächenabfluss
- Gebäude in Gebieten mit Starkregenrisiko
- Wasserrechtliche Festsetzungen § 5 (2) 7, § 9 (1) 14, 16, 20 BauGB) zu wasserdurchlässigen Belägen oder Gittersteinen, Versiegelung (§ 74 Abs. 1 Nr. 3 LBO)
- Anlagen zum Sammeln und Verwenden (Zisternen für Brauchwasser) oder Versickern von Niederschlagswasser
- Maximaler Versiegelungsgrad von unbebauten Flächen
- Regenwasserbehandlung (§ 74 Abs. 3 Nr. 2 LBO)
- Überdeckung von Tiefgaragen
- Dachbegrünung
- Wasserdichte Keller (BauGB §1 7c)

Um die Rechtssicherheit zu gewährleisten, muss jedoch dringend für jeden einzelnen Bebauungsplan eine eigene Abwägung erfolgen.

Für die einzelnen Festsetzungen sind rechtzeitig Untersuchungen und Gutachten zu fertigen,

sodass die Träger öffentlicher Belange im Rahmen der Anhörung über die notwendigen Informationen verfügen.

Die Kommunen sollten überprüfen, ob aus Gründen der Abfluss- und Hochwasservorsorge sowie Erosionsschutzvorsorge die Änderung bestehender Bebauungspläne bzw. neue „abfluss- und hochwasserfokussierte“ Bebauungspläne erforderlich sind.

7.5.3 Konkrete Flächenvorsorge

Über die Stadtplanung und Bauleitplanung hinaus kann die Kommune auf pragmatische Weise mittels Grunderwerb Flächenvorsorge betreiben, indem proaktiv und planmäßig für bestimmte Zielsetzungen Flächen erworben werden. Durch solche Grunderwerbs- oder Flächentauschprogramme können oftmals Projekte schneller und evtl. auch kostengünstiger umgesetzt werden.

Die Kommunen sollten im Handlungskonzept festlegen, ob zur Abfluss-, Hochwasser- und Erosionsschutzvorsorge ein zweckgebundenes Grunderwerbs- oder Flächentauschprogramm eingerichtet und dafür Mittel in den Haushalt bereitgestellt werden sollen. Der Bereich Flurneuordnung der Landratsämter Lörrach und Waldshut steht hier beratend zur Seite.

7.5.4 Außengebietswasser

Unter Außengebietswasser ist in diesem Zusammenhang außerhalb des Siedlungsgebietes anfallendes Niederschlagswasser zu verstehen. Insbesondere bei Starkregen können durch dieses oberflächlich auf das Siedlungsgebiet zufließende Außengebietswasser große Überflutungsschäden entstehen.

Bei der Umsetzung dieser Maßnahmen sind die technischen Anforderungen gemäß DIN 19700 sowie die Merkblätter der DWA (DWA-M 522 „Kleine Talsperren oder kleine Hochwasserrückhaltebecken“, DWA-M550 „Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung“ oder DWA-M 910 „Berücksichtigung der Bodenerosion durch Wasser bei der Maßnahmenplanung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie“) zu beachten.

Bei allen umzusetzenden baulichen Maßnahmen sollten weitere Maßnahmen zum Management für das Außengebietswasser geprüft werden. Dabei ist der Grundsatz des § 37 WHG zu beachten, dass das Um- oder Ableiten des Oberflächenabflusses zugunsten eines Grundstücks nicht zum Nachteil eines anderen Grundstücks führen darf.

Erste Priorität ist deshalb, dass im Außenbereich anfallende Oberflächenwasser und Sediment nach Möglichkeit weitestgehend im Außenbereich, am Ort der „Entstehung“ zurückzuhalten. Zum einen dient dies dem Schutz des Siedlungsbereiches, insbesondere aber dient diese Rückhaltung der Erhaltung der natürlichen Bodenfunktionen wie etwa des Rückhalts von Nähr- und Schadstoffen und des Ausgleichs im Landschaftswasserkreislauf inkl. der Grundwasserneubildung sowie der Verringerung von Bodenverlusten durch Erosion.

Rückhaltung kann durch dezentrale Maßnahmen auf land- und forstwirtschaftlichen Flächen erfolgen wie z. B.:

- Erosionsmindernde Bewirtschaftungsmethoden wie z. B.
 - konservierende Bodenbearbeitungsverfahren
 - Zwischenfruchtanbau

- Untersaaten
- Mulchsaatverfahren
- Direktsaatverfahren
- Fruchtfolgemaßnahmen
- Umstellung auf weniger erosionsanfälligeren Anbaukulturen
- Nebeneinander von Winterungen und Sommerungen
- Ackerrand- oder Erosionsschutzstreifen
- Begrünung der Abflussbahnen
- Bodenlockerung
- Hang-/Schlagteilung
- Untergliederung des Hangs mit Hecken (Feldgehölz oder Benjeshecken, siehe Abb. 52)
- Nutzungsänderung von Acker zu Grünland
- Schaffung von Mulden, Versickerungsflächen und Sedimentfangbecken (siehe Abb. 51)
- Herstellung und laufende Unterhaltung von Gräben und Wegseitengräben (siehe Abb. 53)
- Vermeidung abfluss- und erosionsfördernder Wege, Wegerückbau
- Freiwilliger Landtausch
- Flurneuordnung (auch z. B. vereinfachtes Verfahren)

Unterstützend können dabei folgende Instrumente bei der Umsetzung der Maßnahmen eingesetzt werden (siehe auch LUBW 2011, S. 21):

- Freiwillige Instrumente:
 - Information und Verhaltensempfehlungen
 - Beratung der Pflichtigen durch die zuständige landwirtschaftliche Beratungsstelle
 - Absprache der Landwirte über den Anbau der Feldfrüchte
- Vertragliche Instrumente:
 - Verpflichtungserklärungen der Land- oder Forstwirte
 - öffentlich-rechtlicher Vertrag zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion
 - Sicherstellung von Schutzmaßnahmen im Sinne der ErosionsSchV 2010 (Ergänzend zu den Prüfungen des Landratsamtes)
- Förderinstrumente:
 - kommunale Ausgleichszahlungen bei Anbau von Alternativkulturen (wie z. B. Durchwachsene Silphie anstatt Mais)
 - kommunale Ausgleichszahlungen bei Anlage von Randstreifen etc. (siehe dazu auch Ökopunkte-Hinweis im Handlungskonzept)
 - Förderprogramme des Landes Baden-Württemberg (z. B. FAKT, Weinbauliche

Maßnahmen, Nachhaltige Waldwirtschaft)

Neben der aus Gründen der Ökologie und der Effizienz wichtigen Rückhaltung im Außenbereich ist ein weiteres Ziel mit hoher Priorität, im Außenbereich anfallendes Oberflächenwasser zur Schadensverhinderung so weit als möglich vom Siedlungsgebiet fernzuhalten. Dies kann erfolgen durch:

- Nutzung vorhandener Strukturen wie Straßen- und Bahndämme (ggfs. mit Schiebetoren etc.) (siehe Abb. 55)
- Gezielte Ableitung in Gräben, Mulden (siehe Abb. 56), Vorflut, Freiflächen
- Dämme, Verwallungen (siehe Abb. 54), Querneigung von Wegen
- Umlegung, Querschnittserweiterung, Renaturierung von Gewässern (siehe Abb. 50)
- Ggfs. erforderliche Errichtung von Rückhaltebecken



Abb. 50: Gewässerrenaturierung in Kandern Tannenkirch (Foto: Jessica Kempf)



Abb. 51: Sedimentfangbecken in Schallbach (Foto: Jessica Kempf)



Abb. 52: Benjeshecke (Reisig-Wälle) in Schallbach (Foto: Jessica Kempf)



Abb. 53: Grabenerneuerung in Schallbach (Foto: Jessica Kempf)



Abb. 54: Verwallung am Kindergarten in Wintersweiler (Foto: Jessica Kempf)



Abb. 55: Wegerhöhung im Waldbereich in Leonberg (Foto: Stadt Leonberg)



Abb. 56: Sickermulde in Lörrach-Tüllingen (Foto: Constanze Lehmann)

Die oben aufgelisteten Maßnahmen wurden in den Handlungskonzepten an verschiedenen Risikobereichen vorgeschlagen. Die Kommunen überprüfen deren Umsetzbarkeit.

Im Projektgebiet sind darüber hinaus schon einige dezentrale Maßnahmen unabhängig von Erol umgesetzt. So wurde beispielsweise in Kandern Tannenkirch der Meiermattgraben renaturiert (siehe Abb. 50). In Schallbach wurden Reisig-Wälle (sog. Benjeshecken) auf einem stark abfluss- und erosionsgefährdeten Acker errichtet (siehe Abb. 52), ein Sedimentfangbecken (siehe Abb. 51) und ein Graben (siehe Abb. 53) am Ortseingang gegraben. In Efringen-Kirchen Wintersweiler wurde vor dem Kindergarten ein Wall aufgeschüttet, um das aus den Außenbereichen abfließende Wasser und Sediment um den Ort herum- und in Gräben weiterzuleiten (siehe Abb. 54). Eine Sickermulde wurde in Lörrach Tüllingen eingerichtet, um Wasser und Sediment von der Siedlung fernzuhalten (siehe Abb. 56).

7.5.5 Oberflächenwasser im Siedlungsbereich

Im Starkregenfall tritt Oberflächenabfluss im Siedlungsbereich auf, der nicht in die Kanalisation ablaufen kann oder aus der Kanalisation an die Oberfläche gelangt. Wichtig ist grundsätzlich

eine vorschriftsmäßige Auslegung und Instandhaltung der Entwässerungsinfrastruktur (Kanalnetz). Allerdings kann die Kanalisation die bei Starkregen anfallenden Wassermengen nur zum geringen Teil aufnehmen.

Hinweise auf die Fließwege des Wassers im Starkregenfall geben die Starkregenkarten und Erfahrungen von Anliegern, Feuerwehr, usw.

Die Kommune kann insbesondere folgende Maßnahmen festschreiben und damit weit im Vorfeld für einen schadensarmen Umgang mit dem Wasser in der Ortslage sorgen:

- Einbeziehung der Überflutungsvorsorge in die Flächennutzungs- und Bauleitplanung
- Freihaltung von bevorzugten Fließwegen des Oberflächenabflusses in der Siedlungsfläche

7.5.5.1 Ableitung oder Zwischenspeicherung auf Freiflächen

Vorsorglich im Rahmen der Bauleitplanung, aber auch im Bestand, sollen bei bestehenden Risikobereichen die Herstellung von Hindernissen für den gefahrlosen Abfluss vermieden oder ggfs. Hindernisse beseitigt werden. Durch weitere Maßnahmen, wie Ableitung, Gefälleänderung usw. kann das Gefahrenpotential verringert werden.

Aus den Starkregenkarten ist abzulesen, in welchen Bereichen des Innengebiets Rückhalteräume zur Zwischenspeicherung des Wassers im Überflutungsfall erforderlich und effizient sind. Solche Rückhalteräume können neben Regenwasserrückhaltebecken auch multifunktional nutzbare Freiflächen sein (u. a. Parkplätze, Grünanlagen, Ausgleichsflächen, Parks, Sportanlagen).

Nach erfolgter Analyse sollen die dafür erforderlichen Flächen durch Aufnahme in den Flächennutzungsplan und Bebauungsplan gesichert werden.

Bei vorhandenen Defizitbereichen sind im Rahmen der Möglichkeiten Lösungen im Bestand zu prüfen, wie z. B. der zweckgebundene Erwerb von geeigneten Grundstücken, die Ausübung von Vorkaufsrechten (§99 WHG) oder technische Lösungen.

Die hier genannten Maßnahmen wurden in den Handlungskonzepten an manchen Risikobereichen zur Prüfung vorgeschlagen.

7.5.5.2 Zwischenspeicherung im Straßenraum

Der Straßenraum birgt ein großes Potential, um das im Überflutungsfall im Siedlungsbereich auftretende Wasser schadensarm abzuführen oder zwischen zu speichern. So können beispielsweise folgenden längerfristigen Maßnahmen durchgeführt werden, die im Rahmen von notwendigen Sanierungen oder in Neubaugebieten berücksichtigt werden können:

- Straßen- oder wegbegleitende Mulden (siehe Abb. 57)
- Tiefergelegte Parkflächen mit Rasengittersteinen
- Nutzung der Straßen als Notabflusswege durch Erhöhung der Bordsteine oder der Straßenquerneigung

Auf Basis der Starkregengefahrenkarte sollen geeignete Bereiche identifiziert werden, in denen durch entsprechende Bauweise des Straßenprofils ggfs. in Verbindung mit Stauraum Unterflurraum für die Zwischenspeicherung und verzögerte Abgabe des Wassers geschaffen werden kann.



Abb. 57: Beispiele für straßen- und wegbegleitende Mulden (links mit aufgeschütteten Verwallungen, rechts mit Gabionen-Querdämmen (Fotos: Jessica Kempf)

Die hier genannten Maßnahmen wurden in den Handlungskonzepten an manchen Risikobereichen zur Prüfung vorgeschlagen.

7.5.5.3 Objektschutzmaßnahmen

Durch Starkregen entstehen für bauliche Objekte und Grundstücke zwei Hauptgefahrenquellen. Dies sind zum einen das schnelle Volllaufen des Gebäudeuntergeschosses (Keller und Tiefgaragen) und Mulden, wodurch hohe Risiken für Leib und Leben von sich dort befindenden Personen entstehen können. Zum anderen sind es die teilweise sehr hohen Fließgeschwindigkeiten. Sie erhöhen die dynamischen Druck- und Zugkräfte auf die Gebäude und können hierdurch die Gebäudestruktur beschädigen (z. B. eingedrückte Fenster, Fassaden, etc.) und somit auch eine Gefahr für Personen oder für das Gebäude selbst bedeuten.

Erstes Ziel beim Objektschutz ist daher, das Wasser möglichst von den Gebäuden fern zu halten. Aufgrund der geringen Reaktionszeiten sind vor allem permanente Hochwasserschutzsysteme geeignet, wie beispielsweise folgende:

- Leitstrukturen wie Verwallungen (siehe Abb. 54), Erddämme, Rinnensysteme
- Geländemodellierungen
- Schutzmauern

Sind solche Maßnahmen aufgrund der lokalen Gegebenheiten nicht möglich, gilt als zweites Schutzziel, das Eindringen von Wasser in das Gebäude zu verhindern. Mögliche Schutzsysteme können folgende konstruktive Maßnahmen umfassen:

- Rückstausicherungen (Rückstauklappen, Hebeanlagen inkl. regelmäßiger Wartung)
- Erhöhung von Hauseingängen durch Treppen und Rampen

- Erhöhung von Treppenabsätzen von Kellertreppen sowie Sicherung von Garagenzufahrten durch Bodenschwellen
- Abdichtung des Kellers durch eine weiße oder schwarze Wanne
- Abdeckung von Kellerlichtschächten oder die Erhöhung von Lichtschächten
- Umfriedung von Lichthöfen
- Druckwasserdichte Fenster und Türen, ggf. vollautomatisch regelbar
- Automatische Klappschotts z. B. für Garagenzufahrten (siehe Abb. 58)



Abb. 58: Mobile Schutzeinrichtung in Schallbach als Eigenvorsorge (Foto: Jessica Kempf)

Kann ein ausreichender Schutz mit den beschriebenen Maßnahmen nicht gewährleistet werden oder es bestehen Restrisiken (Muldsituationen mit hohen Überflutungstiefen, Instabilität von Gebäudestrukturen etc.) steht als drittes Schutzziel die Minimierung von Sach- und Personenschäden. Hierfür können u. a. folgende Maßnahmen hilfreich sein:

- Interner Hochwasseralarm- und Einsatzplan
- Räumung/Evakuierungsplanung
- Integration der Hochwassergefahr in Feuerwehrlaufkarten
- Regelung des Warnvorgangs
- Wassermelder und Frühwarnsystem
- Nutzungsänderung von Räumen
- Sicherung oder Verlagerung von Heizung, Elektroinstallation etc.
- Pumpen und entsprechende Vorrichtungen
- FI-Schutzschalter

Für Objektschutzmaßnahmen an privaten Gebäuden sind Bürger*innen und an kommunalen Gebäuden die jeweilige Gemeinde verantwortlich.

Die oben genannten Maßnahmen wurden im Rahmen von EroL allgemein als „Eigenvorsorge stärken“ an bestimmten Risikobereichen vorgeschlagen. In einigen Gemeinden wurden schon Maßnahmen zur Eigenvorsorge umgesetzt (siehe Abb. 58). Zur Informationsvorsorge wurde für Bürger*innen und für die Bauleitplanung jeweils eine Broschüre erstellt (siehe Kapitel 4.4).

7.6 Kommunale Bau- und Unterhaltungsmaßnahmen

7.6.1 Kontrolle des Abflussquerschnittes, Gewässerschau

Der Abflussquerschnitt der Gewässer und Gräben ist vom Träger der Unterhaltungslast regelmäßig zu kontrollieren. Dadurch wird verhindert, dass bei Hochwasser- und Starkregenereignissen der Wasserabfluss behindert wird. Einschränkungen des Abflusses entstehen z. B. durch Ablagerungen oder Bauwerke, durch die es zu Rückstau oder Verklausungen kommen kann.

Deshalb ist an Gewässern II. Ordnung spätestens alle 5 Jahre in Abstimmung mit der Unteren Wasserbehörde eine Gewässerschau durchzuführen. Dabei sind die Gewässer einschließlich ihrer Ufer und des für den Hochwasserschutz erforderlichen Gewässerumfeldes zu überprüfen. (§ 32 Abs. 6 WG). Für Gewässerabschnitte mit besonderen Gefahren und Risiken bzw. mit bekannten Problemen aus der Vergangenheit sind kürzere Intervalle zu empfehlen.

Wird eine Gewässerschau nicht durchgeführt, kann u. U. für den Unterhaltspflichtigen ein Haftungsrisiko entstehen.

Neben der Erfüllung der gesetzlichen Pflicht bietet die Gewässerschau eine Vielzahl von Vorteilen für den Unterhaltspflichtigen. So können z. B. bei diesen Begehungen gleichzeitig die anstehenden Unterhaltungsmaßnahmen geplant werden. Informationen und Anleitung zum Ablauf der Gewässerschau finden sich im WBW-Leitfaden „Gewässerschau - mehr als eine Pflichtaufgabe“ (2015).

Sofern die Gemeinden für die Unterhaltungspflicht für die Gewässer auf ihrer Gemarkung verantwortlich sind, wurden die Termine und Verantwortlichkeiten im Handlungskonzept angegeben.

7.6.2 Unterhaltung technischer Hochwasserschutzanlagen

Dem Unterhalt von bestehenden Deichen, Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren kommt beim Hochwasserschutz eine große Bedeutung zu.

Die Unterhaltung von bestehenden Hochwasserrückhaltebecken ist eine Aufgabe des jeweiligen Trägers der Gewässerunterhaltungslast (§§ 32 und 63 WG). Das sind in der Regel bei Gewässern II. Ordnung die Gemeinden und bei Gewässern I. Ordnung das Land. Bei Dämmen ergibt sich die Unterhaltungspflicht aus §§ 60 und 61 WG.

Bei der Unterhaltung geht es zum einen um die Instandhaltung der Bauwerke und Anlagen, aber auch um die Überprüfung hinsichtlich der Anpassung an neue Anforderungen wie den Klimawandel bzw. die jeweiligen technischen Regelwerke. Hilfestellung bieten DIN 19700 für Stauanlagen, DIN 19712 für Flussdeiche bzw. das korrespondierende DWA Regelwerk sowie die entsprechenden LUBW Arbeitshilfen.

Die genannten Regelwerke enthalten detaillierte Vorgaben, die sich an den unterschiedlichen Bauwerkstypen orientieren und den Umfang und Zeitrahmen von Anpassungen an neue Anforderungen sowie die konkrete Durchführung der Unterhaltungsarbeiten regeln. Sie berücksichtigen dabei die Gefahren, die beim Versagen der unterschiedlichen Bauwerkstypen zu erwarten sind. Die Kommunen werden bei der Unterhaltung technischer Hochwasserschutzanlagen

durch Materialien zum Umgang mit den Regelwerken (siehe u. a. www.lubw.baden-wuerttemberg.de, Rubrik Gewässerentwicklung, Wasserbau und Hochwasserschutz) und Fortbildungsveranstaltungen der WBW zum Betrieb von Hochwasserrückhaltebecken unterstützt (siehe <http://wbw-fortbildung.net>).

Für verschiedene Anpassungsmaßnahmen gewährt das Land Baden-Württemberg finanzielle Unterstützung (siehe www.hochwasser.baden-wuerttemberg.de, Rubrik Förderung für Kommunen).

Sofern die Gemeinden für die Unterhaltungspflicht für technische Hochwasserschutzanlagen auf ihrer Gemarkung verantwortlich sind, wurden die Termine und Verantwortlichkeiten im Handlungskonzept angegeben.

7.6.3 Optimierung von Hochwasserschutzanlagen

Durch eine Optimierung der Steuerung bzw. des Betriebes von bestehenden Hochwasserschutzanlagen (Hochwasserrückhaltebecken und Talsperren) kann deren Wirkung teilweise erheblich verbessert werden. Auf der Grundlage der Hochwassergefahrenkarten und Starkregengefahrenkarten soll ein Konzept erarbeitet und umgesetzt werden, soweit dies technisch möglich ist und Umrüstungen wirtschaftlich sind.

Informationen zur Optimierung von Hochwasserschutzanlagen bietet die WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung (siehe <http://wbw-fortbildung.net/>). Die finanzielle Unterstützung durch das Land Baden-Württemberg ist in den Zuwendungsrichtlinien erläutert.

Sofern die Gemeinden für die Unterhaltungspflicht für technische Hochwasserschutzanlagen auf ihrer Gemarkung verantwortlich sind, wurden die Termine und Verantwortlichkeiten im Handlungskonzept angegeben.

7.6.4 Konzepte für den technisch-infrastrukturellen Hochwasserschutz

Wenn nach Umsetzung der o. g. Maßnahmen und Planungen das Hochwasserrisiko für die Kommune immer noch über dem akzeptablen Maß liegt, sind durch die Kommune weitergehende zusätzliche Maßnahmen zu planen. Ziel ist dabei die Verringerung des Risikos, soweit eine Eigenvorsorge der betroffenen Personen bzw. für die Gebäude, Anlagen, Betriebe und Einrichtungen nicht zumutbar ist.

Inhalt dieser Maßnahme ist die Erarbeitung von Konzepten bzw. Machbarkeitsstudien für den notwendigen technisch-infrastrukturellen Hochwasserschutz einschließlich mobiler Schutzanlagen und Objektschutzmaßnahmen. Diese Konzepte werden entweder im Anschluss an Maßnahmen des Handlungskonzeptes oder in Kombination mit diesen durchgeführt. Die Grundlage bilden die Hochwasser- bzw. Starkregengefahrenkarten.

Für die Ausarbeitung von Schutzkonzepten gewährt das Land Baden-Württemberg finanzielle Unterstützung.

7.6.5 Regenwassermanagement

Zunehmende Versiegelung u. a. durch Gebäude und Straßen führt zu Reduzierung von Grünflächen für Naherholung und zum Verlust landwirtschaftlicher Flächen und Böden. Dadurch kann Regenwasser nicht mehr ungehindert versickern und Temperatur, Luftqualität und Klima werden durch den Wegfall von Vegetation ungünstig beeinflusst.

Mit dem kommunalen Regenwassermanagement sollen (gemäß §55 Abs. 2 WHG in Verbindung mit § 33 Absatz 1 Satz 2 Landesbauordnung BW bzw. § 46 WG) im Hinblick auf die Hochwasservorsorge insbesondere folgende Ziele erreicht werden:

- Verringerung der Hochwasserabflussmengen
- Reduktion von Hochwasserschäden bzw. von erforderlichen Schutzbauten

Niederschlagswasser soll also möglichst lange in der Fläche zurückgehalten werden. Ein wesentlicher Teil des Niederschlages soll dabei vom Boden aufgenommen oder durch begrünte Dachflächen, Mulden, Rigolen, Zisternen zwischengespeichert werden, bevor der restliche, möglichst geringe Anteil mit möglichst großer zeitlicher Verzögerung in die Vorflut oder den Kanal eingeleitet wird.

Als wesentliche Instrumente zum Erreichen dieser Ziele können folgende Maßnahmen vorgesehen werden:

- kommunale Satzungen (insbesondere Bebauungspläne), in denen rechtsverbindliche Festlegungen im Hinblick auf die dezentrale Niederschlagswasserbeseitigung festgesetzt werden
- Flächenabkoppelungsmaßnahmen und Entsiegelungsprogramme
- gesplittete Abwassergebühren, die einen finanziellen Anreiz zur Flächenabkopplung bzw. zur Entsiegelung schaffen
- Förderung von Brauchwassernutzung
- Prüfung, ob ortsnahe oder direkte Einleitung des Niederschlagswassers in das Grundwasser möglich ist, ggfs. Prüfung weiterer Verfahren (Europäische Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL2000/60/EG)).

Die oben genannten Maßnahmenvorschläge wurden von den Gemeinden in ihrem jeweiligen Handlungskonzept entsprechend angepasst.

7.7 Maßnahmenvorschläge an den Risikobereichen

Im Anhangkapitel der jeweiligen Handlungskonzepte wurden konkrete Maßnahmenvorschläge an den in der Risikoanalyse ausgewählten Risikobereichen gemacht. Im Rahmen von Erol wurde sich hierbei überwiegend auf die Außenbereiche konzentriert. Die Erosion- und Sedimentproblematik stand dabei im Vordergrund. Dennoch wurden auch vereinzelt Maßnahmenvorschläge in den Siedlungsbereichen gemacht. Diese sind jedoch eher allgemein gehalten.

Im Folgenden werden zwei Risikobereiche exemplarisch vorgestellt.

7.7.1 Beispiel: Risikobereich 505 Kandern Hofgut Kaltenherberge

In diesem Bereich können große Sedimentfracht und hohe Fließgeschwindigkeiten zu signifikanten Personen- und Sachschäden am Wegenetz und an dem Hofgut Kaltenherberge sowie zu Ernteschäden und Bodenverlust auf den Äckern führen. Zusätzlich ist das Hofgut auch bei Hochwasser durch den Haselbach (HQ_{ext}) betroffen (siehe Abb. 59).

Durch die folgenden dezentralen Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen kann eine Rückhaltung des abfließenden Wassers und Sediments erfolgen sowie Erosion verringert werden:

- Erosionsmindernde Bewirtschaftungsmethoden einsetzen (z. B. Mulchsaat, Direktsaat, Zwischenfruchtanbau, Querbewirtschaftung)

-
- Absprache unter den Landwirten über Anbau der Feldfrüchte
 - Umstellung auf weniger erosionsanfälligeren Anbaukulturen bzw. Vermeidung des großflächigen Anbaus abflussfördernder Kulturen (z. B. Mais, Rüben usw.)
 - Feldteilung, da es sich hier um sehr große Ackerflächen handelt
 - Gewässerrandstreifen sollten eingehalten werden, um den Eintrag von Sediment und Düngemittel in das Gewässer zu vermeiden
 - Grünstreifen anlegen (4 – 6 m breit) und deren Befahrung ist auszuschließen, um die Feldgrößen zu verkleinern und Wasser und Sediment zurückzuhalten
 - Gräben sollten regelmäßig gepflegt und Durchlässe freihalten werden, damit das Wasser ungehindert in den Gräben abfließen kann

Neben den landwirtschaftlichen, dezentralen Maßnahmen, sollte durch Information der Anwohner (Hofgut) auf die mögliche Überflutungsgefahr bei einem extremen Hochwasser hingewiesen werden.

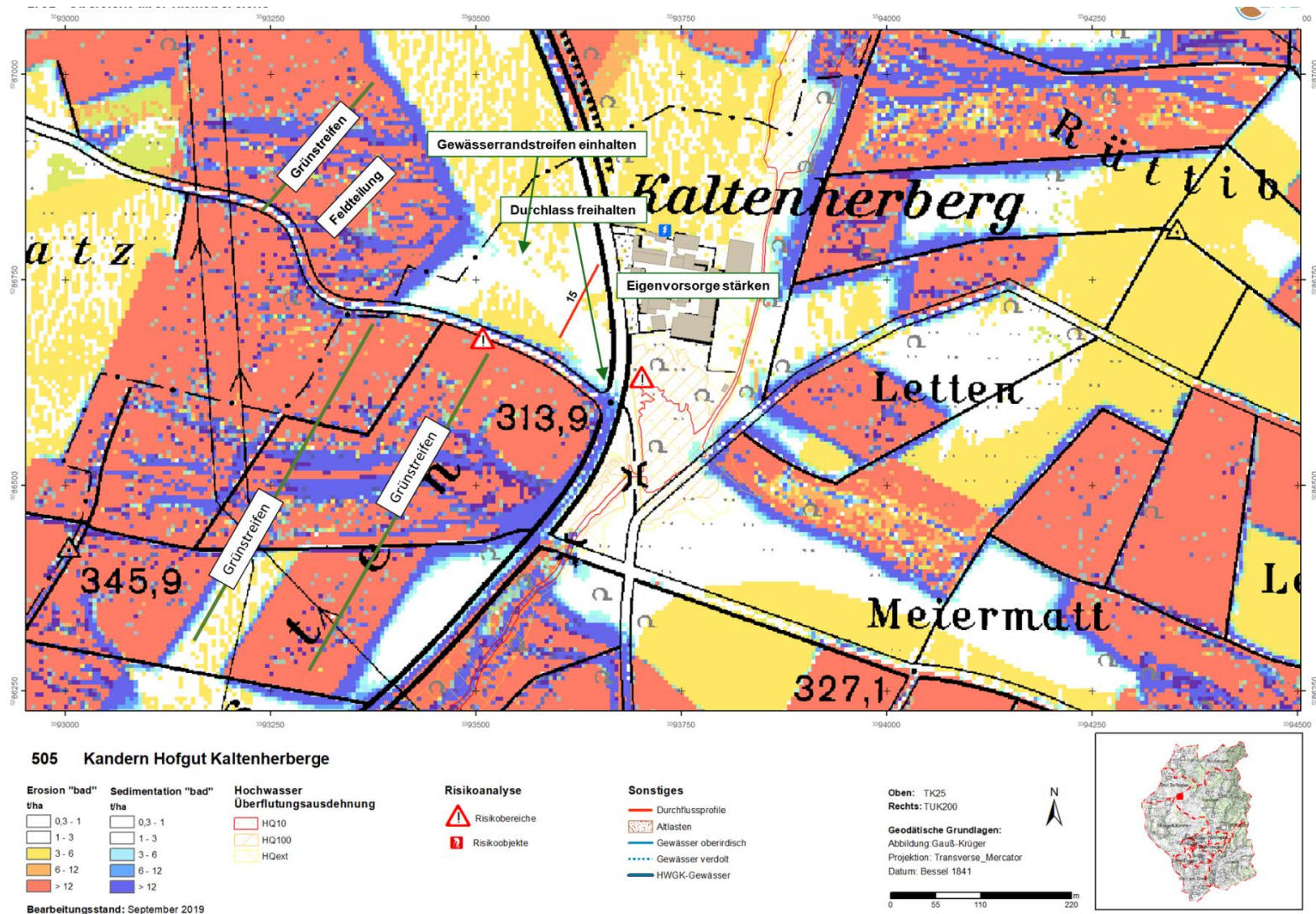


Abb. 59: Beispiel Risikobereich in Kander

7.7.2 Beispiel: Risikobereich 803 Schallbach Hofacker/Dorfstraße

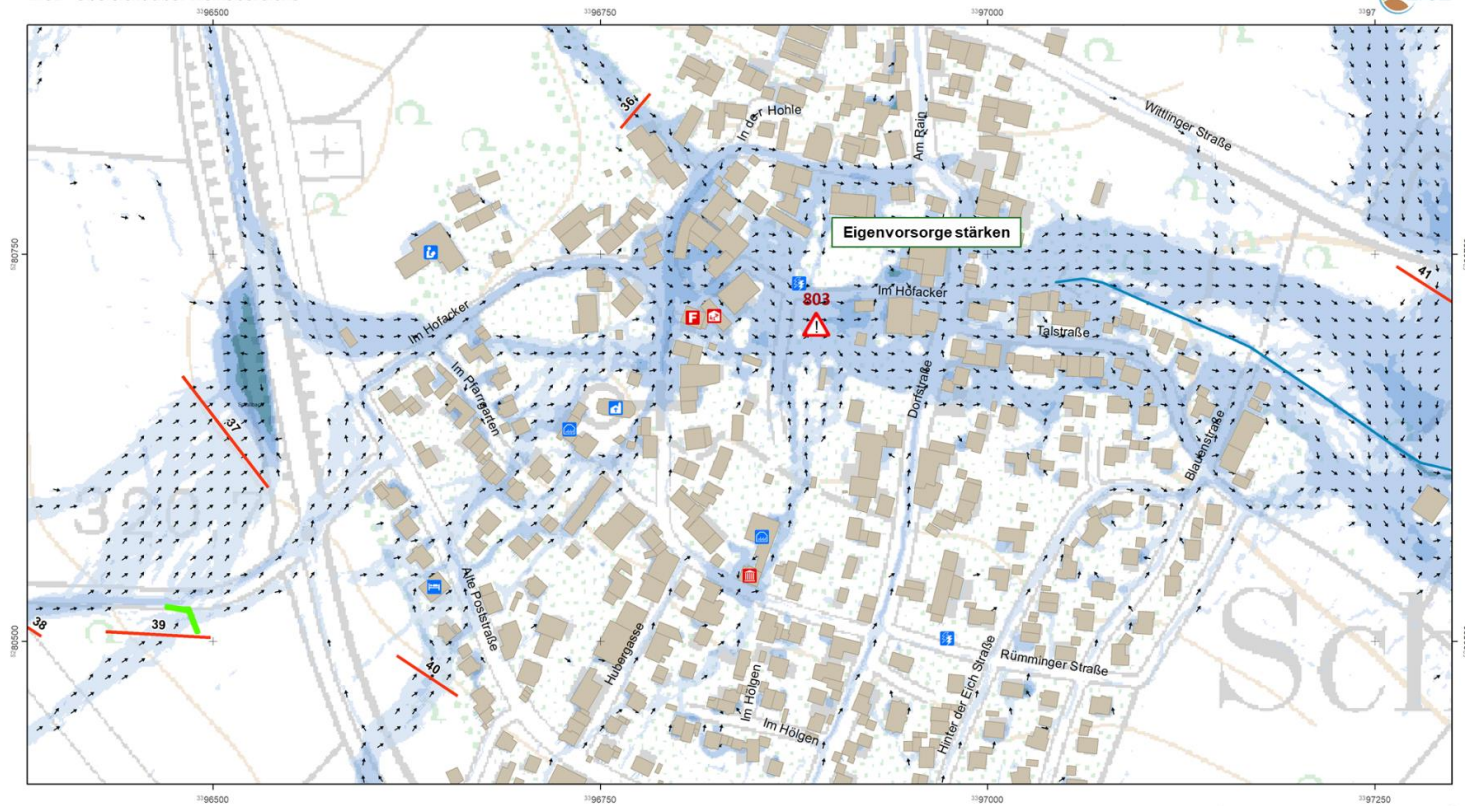
Der Risikobereich in Schallbach ist ein Beispiel für einen Risikobereich, der auch im Siedlungsgebiet durch Erosion infolge von Starkregen stark betroffen ist. Wasser- und Schlammmassen reichen von den Außenbereichen bis in das Zentrum hinein und verursacht immer wieder hohe Schäden an Straßen und Gebäuden (siehe Abb. 60). Da sich der Kindergarten und die Feuerwehr im Zentrum befinden ist die Betroffenheit recht hoch. Der Kanal Im Hofacker läuft bei Starkregen über und die Straßen sind nicht befahrbar. Die Erreichbarkeit für Rettungsdienste ist ggf. eingeschränkt.



Abb. 60: Schäden durch Schlamm in Schallbach (Fotos: Büro Moser)

Auf Abb. 61 ist gut zu erkennen, wie das Wasser (und damit auch das Sediment) aus den Außenbereichen von den Ackerflächen über die Straßen in das Siedlungsgebiet fließen. Daher ist hier schon ganz wichtig, das Wasser und das Sediment am Ort der Abfluss- und Erosionsentstehung zurückzuhalten und vor allem die Erosion durch geeignete, dezentrale Maßnahmen zu vermindern (oder zu verhindern). Im Ort wird als Maßnahmen „Eigenvorsorge stärken“, d. h. durch Informationsvorsorge die Bewohner auf die entsprechenden Gefahren hinzuweisen, vorgeschlagen. Im aktuellen Alarm- und Einsatzplan der Gemeinde Schallbach ist die Situation bereits aufgenommen.

EroL - Übersicht über Risikobereiche



803 Schallbach Im Hofacker/Dorfstraße

Starkregen Überflutungstiefen

3 - 10 cm
> 10 - 50 cm
> 50 - 100 cm
> 100 cm

Hochwasser Überflutungsausdehnung

HQ10
HQ100
HQext

Risikoanalyse

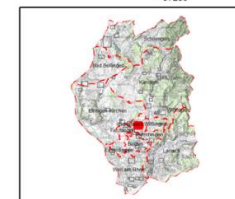
	Risikobereiche
	Risikoobjekte

Sonstiges

	Durchflussprofile
	Alllasten
	Gewässer oberirdisch
	Gewässer verdolt
	HWGK-Gewässer
	Fließrichtung
	Schallbach Reisig-Wille

Oben: TK25
Rechts: TUK200

Geodätische Grundlagen:
Abbildung: Gauß-Krüger
Projektion: Transverse_Mercator
Datum: Bessel 1841



Bearbeitungsstand: April 2020

Abb. 61: Beispiel Risikobereich Schallbach

8. Ergebnisse und Ausblick von EroL

Das Leuchtturmprojekt EroL hat im Oberrheintal den Landkreis Lörrach zusammen mit 12 Kommunen bei der Anpassung an den Klimawandel maßgeblich beim Ergreifen von Maßnahmen unterstützt, welche den Naturraum, die Infrastruktur und die die Bevölkerung und vor Erosionschäden durch Starkregen schützen. Dazu wurden in drei Phasen Gefährdungskarten mittels Modellrechnungen erstellt, Risikobereiche ausgewiesen und Handlungskonzepte aufgestellt. Wesentlich war dabei immer die Beteiligung der betroffenen Akteur*innen vor Ort.

8.1 Vergleich der Erosionsszenarien

Beim Vergleich der mittleren Bodenabträge auf den Ackerflächen der unterschiedlichen Szenarien durch einen Starkregen mit ca. 48 mm/h verzeichnet das „good case“ mit durchschnittlich 29 t/ha pro Ereignis bei der günstigen Fruchtfolge ca. 70 % weniger Erosion als das „bad case“ mit quasi nur Maisanbau sowie durchschnittlich 55 % weniger Erosion gegenüber beiden „real case“ Szenarien mit dem gängigen Feldfruchtmix aus etwa gleichanteiligen Sommer- und Winterkulturen (siehe Abb. 62). Die Schwankungsbreite beträgt umgerechnet 0 bis 270 t/ha, wobei sich insbesondere die Maximalwerte auf kleinere Bereiche mit wenigen Quadratmetern beschränken. Bei dem simulierten Starkregen und den Bodenverhältnissen im Projektgebiet errechnet sich daraus ein Verlust von durchschnittlich 20 m³/ha Wasserspeicherkapazität und 100 kg Boden-N/ha.

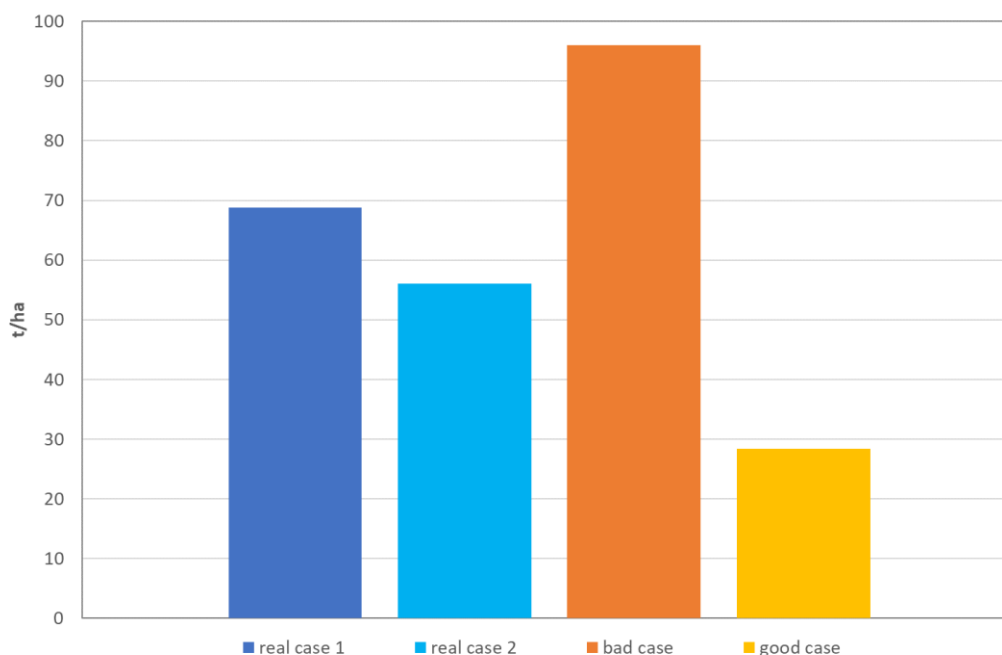


Abb. 62: Mittlere Bodenerosion von den Ackerflächen, die mit LIESM berechnet wurde für unterschiedliche Szenarien bei einem Starkregenereignis mit ca. 48 mm/h

Die geringsten Erosionsraten sind bei dem „good case“ Szenario, die höchste beim „bad case“ Szenario zu erwarten. Das heißt, dass der Anbau von weniger erosionsanfälligen Ackerkulturen zu einem deutlich geringerem Bodenabtrag führen.

8.2 Fazit zum Bewertungsverfahren der Altlastenstandorte

Das hier im Rahmen des EroL-Projekts entwickelte automatisierte Bewertungsverfahren (siehe Kapitel 6.4) ist prinzipiell gut geeignet, um die Gefährdungseinstufung von Altlastenflächen hinsichtlich der Auswirkung von Starkregenereignissen vorzunehmen. Es sind jedoch einige Aspekte zu berücksichtigen.

Die Kombination aus automatisierter Bewertung mit anschließender orts- und fachkundiger Inaugenscheinnahme erwies sich in jedem Fall als sehr effektives Werkzeug, um eine derart große Flächenanzahl mit einem vertretbaren Zeitaufwand bearbeiten zu können und dennoch ein fachlich hochwertiges Endergebnis zu erzielen.

8.3 Qualität der Modellrechnungen

Für die Gefährdungs- und Risikoanalyse wurden Karten zu den Gefahren durch Starkregen und Bodenerosion erstellt. Diese basieren auf Simulationen mit dem LISEM- und dem FloodAreaHPC-Rechenmodell. Die Qualität der Ergebnisse hängt von verschiedenen Faktoren ab.

Bezüglich der Datenaufbereitung gibt es in einigen Themenfeldern Synergieeffekte, insbesondere Verkehrswege, Hindernisse und Verdolungen spielen in beiden Modellwelten eine ähnliche Rolle. Die Integration der Daten in die Modelle hingegen benötigt unterschiedliche Vorgehensweisen. Hier ist die Integration in LISEM etwas schwieriger, da Strukturen nur über das Geländemodell oder die Rauheit eingebaut werden können.

Für die Simulationen wurden für die beiden Modelle unterschiedliche Rasterauflösungen gewählt, bei LISEM wurde sich nach Rücksprache mit dem Entwickler für eine Rasterweite von 5 m entschieden. Diese Rasterweite war auf dem mit 64GB RAM ausgestatteten Simulationsrechner gerade noch ohne Unterteilung des Untersuchungsgebietes rechenbar. Die Berechnung mit FloodArea konnte auf dem gleichen System in 1 m-Auflösung erfolgen. Neben der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit bzgl. der Auflösung, sind es aber vor allem die Strukturen und Modellteilprozesse, die zu verschiedenen, sich ergänzenden Ergebnissen führen.

Dies bedeutet, dass erst mit den unterschiedlichen Modellwelten das erforderliche Gesamtbild erreicht werden kann. So lässt sich der Wechsel von Erosion, nachfolgenden Akkumulationsbereichen und evtl. wieder einsetzender Erosion (z. B. auch nach Erosionsschutzmaßnahmen) nur durch ein physikalisches Erosionsmodell abbilden. Das Starkregenmodell kann zu dieser Thematik keinen Beitrag leisten. Damit ist für eine Validierung von Maßnahmen, die auf den Rückhalt von Bodenmaterial abzielen dringend der Einsatz eines Erosionsmodells notwendig. Rückstaubereiche an Durchlässen und Fließwegen, insbesondere Fließaufteilungen konnten hingegen mit FloodArea besser abgebildet werden. Hier zeigte sich die Einschränkung, dass in LISEM keine expliziten Durchlässe integriert werden konnten, dementsprechend fielen die Rückstaubereiche häufig eher etwas zu gering aus.

Insgesamt gibt es damit zwar eine große Überlappung der Risikobereiche und Objekte zu beiden Themenbereichen, auf der Maßnahmensseite sind jedoch deutliche Unterschiede festzustellen. Viele Maßnahmen, die für relativ klares Wasser anwendbar sind, funktionieren bei hohen Anteilen von Erosionsmaterial nicht, dies sind insbesondere verbesserte Einläufe ins Kanalnetz und Leitgräben da beide sehr schnell zu sedimentieren.

8.4 Schlussfolgerungen für den Risikomanagementprozess

Der auch bei anderen Risikothemen übliche 3-stufige Prozess aus Gefahrenanalyse, Risikoana-

lyse und Handlungskonzept baut gut aufeinander auf und konnte im Grundschemata gut übertragen werden.

Bei der methodischen Durchführung der Workshops konnten durch die zeitliche Nähe Synergien erzielt werden, da die Grundstruktur in den Workshops und die eingesetzten Arbeitsweisen dann jeweils bei dem zweiten Thema bereits vertraut waren.

Eine einfache Ergänzung des Starkregenrisikomanagementprozesses um die Komponente Bodenerosion erwies sich jedoch als schwierig. Denn das Thema ist häufig nicht so offensichtlich, dazu relativ komplex und die beteiligten Personengruppen zum Teil unterschiedlich. Zudem haben nicht alle Kommunen relevante Erosionsprobleme. Eine Parallelisierung der Prozesse wie bei EroL funktioniert nur, wenn die Bearbeitungszeit entsprechend lang ist, um die beiden Themen in gesonderten Workshops zu behandeln.

Die Erosionsszenarien sind außerdem erheblich schwieriger zu entwickeln und entsprechend auch zu kommunizieren. Die notwendige parallele Darstellung und Erläuterung unterschiedlicher Szenarien erfordert fachlich eine hohe Flexibilität von den Teilnehmer*innen der Workshops. Hier noch weitere Themen wie Starkregen oder Rutschungen hinzuzunehmen, würde eher kontraproduktiv sein. Ausnahme bilden hier einzelne Teilnehmer*innen, die sich häufiger beruflich mit entsprechenden Themen auseinandersetzen. Diesen kann auf Nachfrage weiteres Material bereitgestellt werden, damit sie die unterschiedlichen Themen gerade für planerische Aufgaben zusammen betrachten können.

8.5 Projekterfolge und Öffentlichkeitsarbeit

In einigen Projektkommunen werden bereits Planungen zu Maßnahmen durchgeführt, in Einzelfällen wurden sogar erste Erosionsschutzmaßnahmen unabhängig von EroL bereits umgesetzt (siehe Kapitel 7.5.4 und 7.5.5).

Zuvor wurden in der ersten Projektphase im Zuge der Risikoanalysen die Ergebnisse beider Modelle unabhängig voneinander von unterschiedlichen Gruppen validiert und bestätigt. Auch die aufgrund unterschiedlicher Szenario-Definitionen nur beschränkt mögliche Kreuzvalidierung zwischen den Modellen zeigte keine Unstimmigkeiten. Dabei waren die erarbeiteten, aus mehreren Einzelrechnungen zusammengesetzten Erosionsszenarien (good case, bad case) gegenüber den Einzelergebnissen deutlich besser verständlich und ermöglichten eine Reduzierung auf zwei Karten für jedes Teilgebiet. Als Synergie liegen auch die für das Starkregenrisikomanagement benötigten Grundlagen weitgehend zumindest entsprechend der Minimalanforderung vor.

Auf Ebene des Bundeslandes Baden-Württemberg konnte das Projekt die Bedeutung des Themas Erosion noch hervorheben, die Zwischenergebnisse wurden einer Arbeitsgruppe aus Ministerien und Landesbehörden vorgestellt und dienen als ein wichtiger Initialpunkt für die Entwicklung einer landesweiten Vorgehenskonzeption.

Nach Projektende plant der Landkreis weitere Öffentlichkeitsarbeit in Form von regelmäßig stattfindenden „Runden Tischen“. Zudem wird das Landratsamt (Fachbereich Umwelt) bei der fachlichen Umsetzung von Maßnahmen sowie bei Antragsstellungen unterstützen. Die Gemeinden überprüfen hierbei deren Umsetzbarkeit.

9. Quellenverzeichnis

Assmann, A., Kempf, J. und Henrichs, T. (2006): Agricultural measures for water management and their integration into spatial planning – AMEWAM. Final Report. Heidelberg. (unveröffentlicht)

Assmann, A., Kempf, J., Billen, N., Schipper, H., und Engelhardt, M. (2009): Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen – Konzeptstudie. – Im Auftrag des Kooperationsvorhabens Klimaveränderung und Konsequenzen für die Wasserwirtschaft (KLIWA) [Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit, Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Ministerium für Wirtschaft, Klimaschutz, Energie und Landesplanung Rheinland-Pfalz], 100 S. Hoffmann, V., Thomas, A., Gerber, A. [Hrsg.] (2009): Transdisziplinäre Umweltforschung - Methodenhandbuch. – Oekom Verlag München

Assmann, A., Kempf, J., Billen, N., Fritsch, K. (2016): Sedimentdargebot des Lippe-Einzugsgebiets – Pilotstudie Seseke. Heidelberg. (unveröffentlicht)

Assmann, A., Jäger, S., Fritsch, K. & Brauner, C. (2012): Starkregengefahrenkarten und Risikomanagement im Glems-Einzugsgebiet. In: Weiler, M. (Hrsg.) (2012) Wasser ohne Grenzen, Beiträge zum Tag der Hydrologie am 22./23. März 2012, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, Heft 31.12: 195-200.

BGR – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe [Hrsg.] (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 438 S. (5. Aufl.). Stuttgart.

BGS und DBG (2019): Abstract-Band 2019. Jahrestagung der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz und der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Bern, 24. – 29. August 2019 (online unter: https://www.dbges.de/de/system/files/Bern2019/abstracts2019/abstract-band.dbg2019_2.pdf)

Billen, N., Kempf, J., Assmann, A., Blau, P., Nietz, I. und Lehmann, C. (2019): Leuchtturmprojekt EroL: Erosionsereignisse durch Starkregen im Markgräfler Land – Handlungsempfehlungen für betroffene Gemeinden. In: BGS und DBG (2019): Gemeinsame Jahrestagung der BGS und der DBG vom 26. bis 28 August 2019 in Bern. Erd-Reich und Boden-Landschaften. Referate, Texte zu den Postern. Zollikofen. Bulletin BGS 40. S. 5 - 11

Billen, N., Kempf, J., Assmann, A., Puhmann, H., von Wilpert, K. (2017): Klimaanpassung durch Stärkung des Wasser- und Bodenrückhalts in Außenbereichen (KliStaR). Reihe KLI-MOPASS-Berichte Projektnr.: 4500352507/23. Karlsruhe

Bronstert, A., Fritsch, U., Katzemaier, D. (2000): Quantifizierung des Einflusses der Landnutzung und -bedeckung auf den Hochwasserabfluß in Flußgebieten. Potsdam.

Daten- und Kartendienst der LUBW, online unter: <https://udo.lubw.baden-wuerttemberg.de/public/>.

De Roo, A. P. J. et. al (1994): Erosienormeringsonderzoek Zuid-Limburg. Utrecht, Amsterdam, Wageningen.

DIN 19708 (2017): Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. – Beuth Verlag. Berlin.

EroL-Homepage beim Fachbereich Umwelt des Landratsamt Lörrach: <https://www.loerrach-landkreis.de/de/Service-Verwaltung/Fachbereiche/Umwelt/EroL>

EroL-Storymap und Meldeportal: <https://lraloe.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=bd9124d0358846b887af0ebc7d4477bb>

FLOODrisk 2020: <https://floodrisk2020.net/>

Gerlinger, K. (1997): Erosionsprozesse auf Lößböden: Experimente und Modellierung. Mitteilungen des Instituts für Wasserbau und Kulturtechnik der Universität Karlsruhe. Karlsruhe.

Green, W. H. and Ampt, G. A. (1911). Studies on soil physics I. - The flow of air and water through soils. J. Ag. Sci. 4, 1-24

Hölzel, H. (2009): Analyse und Parametrisierung von Landnutzungseigenschaften zur Modellierung von Abfluss, Bodenerosion und Sedimentation im Einzugsgebiet des Wahnbachs (Bergisches Land). Dissertation Bonn

Hough, M.N. (1990): Agrometeorological aspects of crops in the United Kingdom and Ireland. Bracknell, UK.

Ihringer, J. und Kron, W. (1993): Softwarepaket für Hydrologie und Wasserwirtschaft Anwenderhandbuch Band 1: Hochwasseranalyse Version 4. - Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, Universität Karlsruhe

Jetten, V. (2002): LISEM – Limburg Soil Erosion Model. Windows Version 2.x. User manual. Utrecht.

Junghänel, T., Ertel, H. und Deutschländer, T (2017): KOSTRA – DWD – 2010R. Bericht zur Revision der koordinierten Starkregenregionalisierung und -auswertung des Deutschen Wetterdienstes in der Version 2010. Offenbach.

Kamp, T., Choudhury, K., Ruser, R., Hera, U. und Rötzer, T. (2008): Auswirkungen von Klimaänderungen auf Böden – Beeinträchtigungen der natürlichen Bodenfunktionen. In: UMWELT-BUNDESAMT (Hrsg.) (2008): UBA-Workshop. "Böden im Klimawandel – Was tun?". Am 22./23. Januar 2008. Texte 25. S. 17 - 26

Kartendienst des LGRB, online unter: <http://maps.lgrb-bw.de/>.

KLIWA (2003): Workshop „Extreme Hochwasser und Klimaveränderung“. (<http://www.kliwa.de>).

KLIWA (2006): Regionale Klimaszenarien für Süddeutschland – Abschätzung der Auswirkungen auf den Wasserhaushalt. KLIWA-Bericht Heft 9. Karlsruhe.

KLIWA (2009a): Regionale Klimaszenarien und Wasserhaushaltsmodellierung. Zusammenfassender Kurzbericht, Bayerisches Landesamt für Umwelt. Karlsruhe.

KLIWA (2009b): Klimawandel im Süden Deutschlands. Ausmaß – Folgen – Strategien. Auswirkungen auf die Wasserwirtschaft. Karlsruhe.

Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) (2016): Grundlage: Daten aus dem Räumlichen Informations- und Planungssystem (RIPS) der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg; 21.12.2016

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2011): Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion. Karlsruhe. Download unter: <https://www.lubw.ba->

den-wuerttemberg.de/documents/10184/212002/merkblatt_gefahrenabwehr_bei_bodenerosion.pdf/38062e82-7fce-4f73-87ab-08b7b3d1c4a9

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2016): Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Anhang 6 – Risikoanalyse. Karlsruhe.

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2018): Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Karlsruhe. Download unter: <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/wasser/starkregen>

Menzel, L. (1997): Modellierung der Evapotranspiration im System Boden-Pflanze-Atmosphäre. (Zürcher Geographische Schriften, Heft 67). Zürich.

Oehmichen, J. (1986): Pflanzenproduktion. Band 2. Berlin, Hamburg. S. 65
Plate, E.J., Zehe, E. (2008): Hydrologie und Stoffdynamik kleiner Einzugsgebiete - Prozesse und Modelle. - Schweitzerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 366 S.
Plate, E.J. [Hrsg.] (1992): Weiherbach-Projekt - Prognosemodelle für die Gewässerbelastung durch Stofftransport aus einem kleinen ländlichen Einzugsgebiet, Schlußbericht zur 1. Phase des BMFT-Verbundprojektes. - Mitt. Inst. f. Hydrologie u. Wasserwirtschaft Univ. Karlsruhe, Heft 41, 548 S.
Prein, A. F, Gobiet, A., Suklitsch, M., Truhetz, H., Awan, N. K., Keuler, K. und Georgievski, G. (2013) Added value of convection permitting seasonal simulations. Climate Dynamics.

Regierungspräsidium Freiburg – Landesamt für Geologie, Rohstoffe und Bergbau (LGRB) (2015): Geofachdaten BW – Bodenkunde. Freiburg

Renger, M., Bohne, K., Facklam, M., Harrach, T., Riek, W., Schäfer, W., Wessolek, G. und Zacharias, S. (2008): Ergebnisse und Vorschläge der DBG-Arbeitsgruppe "Kennwerte des Bodengefüges" zur Schätzung bodenphysikalischer Kennwerte. Berlin.

Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (HRSG.) (1996): Parameterkatalog Sachsen. In: Erosion 2D/3D - Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Dresden.

Schipper, H., Kempf, J., Billen, N., Fosser, G., Schädler, G., Assmann, A. (2014): Bodenabtrag durch Wassererosion in Folge von Klimaveränderungen - Phase II: Klima- und Erosionsmodellierung (Endbericht). – Hrsg. KLIWA-Kooperationsvorhaben, Karlsruhe/Hof/Mainz/Offenbach

Schrödter, H. (1985): Verdunstung. Berlin.

Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2019): Agrarstrukturerhebung, Landwirtschaftszählung, Bodennutzungshaupterhebung. Anbau ausgewählter Feldfrüchte auf dem Ackerland 1999 – 2016. Stadt Kraichtal. Stuttgart.

Stolte, J. (2003): Effects of land use and infiltration behaviour on soil conservation strategies. Wageningen.

University of Twente (2018): OpenLISEM. Multi-Hazard Land Surface Process Model – Documentation & User Manual. Twente.

Van Deursen, W. P. A. und Wesseling, C. (1992): The PCRaster package, Department of Physical Geographie, Utrecht, <http://pcraster.geo.uu.nl/>

Van Genuchten, M. Th., Leij, F. J. und Yates, S. R. (1991): The RETC Code for Quantifying the Hydraulic Functions of Unsaturated Soils, Version 1.0. EPA Report 600/2-91/065, U.S. Salinity Laboratory, USDA, ARS, Riverside, California.

Zeitungsartikel

Badische Zeitung: Nur ein erster Schritt gegen Erosion (28.03.2017); online unter: <https://www.badische-zeitung.de/nur-ein-erster-schritt-gegen-erosion--134990286.html>

Weiler Zeitung: Förderung gibt es bisher nicht (19.10.2019); online unter: <https://www.verlags-haus-jaumann.de/inhalt.schallbach-foerderung-gibt-es-bisher-nicht.e72b30d2-8193-4559-afd1-8a22b18b80b8.html>

Badische Zeitung: Nicht schutzlos gegen Starkregen (05.11.2019); online unter: <https://www.badische-zeitung.de/die-strategien-gegen-starkregenschaeden-im-kreis-loerrach-werden-konkret--179066268.html>

Badische Zeitung: Mehr Schutz vor Wasser und Schlamm (27.01.2021)

Weiler Zeitung: Für die Wassermassen wappnen (08.03.2021); online unter: <https://www.verlagshaus-jaumann.de/inhalt.weil-am-rhein-fuer-die-wassermassen-wappnen.124592c0-b9f9-4e6d-874a-0a528fbb2a8f.html>

10. Informationsmaterialien und Handlungshilfen

10.1 Regelwerke und Arbeitshilfen

DIN 19700 (2019): Stauanlagen. Berlin.

DIN 19708 (2017): Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG. Berlin.

DWA (2016): DWA-Regelwerk. Merkblatt DWA-M 553. Hochwasserangepasstes Planen und Bauen. Hennef.

DWA (2015): DWA-Regelwerk. Merkblatt DWA-M 522. Kleine Talsperren und kleine Hochwasserrückhaltebecken. Hennef.

DWA (2015): DWA-Regelwerk. Merkblatt DWA-M 550. Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung. Hennef.

DWA (2012): DWA-Regelwerk. Merkblatt DWA-M 910. Berücksichtigung der Bodenerosion durch Wasser bei der Maßnahmenplanung nach EG-Wasserrahmenrichtlinie. Hennef.

LUBW (2008): Arbeitshilfe zur DIN 19700 für Hochwasserrückhaltebecken in Baden-Württemberg. Karlsruhe. online unter: <https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/93810>

WBW Fortbildungsgesellschaft für Gewässerentwicklung mbH (2015) (Hrsg.): Gewässerschau - mehr als eine Pflichtaufgabe. Grundlagen, Organisation und Durchführung. Karlsruhe. online unter: https://www.wbw-fortbildung.net/pb/site/wbw-fortbildung/get/824048/Leitfaden_Gewaesserschau_Webversion.pdf

10.2 Übersicht zu weiterführendem Infomaterial

Hochwasser	Starke-rogen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
x	x		Allgemein	Themenbereiche und Kommunikationsprodukte im Überblick	Um das Hochwasserrisikomanagement optimal umzusetzen, wurden eine Reihe von Informationsprodukten und Umsetzungshilfen entwickelt. In dieser Broschüre erhalten Sie einen Überblick über das verfügbare Medienspektrum und die ausgearbeiteten Themenbereiche.	UM	Kommunen, Bürgerinnen und Bürger
x			Vorsorge	Pflicht und Möglichkeiten der Eigenvorsorge für den Hochwasserfall	Mit Hilfe dieser Kompaktinformation können Vorsorge-maßnahmen für das individuelle Hochwasserrisiko abgeleitet und ein privater Notfallplan erstellt werden.	WBW Fortbildungsgesellschaft	Bürgerinnen und Bürger
x			Vorsorge	Vorsorge Bürger: Was tun, wenn Hochwasser droht?	In diesem Zweiseiter erhalten Sie nützliche Anregungen, wie Sie sich vor drohendem Hochwasser und im Hochwasserfall verhalten können.	WBW Fortbildungsgesellschaft	Bürgerinnen und Bürger
x			Vorsorge	Leitfaden Öffentlichkeitsarbeit	Dieser Leitfaden bietet Kommunen und Behörden Anregungen für die Medienarbeit bei Hochwassergefahr. Sie richtet sich an Kommunen, die ihre Kommunikation in Trocken- und Hochwasserzeiten professionell durchführen möchten.	UM	Kommunen,
x			Vorsorge	Web-Contents zur Lebenslage Hochwasser	Für das Internet bzw. die Einbindung in die kommunale Webseite stellt Service BW Web-Contents zur Lebenslage Hochwasser bereit.	Service BW	Kommunen, Behörden, Bürgerinnen und Bürger
x			Vorsorge	Hochwasserrisiken für Unternehmen	In dieser Kompaktinformation erfahren Betriebsinhaber und Geschäftsführer, wie sie ihr Unternehmen rechtzeitig auf Hochwasserrisiken vorbereiten, um Schäden zu verhindern.	Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft (UM)	Unternehmen

Hochwasser	Starkregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
x			Vorsorge	Was tun, wenn Hochwasser droht?	In diesem Infoblatt erhalten Sie Tipps, wie Betriebsinhaber und Geschäftsführer durch Maßnahmen ihren Betrieb kurz vor und während dem Hochwasser schützen können.	UM	Unternehmen
x			Nachsorge	Nachsorge Bürger: Was tun, wenn das Hochwasser abläuft?	Wenn das Hochwasser abläuft oder bereits abgelaufen ist, beginnt die Phase des Aufräumens, der Schadensbeseitigung und des Wiederaufbaus. Ähnlich wie die Vorsorge kann eine zielgerichtete Nachsorge Folgeschäden verhindern.	WBW Fortbildungsgesellschaft	Bürgerinnen und Bürger
x			Nachsorge	Nachsorge im Betrieb: Richtig handeln nach dem Hochwasser	Nachdem sich das Hochwasser zurückgezogen hat, gilt es, die Aufräumarbeiten mit Ruhe und Besonnenheit zu beginnen. Das Ziel ist es, Ihren Betrieb durch entsprechende Maßnahmen und einen koordinierten Ablauf schnellstmöglich wieder einsatzbereit zu machen.	UM	Unternehmen
x			Bauleitplanung	Bauen bei Hochwasserrisiken und in Überschwemmungsgebieten	Diese Kompaktinformation beschreibt, welche Bauvorhaben in Überschwemmungsgebieten zulässig sind. Außerdem informiert sie rund um das Thema bauliche Anforderungen in von Hochwasser betroffenen Gebieten.	UM	Kommunen, Behörden, Bürgerinnen und Bürger, Architektinnen und Architekten
x			Bauleitplanung	Leitfaden Hochwasserrisikobewusst Planen und Bauen	Umfassende Informationen und Hilfestellungen zum Thema Hochwasserangepasstes Planen und Bauen sind in diesem Leitfaden für Architektinnen und Architekten, Bauwillige, Planungsbüros und Mitarbeitende von Verwaltungsbehörden zusammengestellt.	WBW Fortbildungsgesellschaft	Kommunen, Behörden, Bürgerinnen und Bürger, Architektinnen und Architekten

Hochwasser	Starkregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
	x		Vorsorge, Bauleitplanung	WBWF Vorträge der Seminarreihe „Starkregen und Überflutungsvorsorge“	Die Seminarreihe zeigt anhand von anschaulichen Beispielen auf, wie Überflutungsgefahren in Siedlungsgebieten erkannt werden können, wie infrastruktur- und objektbezogene Maßnahmen zur Überflutungsvorsorge konkret aussehen können und welche Akteur*innen hierbei gefordert sind. Hierbei werden sowohl planerische, technische als auch administrative Vorsorgemaßnahmen auf kommunaler behandelt.	WBWF, in Kooperation mit der Deutschen Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) und dem Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau – (BWK) e.V.	Kommunen
	x		Vorsorge, Bauleitplanung	Starkregenvorsorge im Städtebau und in der Bauleitplanung	Um Städte und Gemeinden wirksam gegen die zunehmende Gefahr durch Starkregenereignisse und die daraus resultierenden Sturzfluten und überlasteten Kanalnetze zu schützen, müssen zunächst die Gefahren ermittelt, Risiken analysiert, kommunale Handlungskonzepte erstellt und konkrete Maßnahmen in den Bauleitplänen gesichert werden. Um das Schadenspotenzial wirksam und nachhaltig zu reduzieren, muss ein übergeordneter und integrierter Planungsprozess erfolgen, der die Aspekte der Stadtplanung und der Wasserwirtschaft zusammenführt.	Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg	Kommunen, Behörden, Bürgerinnen und Bürger, Architektinnen und Architekten
x	x		Vorsorge, Nachsorge, Bauleitplanung	Hochwasserschutzfibel	Die Fibel befasst sich mit den Grundlagen und allgemeinem Wissen über die Hochwassergefahr und die Hochwasservorsorge. Außerdem widmet sie sich der Bauvorsorge mit konkreten Beispielen zur geeigneten Vorsorge. Themen zur Vorsorge und Nachsorge werden behandelt. Inklusive Checklisten zur privaten Hochwasservorsorge.	Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat	Kommunen, Behörden, Bürgerinnen und Bürger, Architektinnen und Architekten

Hochwasser	Starkregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
x	x		Vorsorge, Bauleitplanung	Land unter - Überschwemmungen vorbeugen und versichern	Mit der Initiative „Stadt.Land.unter.“ klärt die Versicherungswirtschaft über die wachsende Gefahr heftiger Regenfälle auf und zeigt, wie sich Mieter und Immobilienbesitzer gegen Überflutungen schützen können.	Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.	Bürgerinnen und Bürger, Architektinnen und Architekten
x	x		Informationsvorsorge, Naturgefahren allgemein	Downloads für Ihre Kommunikation	Webseite mit Links zu Informationsmaterialien (Videos, Fotos, Grafiken) zum Thema "Naturgefahren" und "Versicherung" zum Download	Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.	Kommunen, Behörden
	x		Vorsorge	Zu Stark gegen Starkregen: Präventionsmaßnahmen	Mit seiner Initiative „Stark gegen die Folgen von Starkregen“ zielt der Wasserwirtschaftsverband für die mittlere und untere Lippe darauf ab, auf allen Ebenen umfassende Vorsorgemaßnahmen gegen die Folgen von Starkregen zu ergreifen. In folgendem Webartikel informiert der Lippeverband, welche Präventionsmaßnahmen Bürgerinnen und Bürger gegen die Folgen von Starkregen treffen können.	Kampagne „Stark gegen Starkregen“ des Lippeverbands, Essen	Bürgerinnen und Bürger
	x		Allgemein, Vorsorge	starkregengefahr.de	Themen Starkregengefahren und -risiken erfahren. Grundlagen werden erklärt. Informationen zur Vorsorge. Schadensmeldungen und Maßnahmenplanungen der beteiligten Kommunen können eingegeben werden.	geomer GmbH, Kommunen	Kommunen, Bürgerinnen und Bürger

Hochwasser	Starkregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
	x		Allgemein, Vorsorge	Kommunales Starkregenrisikomanagement	Starkregenseite "Regina Stark" zeigt, wie der Leitfaden „Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg“ wirksam in die Praxis umgesetzt werden kann. Kommunen und Ingenieurbüros erhalten nicht nur einen Überblick über die wichtigsten Schritte der Umsetzung. Darüber hinaus geben Arbeitsmaterialien zu den Themenfeldern Risikoanalyse, Handlungskonzept, Baumaßnahmen, Hochwasseralarm- und Einsatzplan sowie Öffentlichkeitsarbeit wertvolle Hilfen an die Hand.	Regierungspräsidium Stuttgart	Kommunen, Ingenieurbüros
	x		Vorsorge	Leitfaden Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg. Von der Starkregengefahrenkarte zum kommunalen Handlungskonzept	Dieser Leitfaden beschreibt, wie Sie die Gefahren durch Starkregen erkunden. Die Arbeitsanleitung richtet sich in erster Linie an Ingenieurbüros und kommunale Einrichtungen.	LUBW	Kommunen, Ingenieurbüros
	x		Vorsorge	Kompaktinformation: Kommunales Starkregenrisikomanagement in Baden-Württemberg inkl. FAQ	Die Kompaktinformation führt in übersichtlicher Weise an das Thema heran, gibt eine Empfehlung zum Vorgehen und beantwortet die häufigsten Fragen.	LUBW	Kommunen, Ingenieurbüros
	x		Berechnung von Starkregengefahrenkarten und Bemessung baulicher Maßnahmen	Hinweise zur Berechnung von Starkregengefahrenkarten und Bemessung baulicher Maßnahmen in der Gebietskulisse des Starkregenrisikomanagement	Mit Einführung des Leitfadens haben sich in der praktischen Handhabung noch Fragen ergeben. Die offenen Fragen sind im Rahmen eines Workshops am 19.12.2017 unter Beteiligung von Vertretern von Behörden sowie aus Praxis und Wissenschaft erörtert worden. Die wesentlichen Erkenntnisse sind in diesem Dokument Bearbeitungshinweise zusammengefasst.	LUBW	Kommunen, Ingenieurbüros

Hochwasser	Starkregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
	x		Vorsorge	Leitfaden Starkregen: Was können Kommunen tun?	Mit dem vorliegenden Leitfaden werden Wege aufgezeigt, wie der Gefährdung durch Starkregen begegnet werden kann. Dazu werden in einer konkreten Anleitung die einzelnen Schritte erläutert, mit deren Hilfe Art und Ausmaß der Gefährdung bewertet werden können.	Informations- und Beratungszentrum Hochwasservorsorge Rheinland-Pfalz und WBWF	Kommunen
x	x		Vorsorge, Nachsorge, Bauleitplanung	Leitfaden Starkregen: Objektschutz und bauliche Vorsorge	Diese Broschüre soll Bürgerinnen und Bürgern helfen, die Gefahr und das Risiko für ihre Liegenschaft, ihr Haus und ihr Eigentum einzuschätzen und zu erkennen, ob und wie sehr sie bereits vor Starkregen geschützt sind oder aber sich künftig schützen können. Dafür werden sowohl bauliche Vorsorgemaßnahmen als auch mögliche Verhaltensmaßnahmen dargestellt und erklärt. Ein Katalog stellt die unterschiedlichen Möglichkeiten vor, mit denen die Verwundbarkeit des eigenen Objektes gesenkt werden kann. Dabei stehen nicht die Gefahren durch Flusshochwasser im Fokus, sondern Gefahren durch kurzfristig anstehende Wassermassen, wie sie typischerweise bei Starkregen auftreten.	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung	Kommunen, Behörden, Bürgerinnen und Bürger, Architektinnen und Architekten
	x		Vorsorge, Bauleitplanung	Starkregeneinflüsse auf die bauliche Infrastruktur	Neben dem Objektschutz werden Maßnahmen zum Speichern, Versickern und Verdunsten von einem definierten Starkregenereignis auf Liegenschaftsebene dargestellt.	Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung	Kommunen, Behörden, Planer, Architektinnen und Architekten
x	x		Vorsorge, Bauleitplanung	Leitfaden Wassersensibel planen und bauen in Köln	Bauliche Anpassungsmöglichkeiten gegen Starkregen, Rückstau und Sickerwasser, mit vielen weiteren Literaturvorschlägen.	StEB Köln und Stadt Köln	Hauseigentümer und Architekten

Hochwasser	Starkregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
	x	x	Vorsorge	Checkliste Abstimmungsgespräch	In der Vorbereitungs- und Anfangsphase der Erstellung von Starkregenrisikomanagement-Konzepten findet ein Abstimmungsgespräch zwischen der Kommune und der Unteren Wasserbehörde statt, das der fachlichen Beratung der Kommune dient. Als Unterstützung für die Abstimmung zwischen allen Beteiligten wurde eine Checkliste erarbeitet. Diese gibt einen Überblick über alle relevanten Themen, welche in den Gesprächen besprochen und dokumentiert werden sollen.	LUBW	Kommunen, Untere Wasserbehörden
x	x		Vorsorge, Nachsorge	Extremwetterlagen in Land- und Forstwirtschaft: Maßnahmen zur Prävention und Schadensregulierung	Auswirkungen von Extremwetterereignissen und Anpassungsmaßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft sowie Versicherungsmöglichkeiten und Hilfe des Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft.	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft	Kommunen, Land- und Forstwirtschaft, untere Landwirtschaftsbehörde, untere Bodenschutzbehörde
x	x	x	Vorsorge, Bauleitplanung	Handlungsanleitung zur Hochwasservorsorge und zum Hochwasserschutz in der Raumordnungs- und in der Bauleitplanung	Das Wasser-, das Raumordnungs- und das Baurecht halten wichtige Instrumente bereit, um sowohl auf Planungsebene als auch bei der Vorhabengenehmigung zu verhindern, dass Menschen und ihr Vermögen, aber auch die natürlichen Lebensgrundlagen durch voraussehbare Hochwasserereignisse gefährdet werden.	Bauministerkonferenz 2018	Kommunen, Planer, Architektinnen und Architekten
		x	Allgemein, Vorsorge, Nachsorge	Merkblatt Gefahrenabwehr bei Bodenerosion	Das Bodenschutzrecht enthält Regelungen zur Gefahrenabwehr bei Bodenerosion, die eine Reihe von Instrumenten zur Förderung und Verbesserung des Erosionsschutzes in der Landwirtschaft ergänzen.	LUBW	untere Landwirtschaftsbehörde, untere Bodenschutzbehörde, Kommunen
	x	x	Allgemein	EroL - Erosionsereignisse durch Starkregen im Markgräflerland	Informationen über das Leuchtturmprojekt EroL.	Landratsamt Lörrach	Kommunen, Bürgerinnen und Bürger, Behörden, Ingenieurbüros

Hochwasser	Starkregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
	x	x	Allgemein, Vorsorge, Nachsorge	Meldeportal des Landkreis Lörrach	Informationen über das Leuchtturmprojekt EroL. Erosions- und Starkregengefahrenkarten der an EroL beteiligten Kommunen können eingesehen werden. Schäden können aus dem gesamten Landkreis gemeldet werden.	Landratsamt Lörrach	Kommunen, Bürgerinnen und Bürger
	x	x	Vorsorge	Steckbriefe für die Praxis	Das KliStaR-Projekt stellte Maßnahmen zur Klimaanpassung in den Vordergrund, die in kommunalen Außenbereichen helfen sollen, den Bodenabtrag und den Oberflächenabfluss zu verringern sowie den Bodenwasserhaushalt zu verbessern. Die Ergebnisse wurden von der terra fusca Ingenieure Partnerschaftsgesellschaft, der (FVA) und der geomer GmbH für die WBW in Steckbriefe zu 22 Schutzmaßnahmen zusammengefasst und um weitere Erkenntnisse aus Praxis und Wissenschaft ergänzt.	WBW Fortbildungsgesellschaft	Kommunen, Land- und Forstwirtschaft, untere Landwirtschaftsbehörde, untere Bodenschutzbehörde
	x	x	Fördermöglichkeiten Land-, Forstwirtschaft und Weinbau	-	Links zu Fördermaßnahmen in der Land-, Forstwirtschaft und im Weinbau. Zum Beispiel Direktzahlungen und Ausgleichsleistungen für landw. Betriebe wie z.B. FAKT, nachhaltige Forstwirtschaft und weinbauliche Maßnahmen.	Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz	Kommunen, Land-, Forstwirtschaft, Weinbau, untere Landwirtschafts- und Forstbehörde, untere Bodenschutzbehörde
	x	x	Fördermöglichkeit Landwirtschaft	FAKT - Förderprogramm für Agrarumwelt, Klimaschutz und Tierwohl Baden-Württemberg	Hinweise zur Förderung der Grünlandstandorte, stärkere Förderung des Ökologischen Landbaus, Gewässer- und Erosionsschutz und zusätzliche Maßnahmen zum Tierwohl.	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Ministerium für ländlichen Raum und	Kommunen, Landwirtschaft, untere Landwirtschaftsbehörde, untere Bodenschutzbehörde

Hochwasser	Starregen	Erosion	Thema	Titel mit Direktlink	Kurzbeschreibung	Herausgeber	Zielgruppe
						Verbraucherschutz Baden-Württemberg	
	x		Fördermöglichkeit Forstwirtschaft	Förderwegweiser - Nachhaltige Forstwirtschaft	Hinweise zu Fördermöglichkeiten in der Forstwirtschaft.	Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz	Kommunen, untere Forstbehörde, untere Boden-schutzbehörde

Anhang

Tab. 12: LISEM-Eingabekarten und deren Quellen (verändert nach University of Twente 2018, S. 96 ff.):

Kartenname	Beschreibung	Einheit	Wertebereich	erstellt aus	(Literatur)quellen
Einzugsgebietskarten (General catchment maps)					
DGM	Digitales Geländemodell	m	$x \in \mathbb{R}$	DGM geoTIFF	-
GRADIENT	Sinus der Hangneigung in Fließrichtung	m/m	$x \in \mathbb{R}, x > 0$	dgm.map	-
LDD	Fließrichtung	-	$x \in \mathbb{N}; 0 < x < 10$	dgm.map	-
OUTPOINT	Ausgabe von Abflussganglinien an beliebig vielen Zellen	-	$x \in \mathbb{N}$	Eintrittspunkte	-
OUTLET	Hauptgebietsauslass	-	$x \in \{0, 1\}$	ldd.map	-
ID	Fläche der virtuellen Niederschlagsstationen	-	$x \in \mathbb{N}$	Einzugsgebietsmaske	-
Landnutzungs- und Vegetationskarten (land use and vegetation maps)					
USE	Klassifikation der Landnutzung mit Feldfruchtverteilung auf den Ackerflächen	-	$x \in \mathbb{N}$	BasisDLM + Agrarstatistik	Statistisches Landesamt Baden-Württemberg (2017)
LAI	Blattflächenindex	m ² /m ²	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	use.map + lai.tf	Bronstert et al. (2000), Hough (1990), Schrödter (1985), Menzel (1997), Oehmichen (1986)
PER	Vegetationsbedeckungsgrad	m ² /m ²	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x \leq 1$	use.map + per.tf	Bronstert et al. (2000), Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (1996)
CH	Vegetationshöhe	m	$x \in \mathbb{R}, 0 < x$	use.map + ch.tf	Bronstert et al. (2000)
ROADWIDTH	Straßenbreite	m	$x \in \mathbb{R}, 0 < x < Cxy$	use.map + roadwidth.tf	-
Karten zur Bodenoberfläche (soil surface maps)					
N	Rauigkeitsbeiwert nach Manning	Kehrwert von m ^{1/3} /s	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	use.map + n.tf	Stolte (2003), Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (1996), De Roo (1994), Gerlinger 1997, University of Twente (2018)
RR	Oberflächenrauigkeit	cm	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	use.map + rr.tf	Stolte (2003), University of Twente (2018)
STONEFRC	Zellen, die mit Steinen bedeckt sind	-	$x \in \mathbb{R}, 0 < x < 1$	id.map - 1	-
Erosions-/Depositionskarten (erosion maps)					

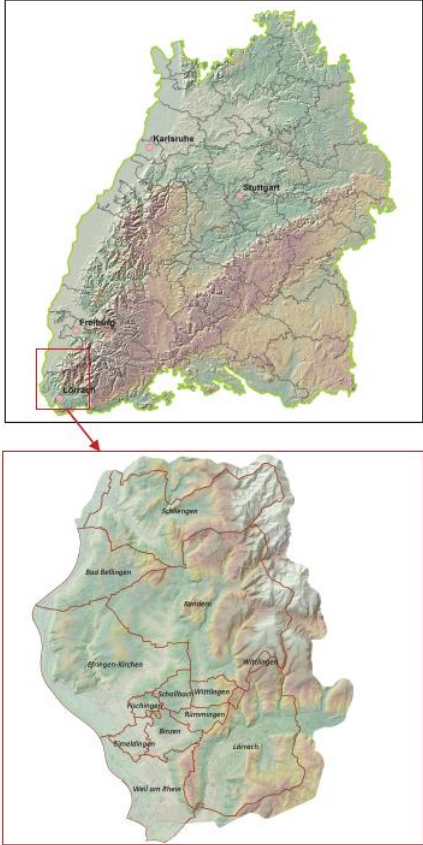
Kartenname	Beschreibung	Einheit	Wertebereich	erstellt aus	(Literatur)quellen
AGGRSTAB	Aggregatstabilität	-	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	use.map + aggr.tf	Stolte (2003), De Roo (1994), University of Twente (2018)
COH	Bodenkohäsion	kPa	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	use.map + coh.tf	Stolte (2003), De Roo (1994), University of Twente (2018)
COHADD	Wurzelkohäsion	kPa	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	use.map + cohadd.tf	Stolte (2003), De Roo (1994), University of Twente (2018)
D50	Mittlerer Korndurchmesser	μm	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	profile.map + d50.tf	Bodenkarten, -profile, BGR (2005)
D90	90 % Korndurchmesser	μm	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	profile.map + d90.tf	Bodenkarten, -profile, BGR (2005)
PROFILE	Klassifikation der Bodeneinheiten	-	$x \in \mathbb{N}$	BK 50	-
KSAT	gesättigte hydraulische Leitfähigkeit	mm/h	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	profile.map + ksat.tf	Renger et al. (2008), Van Genuchten et al. (1991), Bodenkarte, BGR (2005)
PSI	Matrixpotential an der Feuchtefront	cm	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	profile.map * 200	
Theta s	Sättigungswassergehalt	-	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x \leq 1$	profile.map + the- tas.tf	Renger et al. (2008), Van Genuchten et al. (1991), Bodenkarte, BGR (2005)
Theta i	Anfangswassergehalt	-	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x \leq 1$	profile.map * 0,4	Renger et al. (2008), Van Genuchten et al. (1991), Bodenkarte, BGR (2005)
DEPTH	Bodenmächtigkeit	mm	$x \in \mathbb{R}, 0 \leq x$	profile.map + depth.tf	Bodenkarte


Tab. 13: Verteilung der vereinfachten Feldfruchtgruppen auf die modellierten Kommunen und Teileinzugsgebiete (Mais = Silomais, Körnermais, CornCopMix, Kartoffel, Gartenbauerzeugnisse; Zuckerrübe = Zuckerrübe, Handelsgewächse außer Winterraps; Sommergetreide = Sommerweizen, Sommergerste, Hafer; Wintergetreide = Winterweizen, Wintergerste, Roggen, Triticale, Winterraps, Pflanzen zur Grünernte, Brache)

Kommune	Anbauumfang in Kommune (n. StaLa-BW 2016)		
	Feldfruchtgruppe	% n.StaLa	ha im DLM
Lörrach m. Wittlingen	Mais	33,1	130,5
	Zuckerrübe	0,0	0,0
	Sommergetreide	15,1	59,5
	Wintergetreide	51,7	203,8
Steinen	Mais	40,3	60,9
	Zuckerrübe	0,0	0,0
	Sommergetreide	3,0	4,5
	Wintergetreide	56,5	85,3
Binzen m. Fischingen m. Rümplingen	Mais	63,4	249,1
	Zuckerrübe	1,1	4,2
	Sommergetreide	2,5	9,8
	Wintergetreide	33,1	130,0
Eimeldingen m. Schallbach	Mais	51,9	222,8
	Zuckerrübe	2,1	8,9
	Sommergetreide	1,8	7,7
	Wintergetreide	44,3	189,9
Weil am Rhein	Mais	61,7	131,5
	Zuckerrübe	2,4	5,1
	Sommergetreide	5,3	11,2
	Wintergetreide	30,5	65,1
Efringen-Kirchen	Mais	60,2	991,4
	Zuckerrübe	1,3	22,2
	Sommergetreide	2,0	32,3
	Wintergetreide	36,5	601,0
Bad Bellingen	Mais	62,7	347,3
	Zuckerrübe	0,8	4,5
	Sommergetreide	0,3	1,4
	Wintergetreide	36,3	201,1
Kandern	Mais	55,7	619,0
	Zuckerrübe	2,0	22,7
	Sommergetreide	8,5	94,9
	Wintergetreide	33,8	375,5
Schliengen	Mais	44,4	388,8
	Zuckerrübe	1,2	10,8
	Sommergetreide	3,9	34,2
	Wintergetreide	50,5	442,2
Alle	Mais	55,4	3141,4
Alle	Zuckerrübe	1,4	78,4
Alle	Sommergetreide	4,7	255,5
Alle	Wintergetreide	38,5	2293,8


Abb. 63: Projektflyer

PROJEKTGEBIET






PROJEKTBLAUF 2018 – 2021




ANSPRECHPARTNER

- **Inga Nietz**
Landkreis Lörrach
Telefon: 07621 410-3349
E-Mail: inga.nietz@loerrach-landkreis.de
- **Dr. André Assmann**
geomer GmbH Heidelberg
Telefon: 06221 89458-41
E-Mail: assmann@geomer.de

Gefördert durch:




Förderkennzeichen: 03DAS111
 Laufzeit: 2018 - 2021
 aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages



Leuchtturmprojekt EroL

Erosionsereignisse durch Starkregen im MarkgräflerLand

Erosions- und Starkregengefahrenkarten sowie Handlungsempfehlungen für betroffene Gemeinden in der Vorbergzone des Schwarzwaldes



mail@loerrach-landkreis.de
www.loerrach-landkreis.de/erol
Landratsamt Lörrach
Fachbereich Umwelt

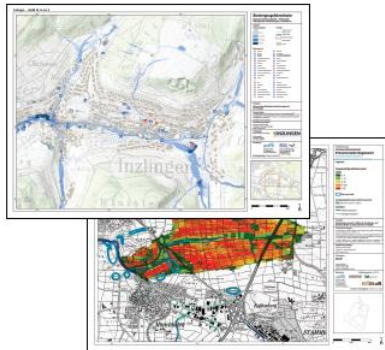
EINLEITUNG

Im Landkreis Lörrach fanden in den vergangenen Jahren immer wieder größere Erosionsereignisse im Zusammenhang mit Starkregen statt. Vor allem die sogenannte Vorbergzone des Schwarzwaldes ist hinsichtlich ihrer topografischen und geologischen Gegebenheiten in Verbindung mit der Landnutzung potenziell stark gefährdet.

Als Leuchtturmprojekt soll "EroL" den Landkreis bei der Anpassung an den Klimawandel maßgeblich unterstützen. Ziel des Projekts ist der Schutz von Bevölkerung und Infrastruktur vor Erosionschäden durch Starkregen.

GEFAHRENKARTEN

Im ersten Schritt werden Gefährdungsanalysen durchgeführt und Erosions- und Starkregengefahrenkarten erstellt. Diese werden in einem Geo-Portal bereitgestellt und an begleitenden Informationsveranstaltungen erläutert.



RISIKO-STECKBRIEFE

Auf Basis der Gefahrenkarten wird im nächsten Schritt eine Risikoanalyse durchgeführt. Dabei werden die Bereiche in den Gemeinden identifiziert, die bei Starkregeneignissen durch Überflutung, Erosion oder Sedimentation gekennzeichnet sind.

Die lokalisierten Problemstellen sollen in Workshops mit allen beteiligten Akteuren vorgestellt und Lösungsansätze diskutiert werden.

In Risiko-Steckbriefen werden die gefährdeten Objekte und Bereiche zusammengestellt.



HANDLUNGSKONZEPT

Mit Hilfe der Gefahrenkarten und der Risikoanalyse werden schließlich Maßnahmen für die folgenden Bereiche abgeleitet:

- Straßen
- Land- und Forstwirtschaft
- Naturschutz
- Wasserhaushalt

Die Erstellung des Handlungskonzepts erfolgt dabei in Absprache mit dem aufgebauten Netzwerk aus kommunalen Fachämtern, Land- und Forstwirtschaft, betroffenen Bürgern, Fachplanern sowie den Rettungs- und Einsatzkräften des Katastrophenschutzes.

Nach Ende der Projektlaufzeit wird der Landkreis gemeinsam mit den Gemeinden weiter an der Umsetzung der empfohlenen Maßnahmen arbeiten. Übertragbar sind die Ergebnisse des Projekts auf vergleichbare Gebiete innerhalb des Landkreises, aber auch entlang der gesamten Rheinebene.

www.loerrach-landkreis.de/erol



Gefährdungsanalyse von Erosionsereignissen durch Starkregen

