eepi Luxembourg S.à r.l.
DIE WASSERBAUINGENIEURE
12, Route de Mondorf
L-5441 Remerschen

Gemeng Bettenduerf

Örtliches Vorsorgekonzept zum Schutz der Gemeinde Bettendorf vor Hochwasser und Starkregen

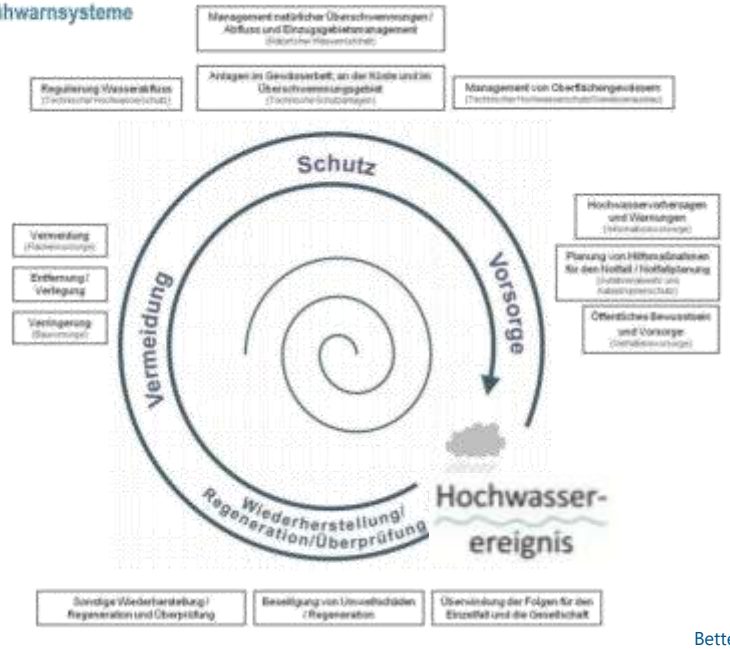
Markus OTT und Michael Buschlinger

Risikomanagement Hochwasser und Starkregen

Gemeng Bettenduerf

Vorsorgekonzept der Gemeinde Bettendorf

- ⇨ **Bestandsaufnahme Ermittlung und Darstellung der Risiken**
- ⇨ **Analyse Feststellung von Defiziten**
- ⇨ **Maßnahmen**
- ⇨ **Information und Beteiligung**



Unterscheidung (Fluss-)Hochwasser und Starkregen

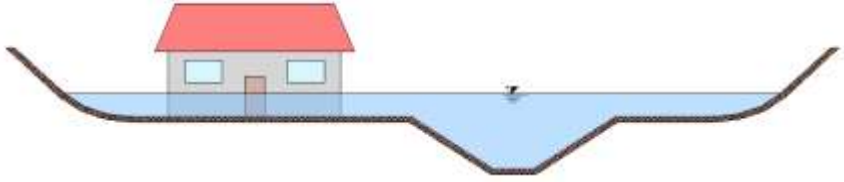
Gemeng Bettenduerf

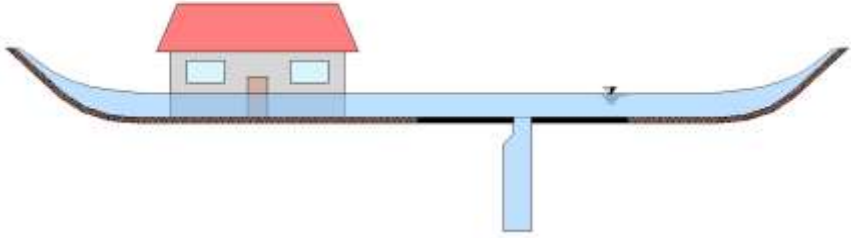
Unterscheidung (Fluss-)Hochwasser und Starkregen

Gemeng Bettenduerf

Flusshochwasser

Starkregen





Ausuferung des Gewässers (Sauer, Tirelbaach)

Regenabfluss über die Oberfläche Kapazitäten des Kanalnetzes erschöpft

Risiken/Ergebnis vergleichbar, Entstehung und Ablauf der Ereignisse unterschiedlich

Unterscheidung (Fluss-)Hochwasser und Starkregen

Flusshochwasser

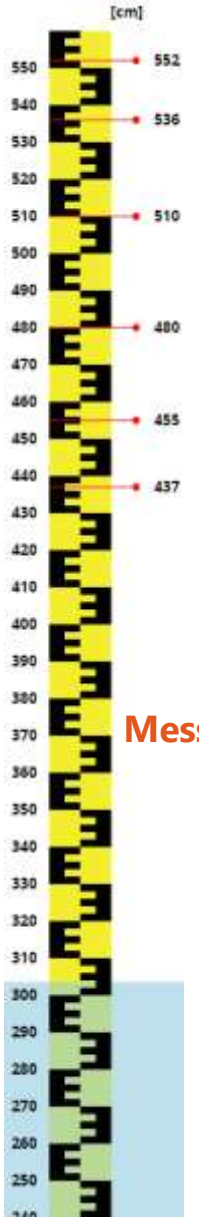
Dauer:	Tage bis Wochen
Ort:	Flussauen (gewässergebunden), großräumig
Entstehung:	Große Niederschlagsmenge; Wassersättigung des Bodens
Begünstigt durch:	hohe Vorfeuchte, Schneeschmelze; Relief, Landnutzung
Vorwarnzeit:	Abschätzungen: 24 Stunden; gesicherte Vorhersage: 6 bis 9 Stunden (Sauer)

Starkregen

Dauer:	Stunden
Ort:	lokal, sehr kleine Gewässer, Mulden, überall möglich
Entstehung:	hohe Niederschlagsintensität, Niederschlag größer als Versickerungsrate
Begünstigt durch:	lückenhafte Vegetation, Monokulturen, Verschlämmung des Bodens, Versiegelung
Vorwarnzeit:	Minuten bis wenige Stunden

Flusshochwasser - Die Sauer bei Bettendorf

Gemeng Bettenduerf



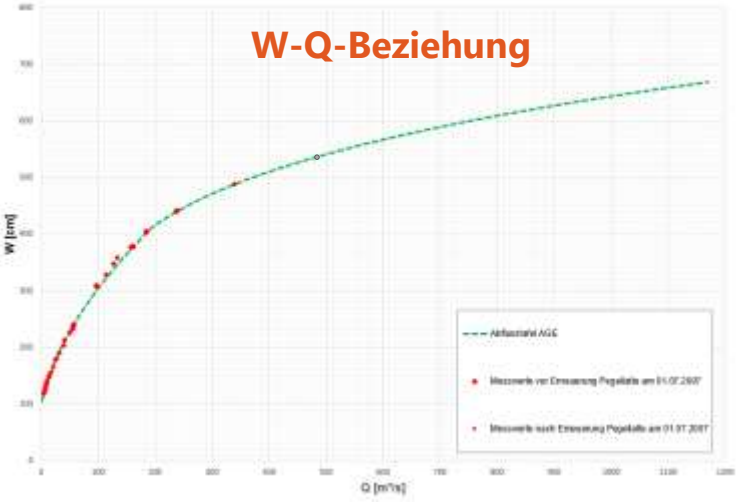
Echternach und Echternacherbrück beim Hochwasser der Sauer am 3. Januar 2003

Messwerte

Datum	Wasserstand	Durchfluss gemessen
	cm	m³ / s
02.08.11	**118,6**	**4,37**
02.11.15	122,5	5,52
15.05.17	126,0	6,67
19.07.13	128,0	7,69
03.09.15	133,0	8,16
28.05.08	137,0	9,75
12.05.15	139,0	10,00
22.09.14	140,0	10,20
08.05.08	147,0	14,10
19.08.14	150,0	14,10
30.10.12	157,0	17,10
13.03.15	166,0	21,72
13.10.14	179,0	26,00
13.10.14	180,0	26,39
13.02.08	190,0	31,60
15.01.08	204,0	39,70
17.07.12	213,0	41,20
18.03.13	226,0	50,70
19.02.16	232,0	55,27
19.02.16	237,5	55,36
19.02.16	236,0	56,70
27.04.12	242,0	57,90
05.11.13	310,0	97,10
17.01.08	308,0	97,50
12.01.16	328,0	113,53
16.01.15	348,0	126,60
18.01.08	359,0	134,00
10.02.16	377,0	156,87
01.03.07	378,0	160,96
02.03.07	405,0	183,93
19.01.07	441,0	237,06
07.01.11	**488,0**	**338,78**

Auswertung 2D-Modell
Pegel Diekirch, Sauer

W-Q-Beziehung

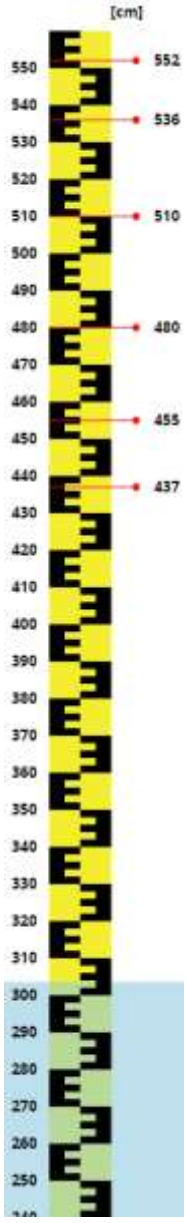


Auswertung der Messungen
= „**Hauptwerte**“

HQ	539 m³/s am 03.01.2003
MHQ	265 m³/s
MQ	27.0 m³/s
MNQ	5.04 m³/s
NQ	4.41 m³/s am 01.10.2011

Flusshochwasser - Die Sauer bei Bettendorf

Gemeng Bettenduerf



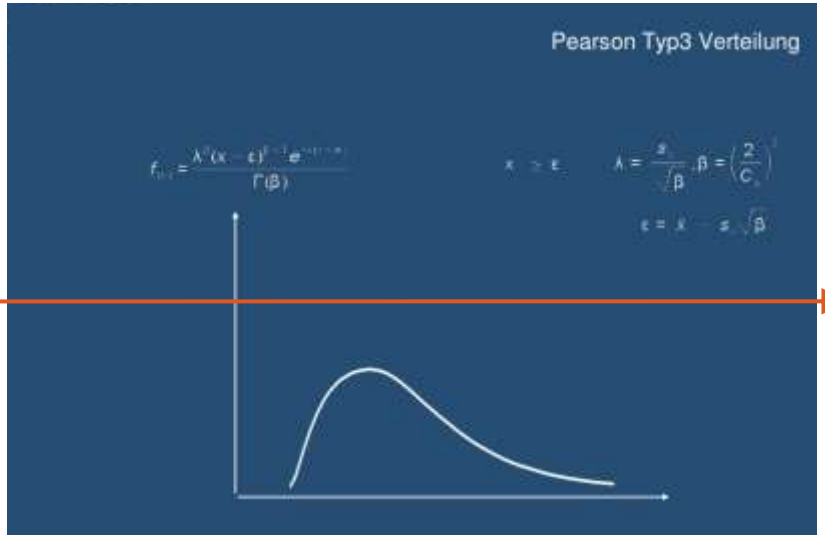
Messwerte

Diekirch seit 1996

Datum	Wasserstand	Durchfluss gemessen
	cm	m³ / s
02.08.11	**118,6**	**4,37**
02.11.15	122,5	5,52
15.05.17	126,0	6,67
19.07.13	128,0	7,69
03.09.15	133,0	8,16
28.05.08	137,0	9,75
12.05.15	139,0	10,00
22.09.14	140,0	10,20
08.05.08	147,0	14,10
19.08.14	150,0	14,10
30.10.12	157,0	17,10
13.03.15	166,0	21,72
13.10.14	179,0	26,00
13.10.14	180,0	26,39
13.02.08	190,0	31,60
15.01.08	204,0	39,70
17.07.12	213,0	41,20
18.03.13	226,0	50,70
19.02.16	232,0	55,27
19.02.16	237,5	55,36
19.02.16	236,0	56,70
27.04.12	242,0	57,90
05.11.13	310,0	97,10
17.01.08	308,0	97,50
12.01.16	328,0	113,53
16.01.15	348,0	126,60
18.01.08	359,0	134,00
10.02.16	377,0	156,87
01.03.07	378,0	160,96
02.03.07	405,0	183,93
19.01.07	441,0	237,06
07.01.11	**488,0**	**338,78**

Wahrscheinlichkeitsrechnung

Hochwasserstatistik



Statistische Abflüsse

HQ_{100}	732 m³/s
HQ_{50}	617 m³/s
HQ_{20}	482 m³/s
HQ_{10}	397 m³/s
HQ_{5}	319 m³/s
HQ_{2}	232 m³/s

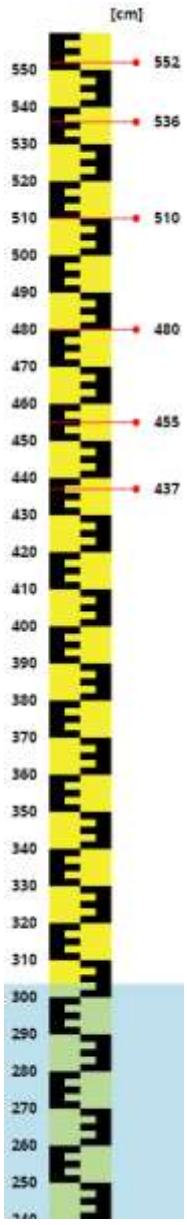
Hochwassergefahrenkarten Unterscheidung in:

- „häufig auftretende Ereignisse“ (zum Beispiel alle 5, 10, 20 Jahre),
- „mittlere“(alle 100 Jahre) und
- „seltene Ereignisse“ (sog. Extremereignisse, z.B. einmal in 200 Jahren).

03.01.2001
=
häufig bis mittel!

Flusshochwasser - Die Sauer bei Gilsdorf

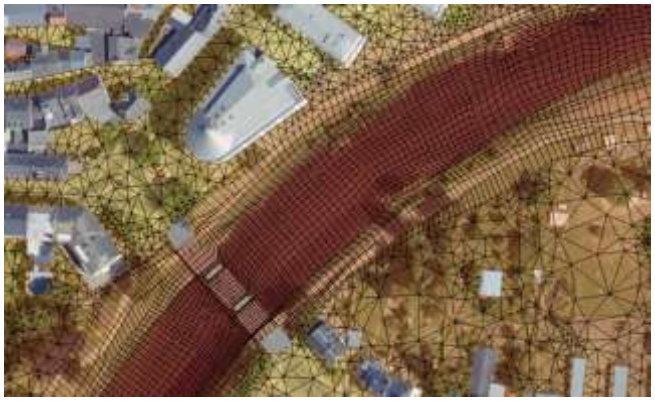
Gemeng Bettenduerf



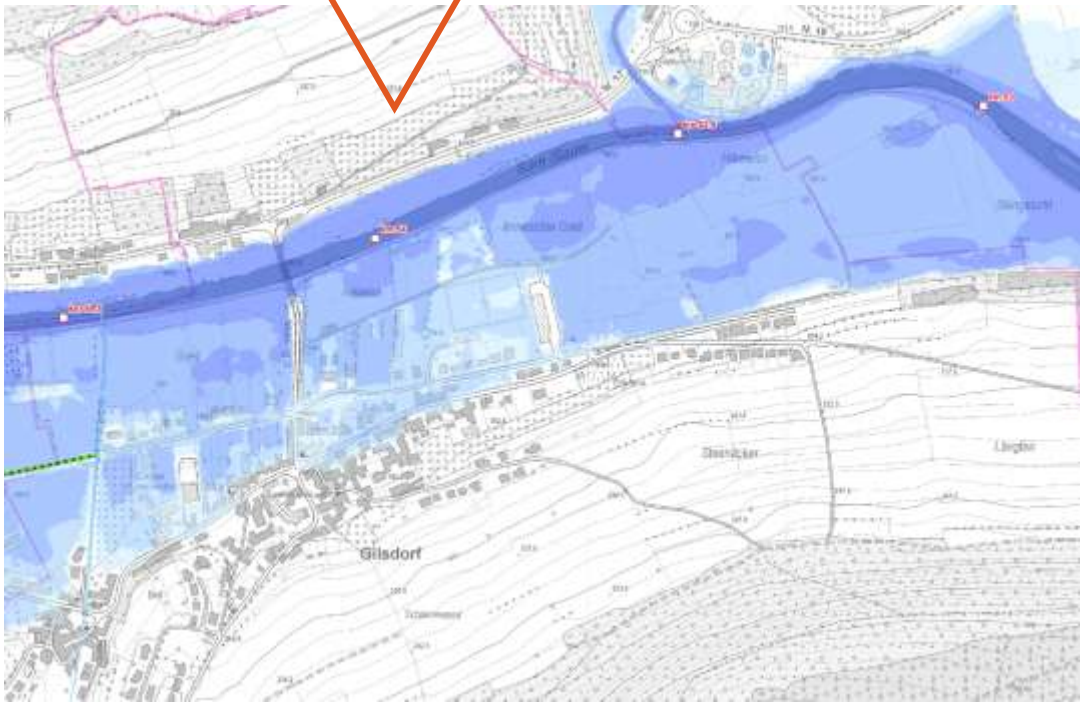
Statistische Abflüsse

HQ_{100}	732 m³/s
HQ_{50}	617 m³/s
HQ_{20}	482 m³/s
HQ_{10}	397 m³/s
HQ_{5}	319 m³/s
HQ_{2}	232 m³/s

Numerische Wasserspiegellagenmodelle

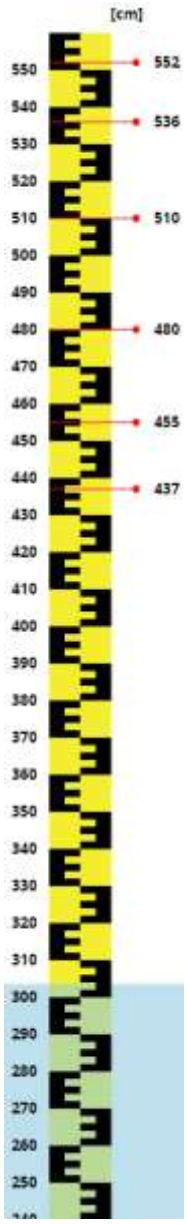


Hochwassergefahrenkarte



Flusshochwasser - Die Sauer bei Bettendorf/Moestroff

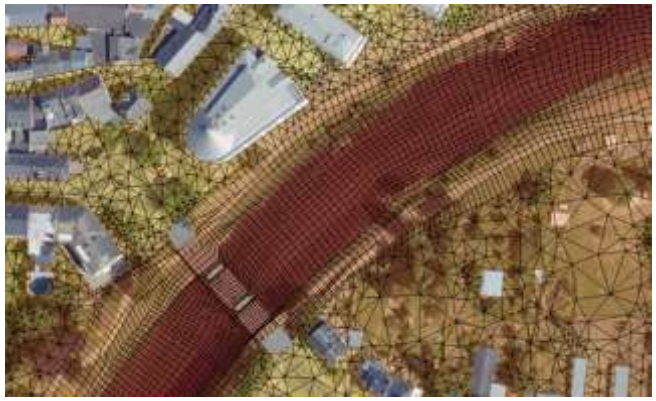
Gemeng Bettenduerf



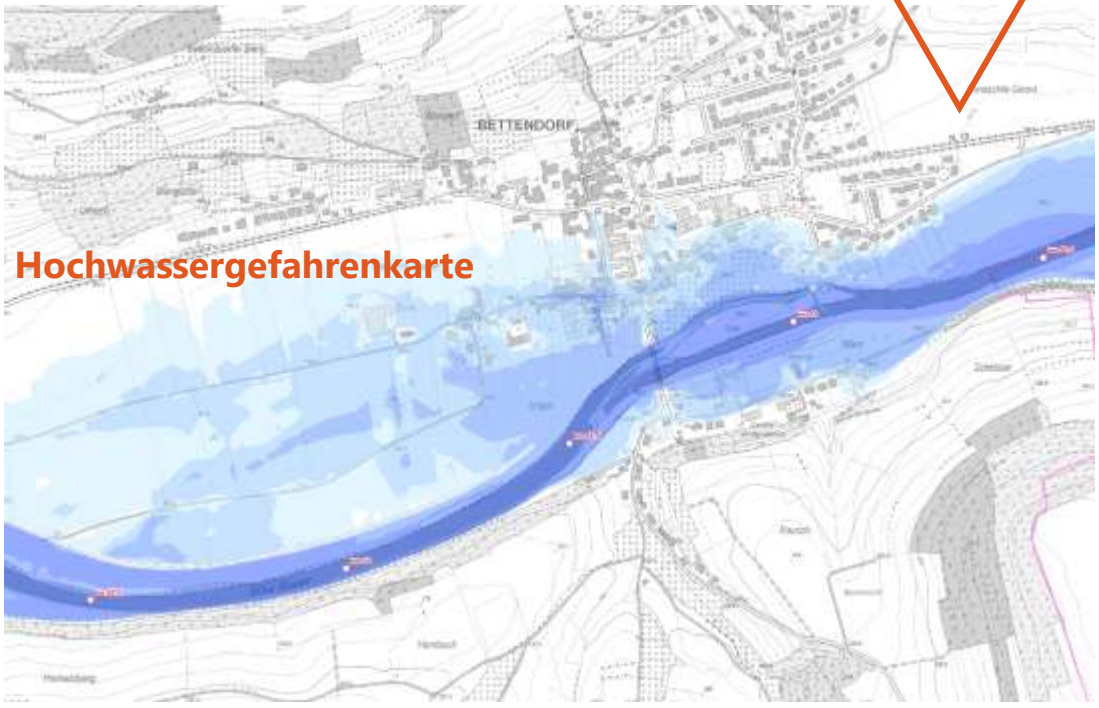
Statistische Abflüsse

HQ_{100}	732 m³/s
HQ_{50}	617 m³/s
HQ_{20}	482 m³/s
HQ_{10}	397 m³/s
HQ_{5}	319 m³/s
HQ_{2}	232 m³/s

Numerische Wasserspiegellagenmodelle

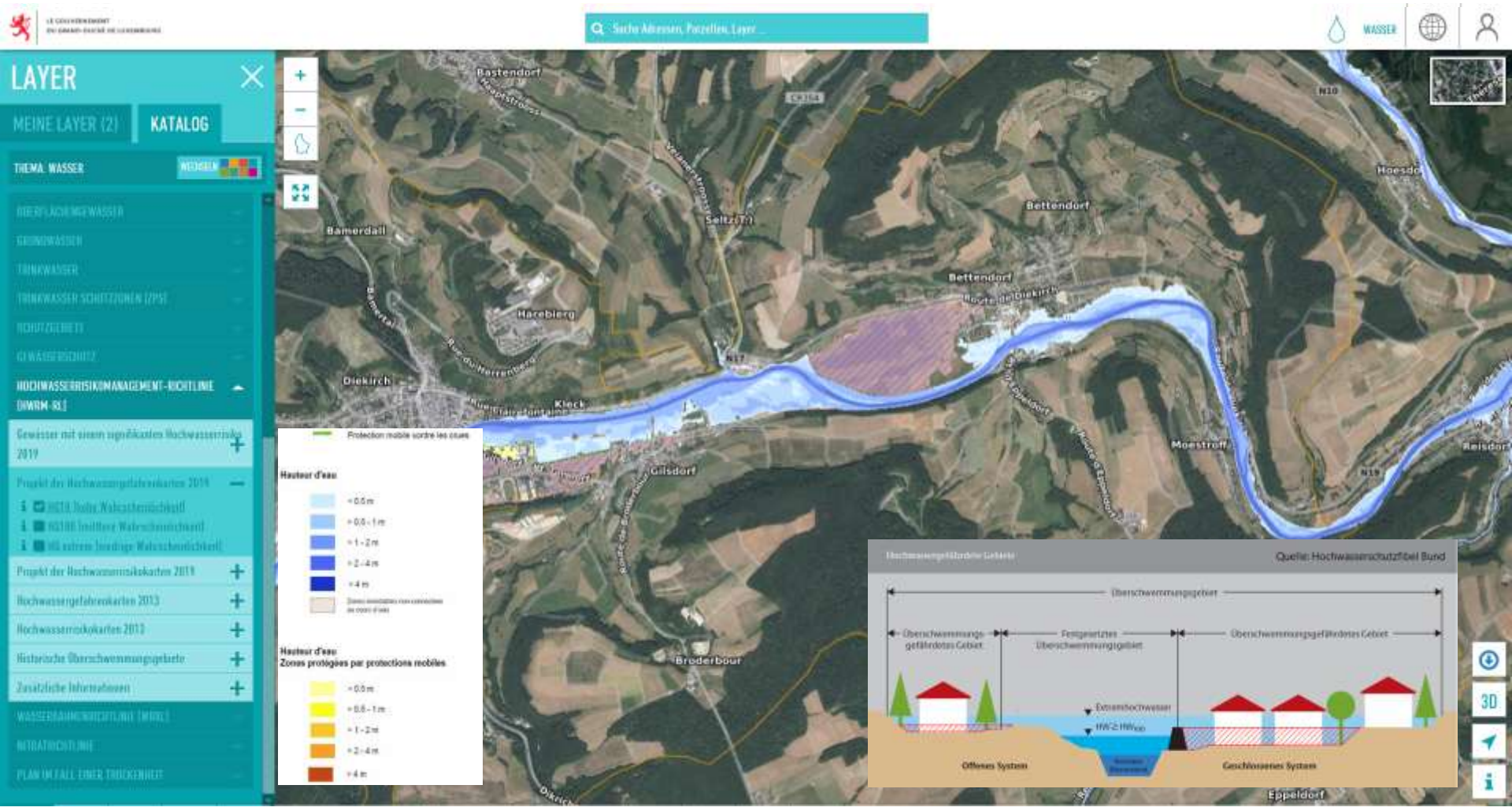


Hochwassergefahrenkarte



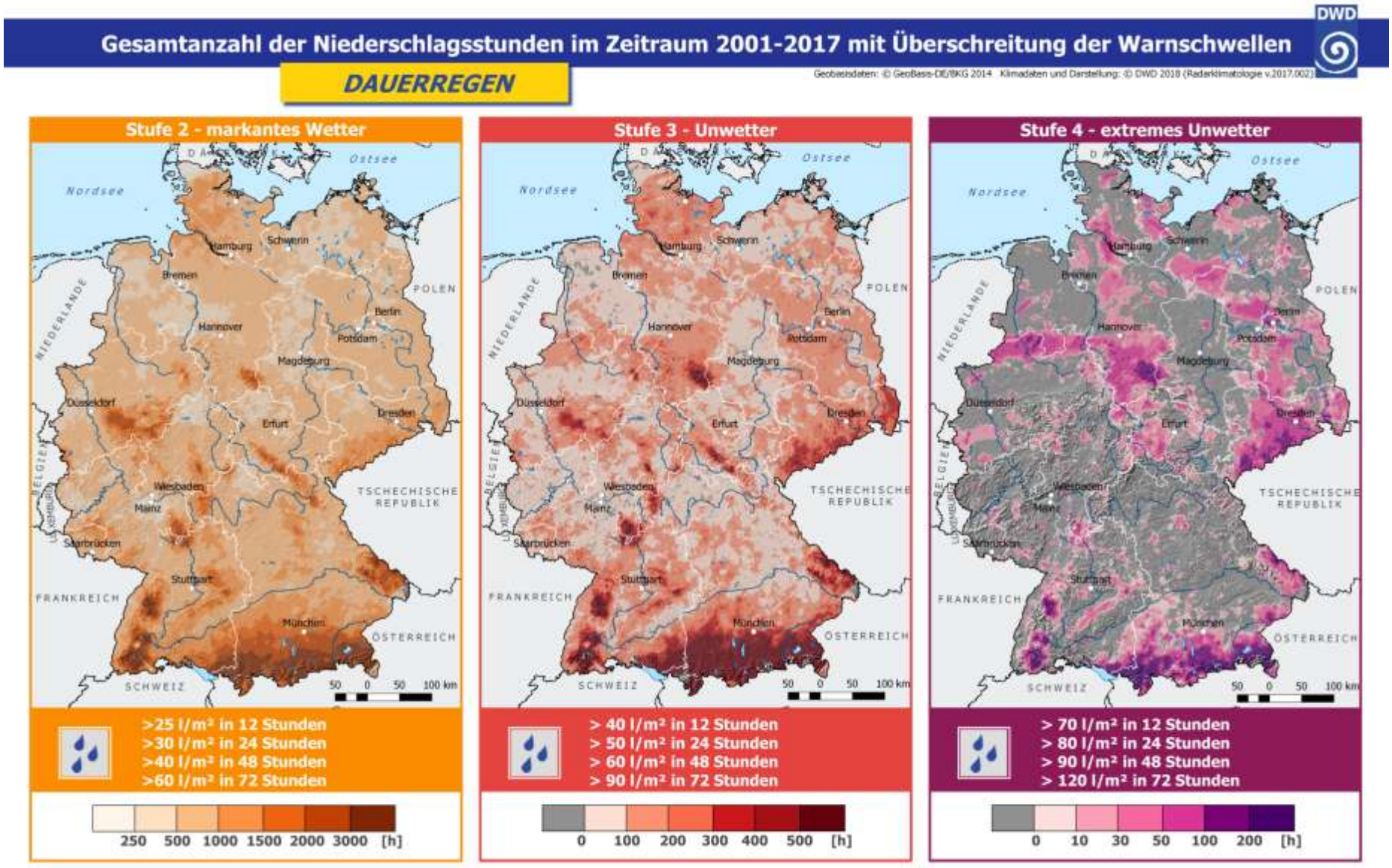
Flusshochwasser - Die Sauer bei Bettendorf

Gemeng Bettenduerf



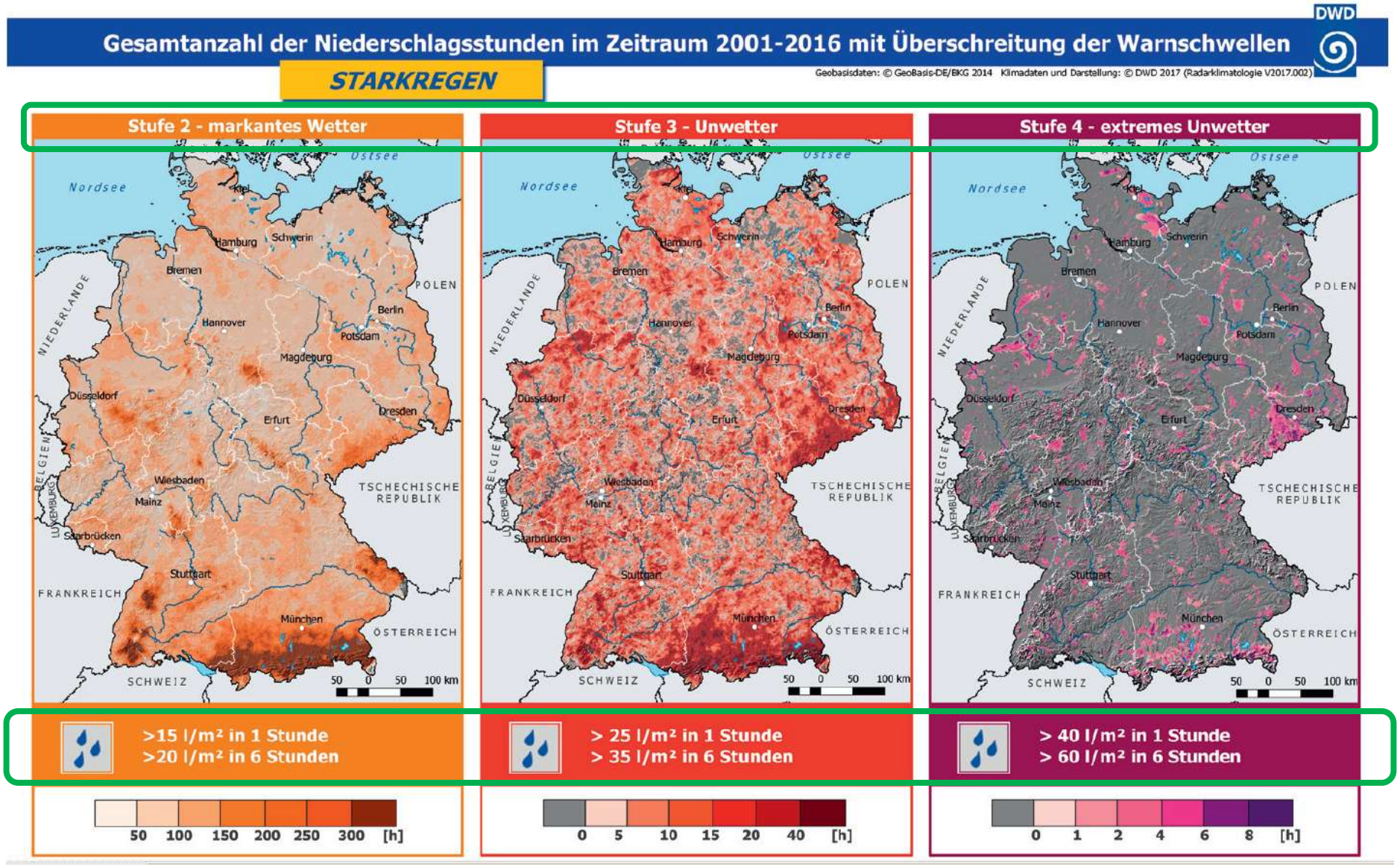
Was ist Starkregen - Klassifizierung nach der Niederschlagsmenge

Gemeng Bettenduerf



Quelle: DWD

Was ist Starkregen - Klassifizierung nach der Niederschlagsmenge



Quelle: Abwassernetzwerk Rheinland NRW

Auslegung von Entwässerungssystemen

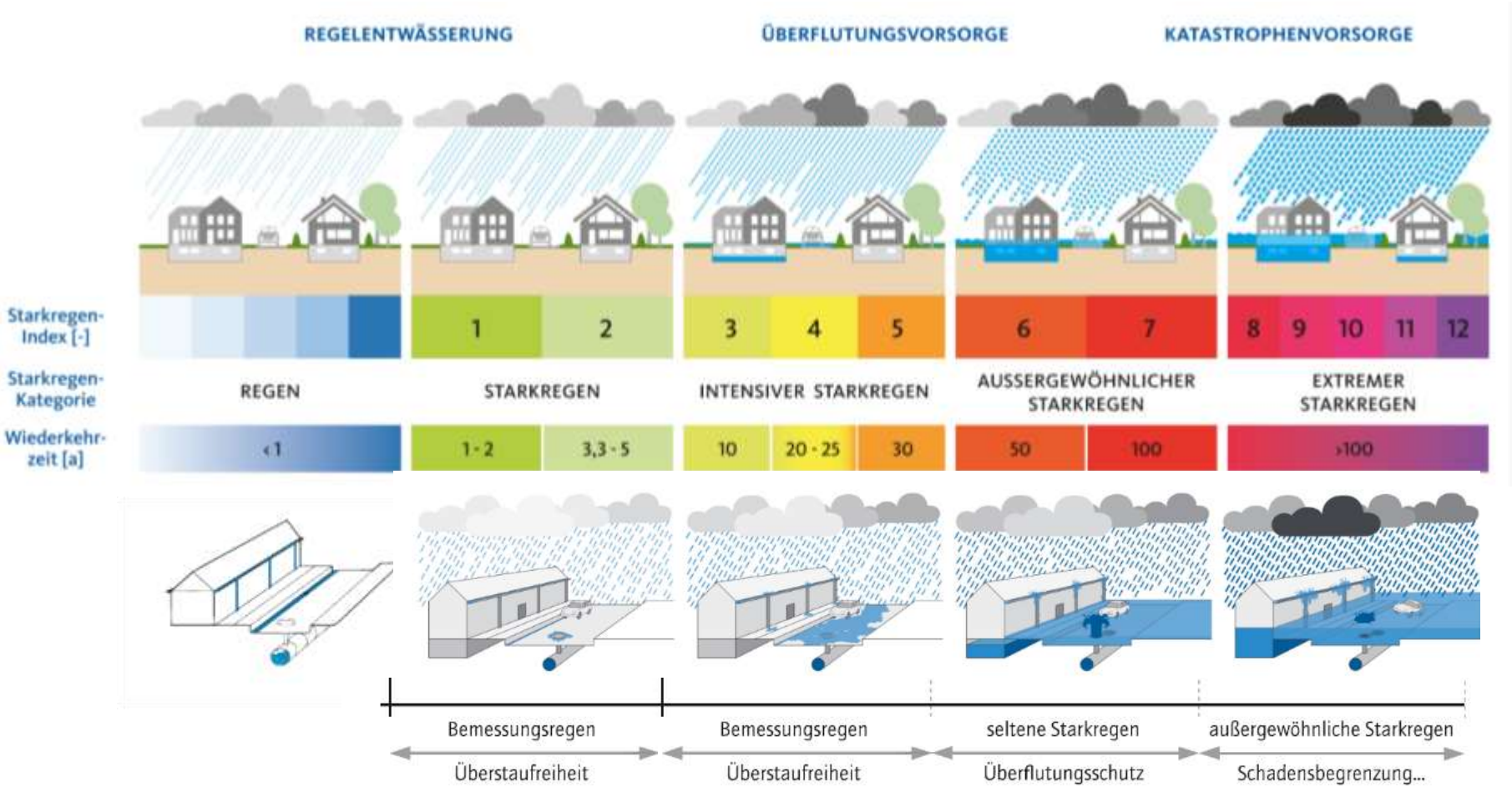
Extreme Niederschlagsmengen in Deutschland

Menge	Ort	Dauer	Datum
126 mm	Füssen (Ostallgäu)	8 Min.	25.05.1920
245 mm	Münster (LANUV)	2 Std.	28.07.2014
312 mm	Zinnwald-Georgenfeld	1 Tag	12.08.2002
779 mm	Aschau-Stein	1 Monat	Juli 1954

▲ *Beispiele für in Deutschland erfasste, sehr extreme Niederschlagsmengen. Die genannten Niederschlagshöhen treten seltener als einmal in 100 Jahren auf.*

Starkregenindex - Grenzen der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes

Gemeng Bettenduerf



Ereignis 22.07.2016

Gemeng Bettenduerf

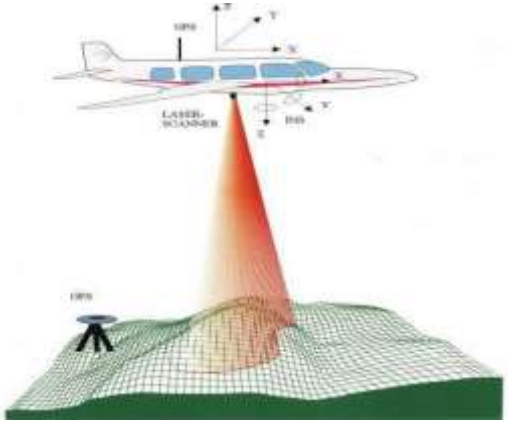
22.07.2016
ca. 53 mm in 60 Min.
T > 200 Jahre
(Station Bollendorf)

Bildquelle: Raymond Geller

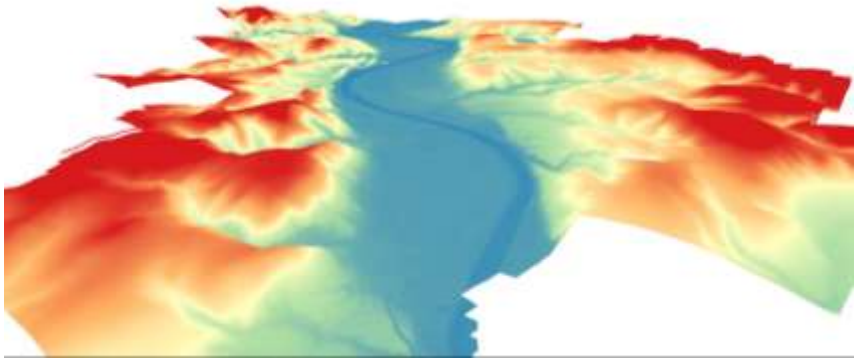
Ermittlung und Darstellung der Risiken → Starkregengefahrenkarte

Gemeng Bettenduerf

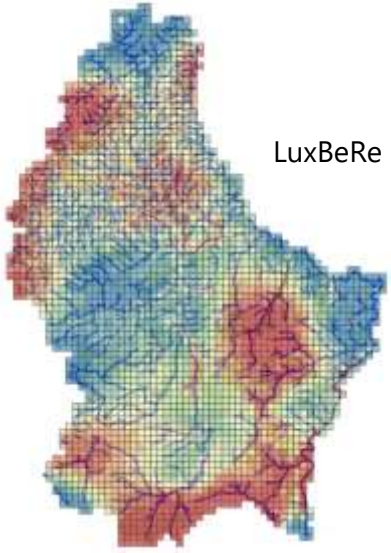
Laserscanning



Digitales Geländemodell



Niederschlagsbelastung



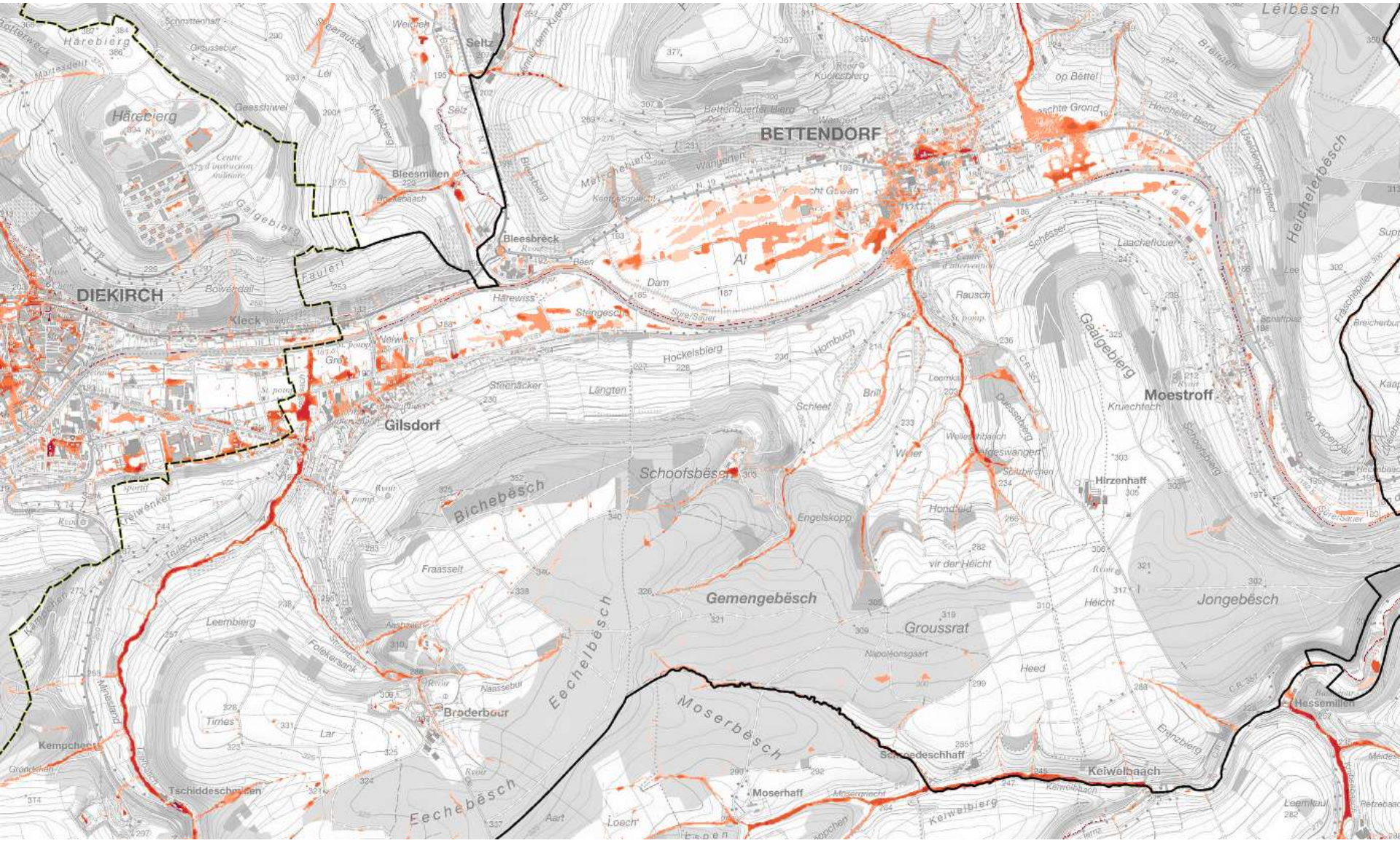
LuxBeRe

Vorsimulation:
h = 60mm,
D = 1 Stunde,
Nachlaufzeit 2h

Starkregengefahrenkarten

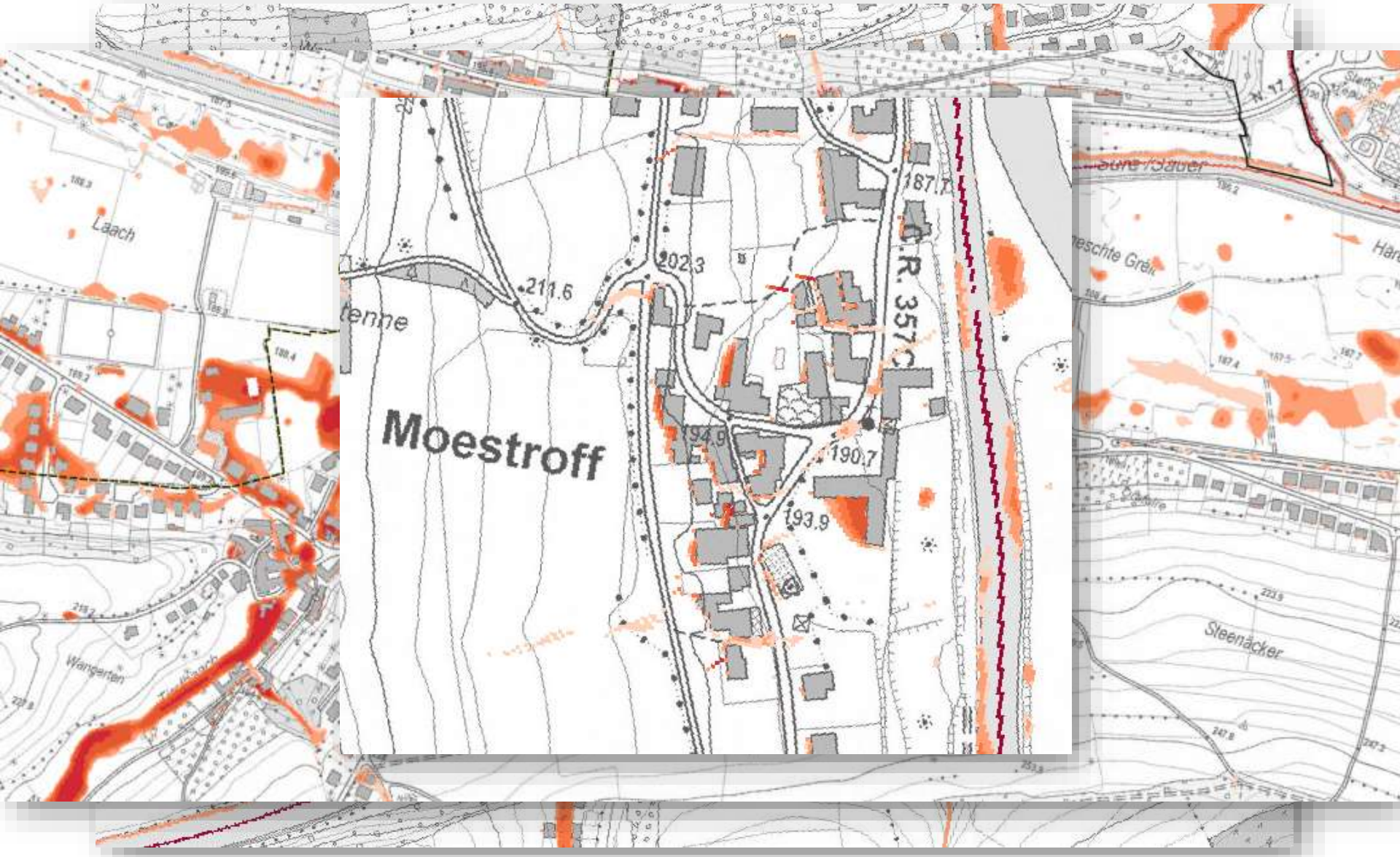
Starkregenatlas Luxemburg (Entwurf)

Gemeng Bettenduerf



Starkregenatlas Luxemburg (Entwurf)

Gemeng Bettenduerf

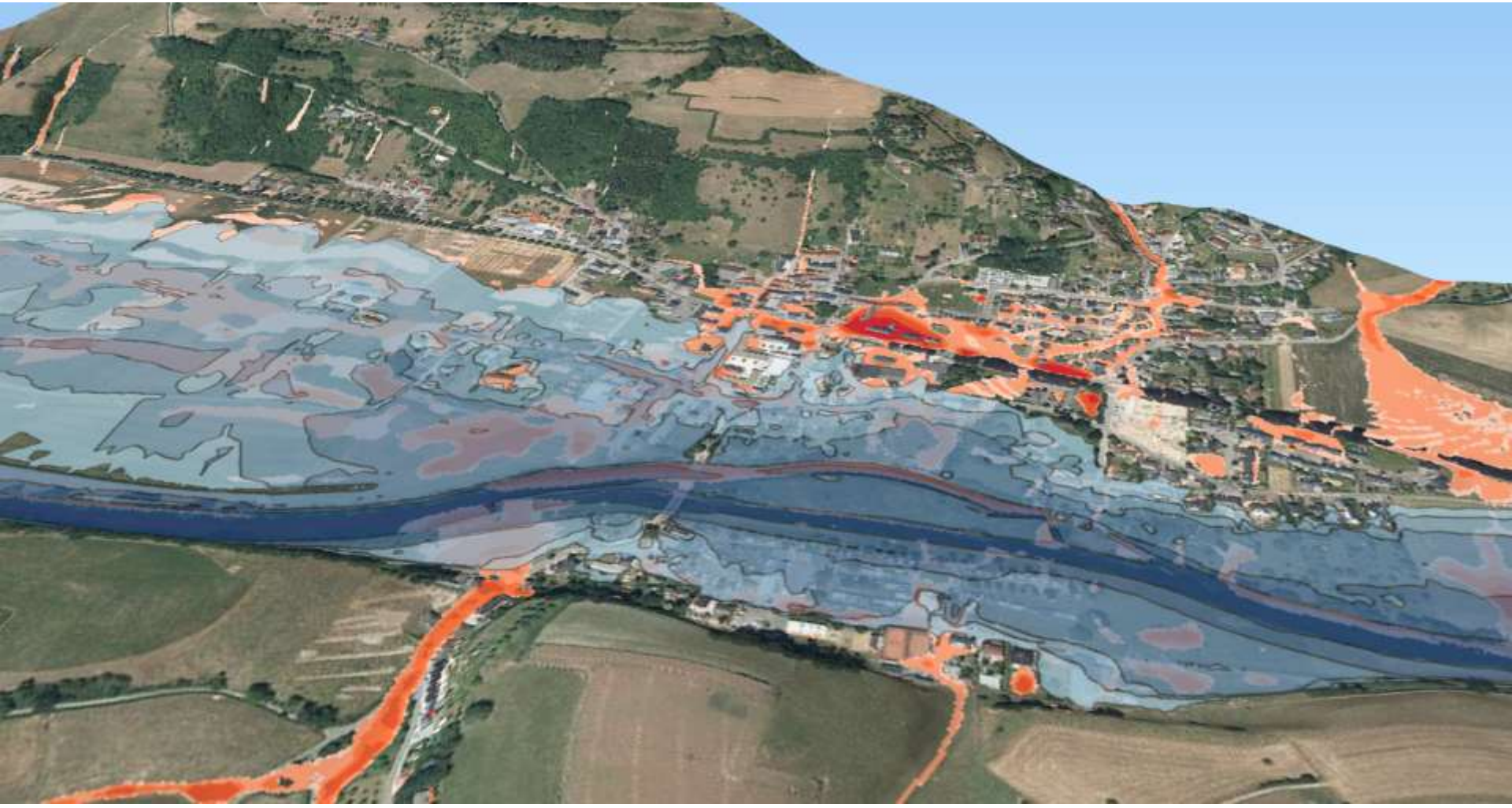


Überlagerung Hochwasser+Starkregen
- Gilsdorf -

Gemeng Bettenduerf

Überlagerung Hochwasser+Starkregen
- Bettendorf -

Gemeng Bettenduerf

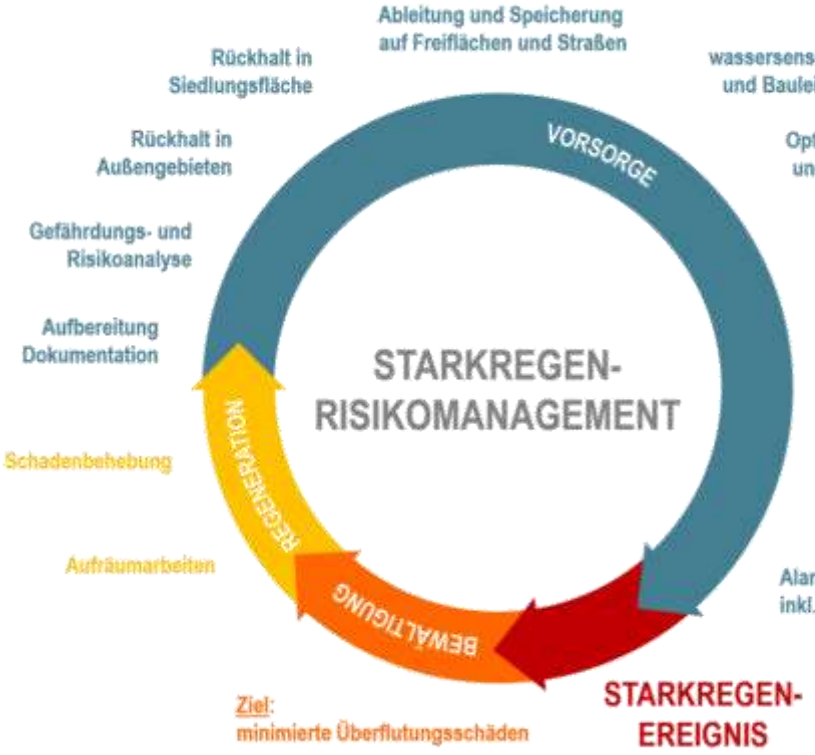


Überlagerung Hochwasser+Starkregen
- Moestroff -

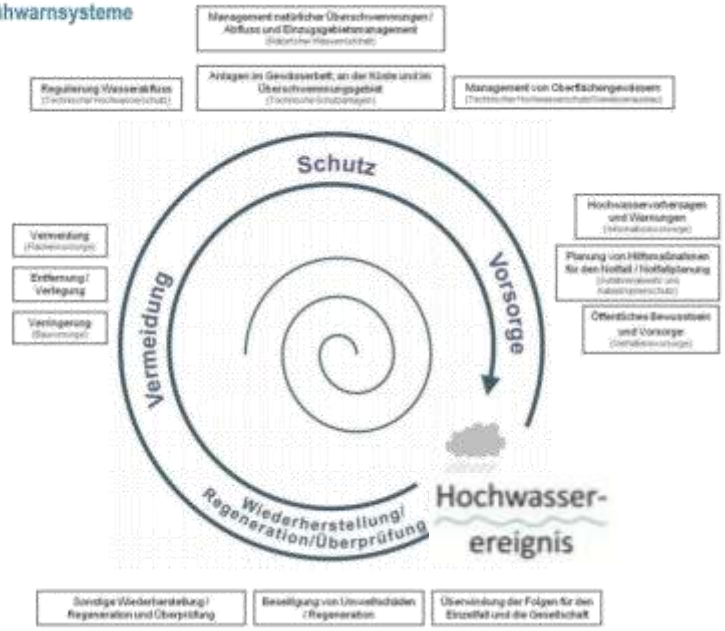
Gemeng
Bettenduerf

Risikomanagement Hochwasser und Starkregen

Gemeng Bettenduerf



- ⇨ Bestandsaufnahme Ermittlung und Darstellung der Risiken
- ⇨ Analyse Feststellung von Defiziten
- ⇨ **Maßnahmen**
  - **Gemeinde**
  - **Betroffene / Eigenvorsorge**
- ⇨ **Information und Beteiligung**



Gemeinde – Mögliche Maßnahmen zum Hochwasserschutz

Gemeng Bettenduerf

MEMORIAL
Journal Officiel
du Grand-Duché de
Luxembourg

MEMORIAL
Amtsblatt
des Großherzogtums
Luxemburg

RECUEIL DE LEGISLATION

A — N° 217 30 décembre 2008

Sommaire

PROTECTION ET GESTION DES EAUX

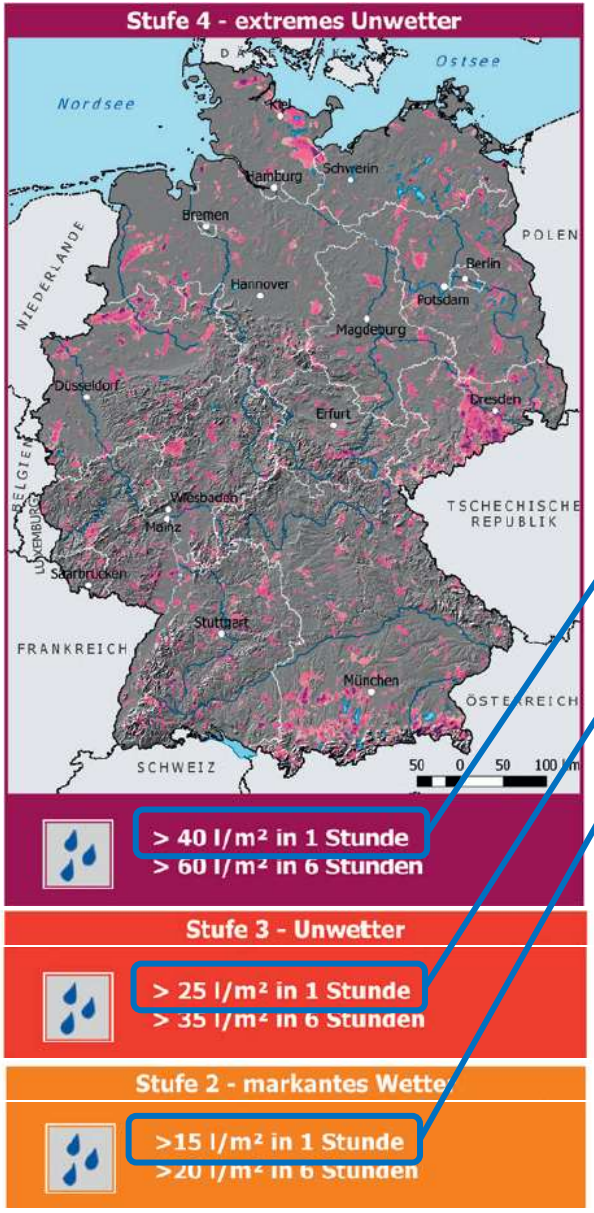
Loi du 19 décembre 2008 relative à l'eau modifiant
1. la loi modifiée du 31 juillet 1962 ayant pour objet le renforcement de l'alimentation en eau potable du Grand-Duché de Luxembourg à partir du réservoir d'Esch-sur-Sûre;
2. la loi modifiée du 22 juin 1963 fixant le régime des traitements des fonctionnaires de l'Etat;
3. la loi modifiée du 28 juin 1976 portant réglementation de la pêche dans les eaux intérieures;
4. la loi modifiée du 10 juin 1999 relative aux établissements classés;
5. la loi modifiée du 19 janvier 2004 concernant la protection de la nature et des ressources naturelles;
6. la loi modifiée du 19 juillet 2004 concernant l'aménagement communal et le développement urbain;
7. la loi du 3 août 2005 concernant le partenariat entre les syndicats de communes et l'Etat et la restructuration de la démarche scientifique en matière de protection de la nature et des ressources naturelles

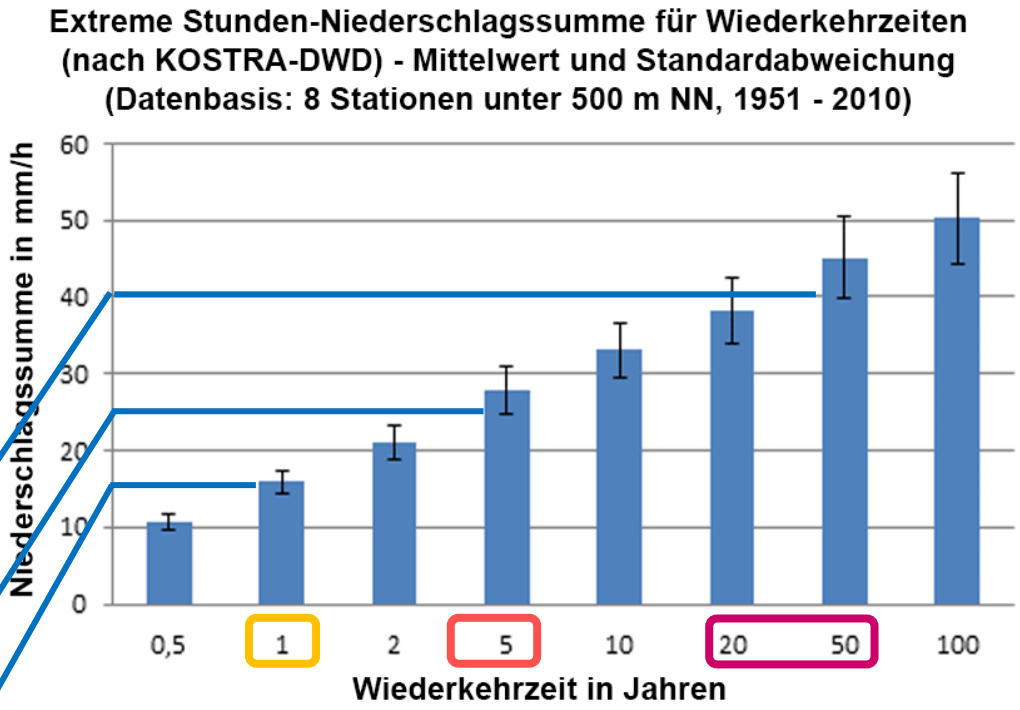
et abrogeant

1. les articles 7, 14 et 40 à 44 de l'édit du 13 août 1669 de Louis XIV portant règlement général pour les eaux et les forêts;
2. l'arrêté du 9 mars 1798 (19 ventôse an VI) du Directoire exécutif, contenant des mesures pour assurer le libre cours des rivières et canaux navigables et flottables;
3. la loi modifiée du 16 mai 1929 concernant le curage, l'entretien et l'amélioration des cours d'eau;
4. la loi modifiée du 29 juillet 1993 concernant la protection et la gestion de l'eau;
5. la loi du 27 mai 1961 concernant les mesures de protection du barrage d'Esch-sur-Sûre;
6. l'article 41 de la loi du 24 décembre 1999 concernant le budget des recettes et des dépenses de l'Etat pour l'exercice 2000 ..... page 3206

Starkregen - Grenzen der Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes

Gemeng Bettenduerf





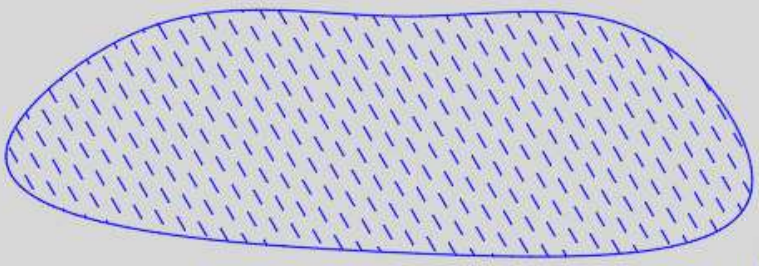
Wiederkehrzeit T:

„Statistisch tritt dieses Regenereignis 1 mal in X Jahren auf“

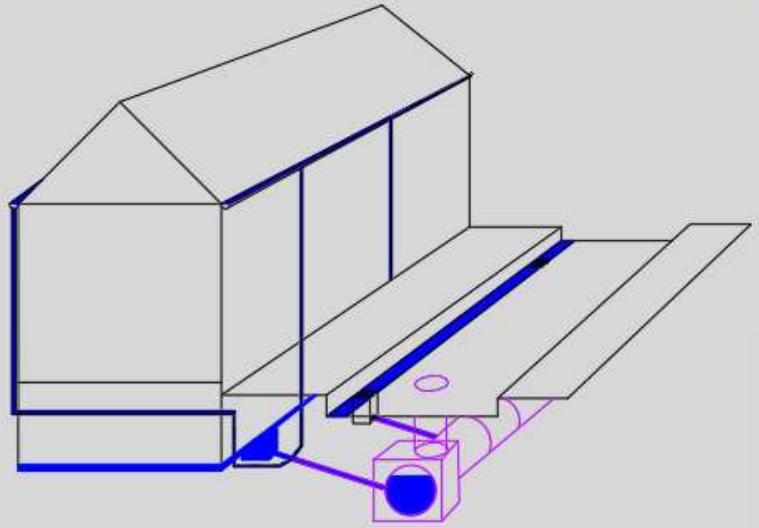
Bemessung Kanalnetz ??

Auslegung von Entwässerungssystemen - Bemessung

Straßenabschnitt



Freispiegelabfluss



Quelle: Karsten Binder, SWT Trier (modifiziert)

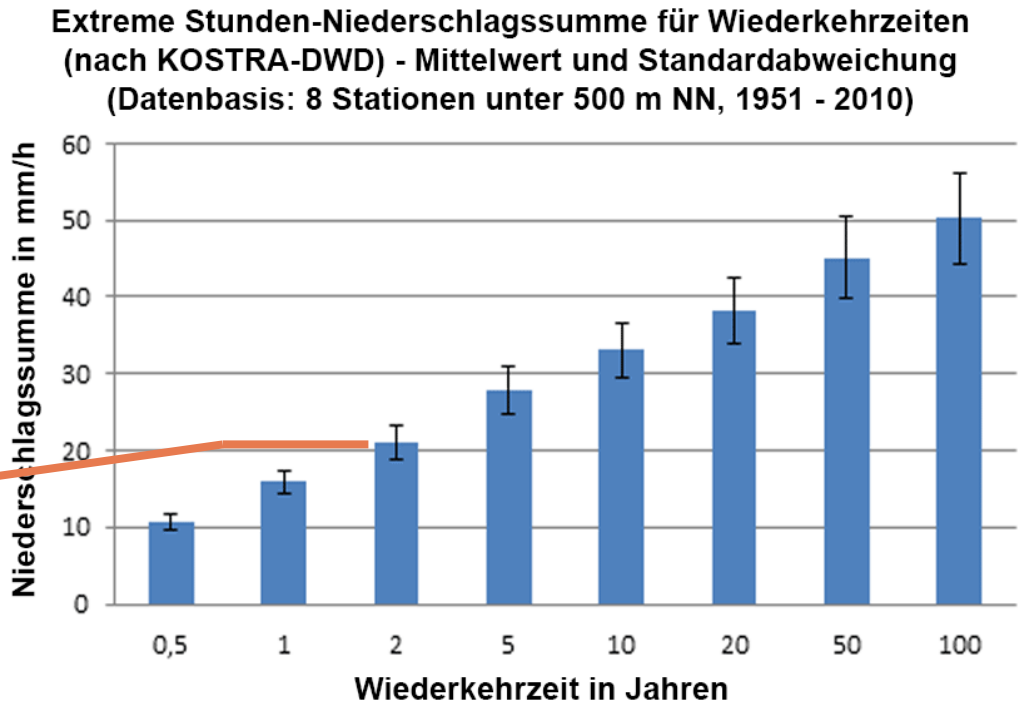
Auslegung von Entwässerungssystemen - Bemessung

Gemeng Bettenduerf

Tabelle 2: In DIN EN 752 empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf (aus DIN EN 752-2, 1996)

Häufigkeit der Bemessungs-regen [1] (T-mal in „n" Jahren)	Ort
1 in 1	Ländliche Gebiete
1 in 2	Wohngebiete
1 in 2 1 in 5	Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete: – mit Über-flutungsprüfung, – ohne Über-flutungsprüfung
1 in 10	Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen

[1] Für Bemessungsregen dürfen keine Überlastungen auftreten.



T = 2 Jahre

→ ca. 20 l/m² pro Stunde = 20 mm/h

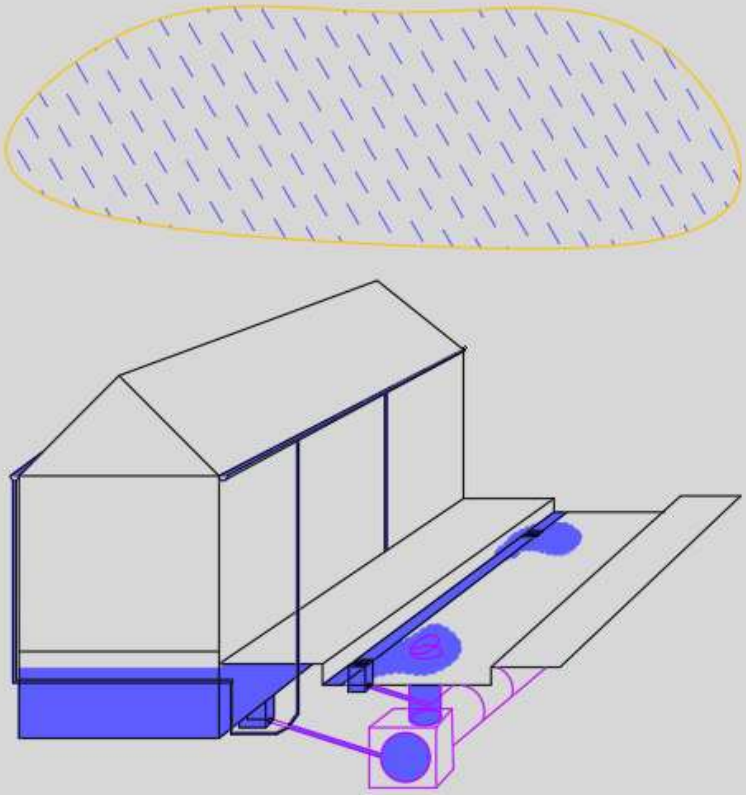
Stufe 2 - markantes Wetter

>15 l/m² in 1 Stunde
>20 l/m² in 6 Stunden

Quelle: DWA A-118

Auslegung von Entwässerungssystemen - Überstau

Straßenabschnitt



Überstau = Wasser tritt aus dem Kanal aus, ohne aus dem öffentlichen Bereich auf private Grundstücke überzutreten → keine Schäden

Quelle: Karsten Binder, SWT Trier (modifiziert)

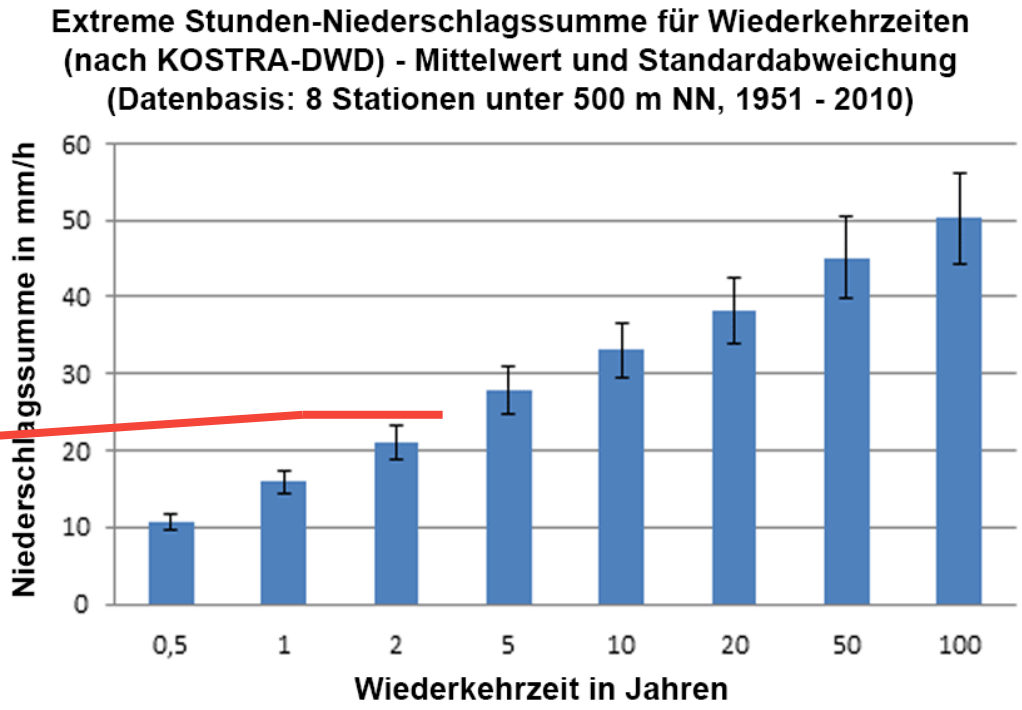
Auslegung von Entwässerungssystemen- Überstau

Tabelle 3: Empfohlene Überstauhäufigkeiten für den rechnerischen Nachweis bei Neuplanungen bzw. nach Sanierung (hier: Bezugsniveau Geländeoberkante)

Ort	Überstauhäufigkeiten bei Neuplanung bzw. nach Sanierung (1-mal in „*n*" Jahren)
ländliche Gebiete	1 in 2
Wohngebiete	1 in 3
Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete	seltener als 1 in 5
Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	seltener als 1 in 10 [1)]

[1)] Bei Unterführungen ist zu beachten, dass bei Überstau über Gelände i. d. R. unmittelbar eine Überflutung einhergeht, sofern nicht besondere örtliche Sicherungsmaßnahmen bestehen. Hier entsprechen sich Überstau- und Überflutungshäufigkeit mit dem in Tabelle 2 genannten Wert „1 in 50"!

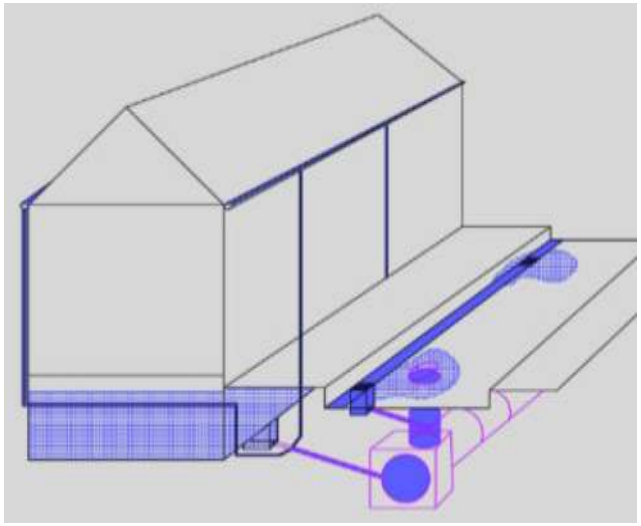
Quelle: DWA A-118

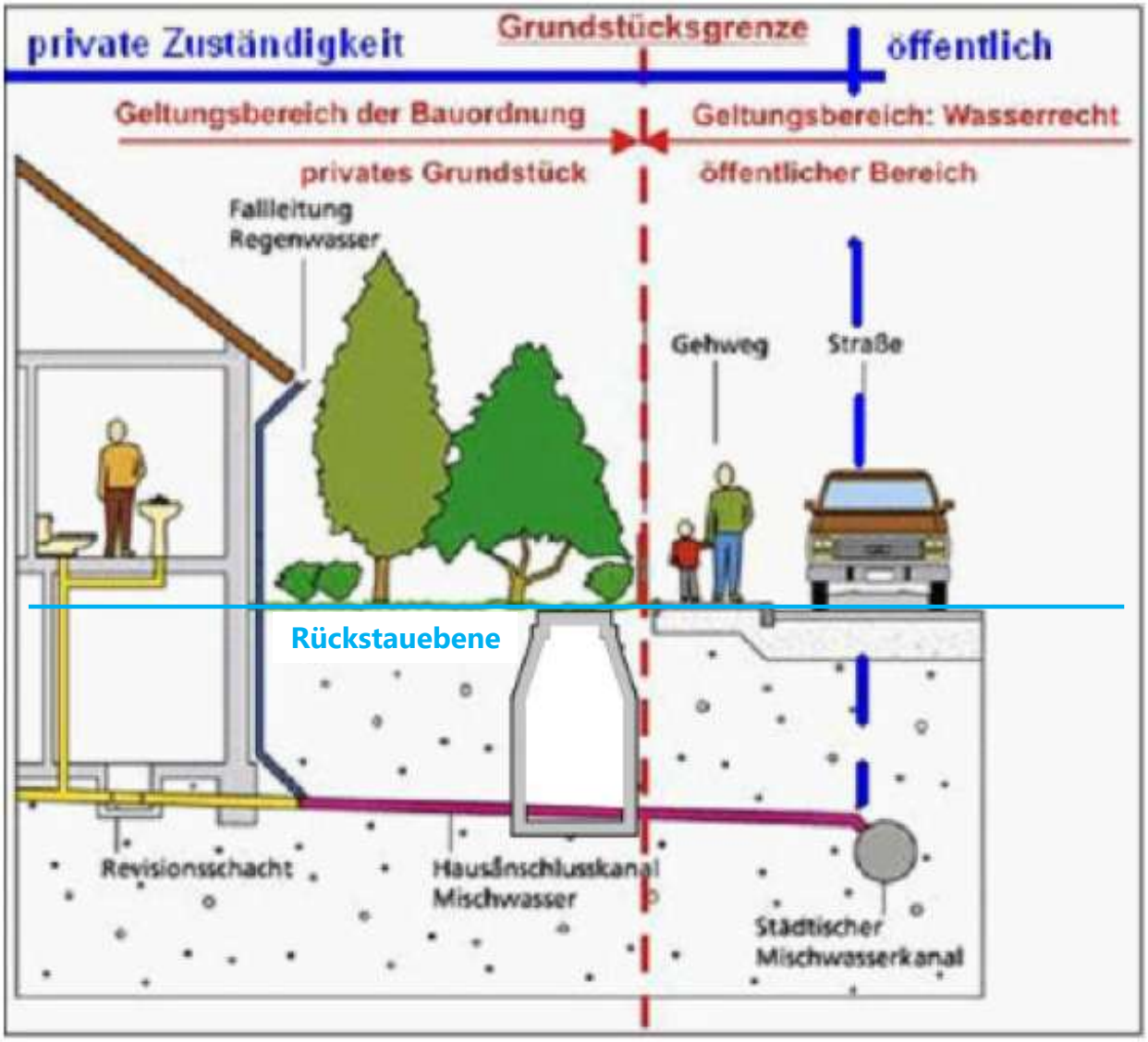


T = 3 Jahre
→ ca. 20 bis 25 mm/h

Stufe 3 - Unwetter
> 25 l/m² in 1 Stunde
> 35 l/m² in 6 Stunden

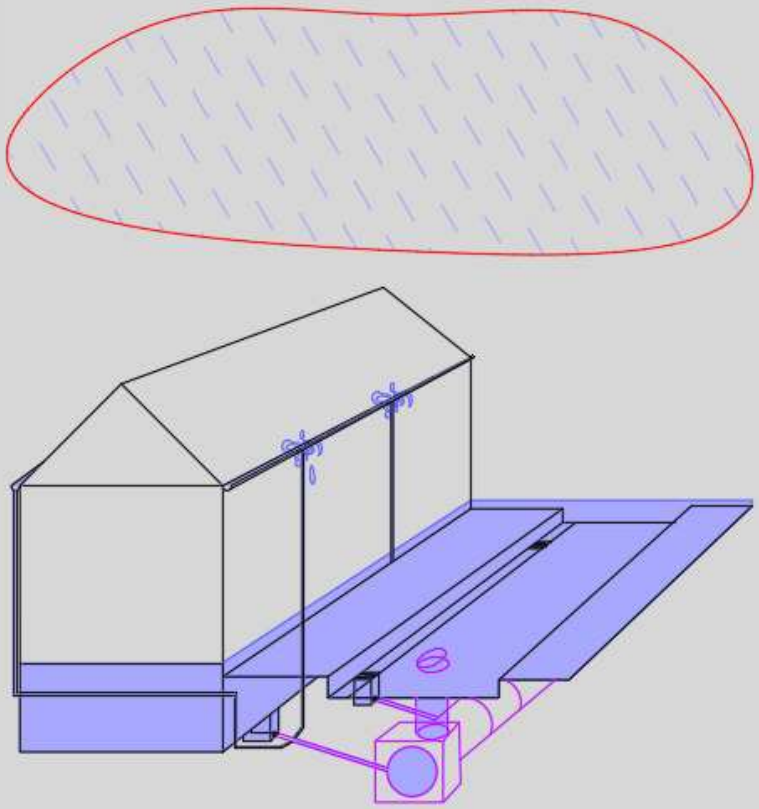
Auslegung von Entwässerungssystemen - Überstau





Auslegung von Entwässerungssystemen - Überflutung

Straßenabschnitt



Überflutung = Systemüberlastung, Überstau mit Schadensfolge.
Wasser tritt aus dem Kanal aus. Private Flächen werden überflutet.

Quelle: Karsten Binder, SWT Trier (modifiziert)

Auslegung von Entwässerungssystemen - Überflutung

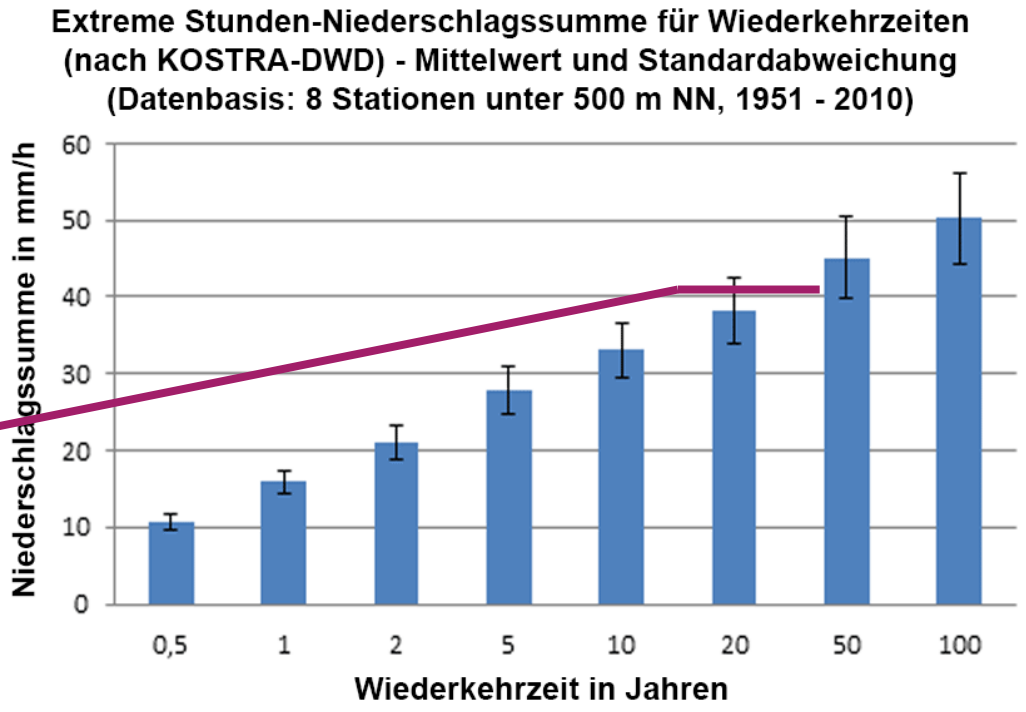
Gemeng Bettenduerf

Tabelle 2: In DIN EN 752 empfohlene Häufigkeiten für den Entwurf (aus DIN EN 752-2, 1996)

Häufigkeit der Bemessungs-regen [1] (1-mal in „*n*" Jahren)	Ort	Über-flutungs-häufigkeit (1-mal in „*n*" Jahren)
1 in 1	Ländliche Gebiete	1 in 10
1 in 2	Wohngebiete	1 in 20
1 in 2	Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete: – mit Über-flutungsprüfung,	1 in 30
1 in 5	– ohne Über-flutungsprüfung	–
1 in 10	Unterirdische Verkehrsanlagen, Unterführungen	1 in 50

[1] Für Bemessungsregen dürfen keine Überlastungen auftreten.

Quelle: DWA A-118

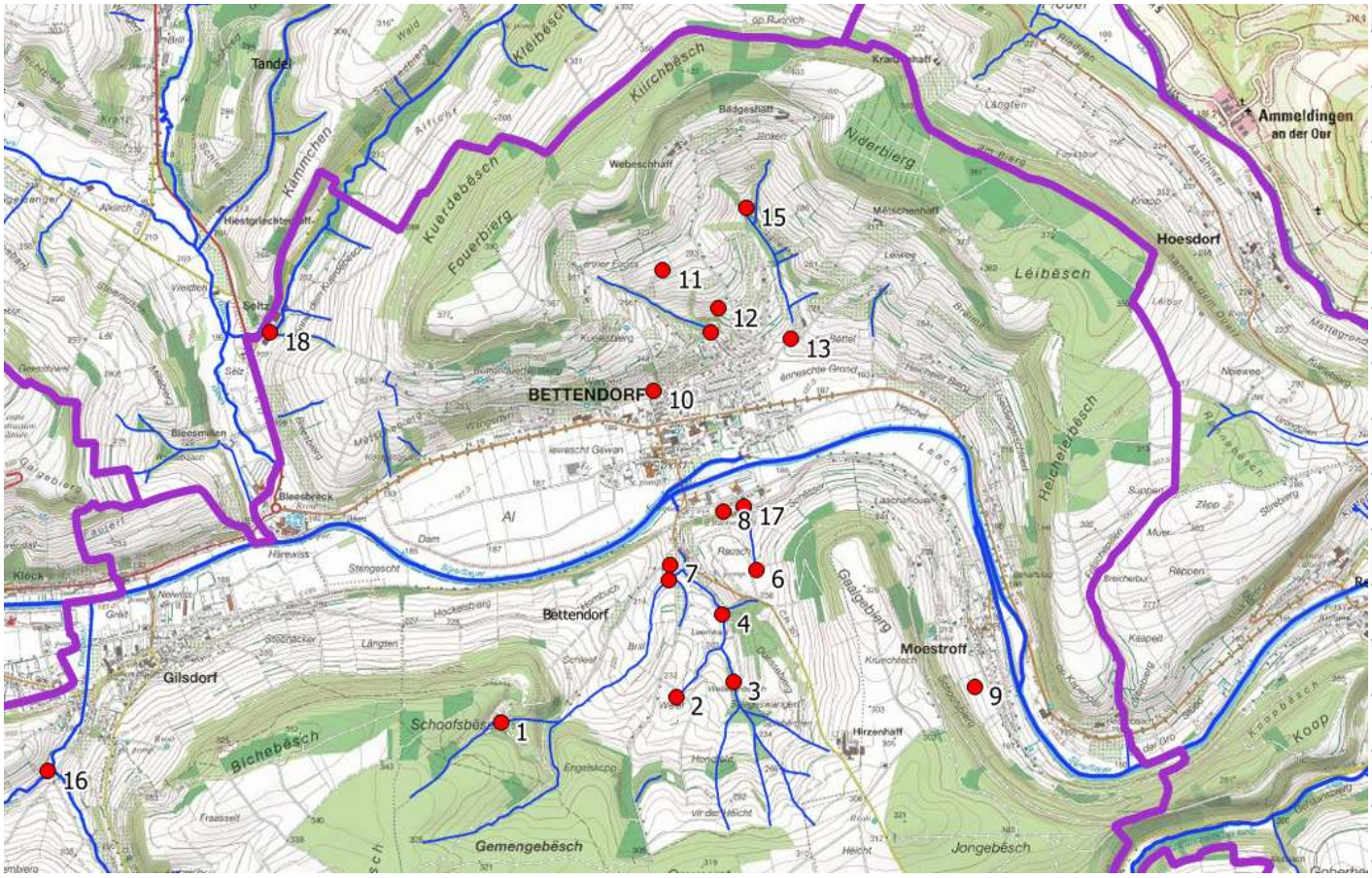


T = 20 bis 30 Jahre
→ ca. 40 mm/h

→ **Nachweis nach DIN 1986-100** mit **T ≥ 30 Jahre** für Grundstücke > 800 m² abflusswirksame Fläche

Gemeinde – Maßnahmen im Sturzflut-Enstehungsgebiet

Gemeng Bettenduerf



Nummer	Art
1	Retention schaffen
2	Retention schaffen
3	Retention schaffen
4	Retention schaffen
5	Retention schaffen
6	Retention schaffen
7	Abfanggraben mit Leitdamm bauen
8	Abfanggraben mit Leitdamm bauen
9	Abfanggraben mit Leitdamm bauen
10	Abfanggraben mit Leitdamm bauen
11	Abfanggraben mit Leitdamm bauen
12	Abfanggraben mit Leitdamm bauen
13	Abfanggraben mit Leitdamm bauen
14	HWS linienhaft + Einlauf umgestalten
15	3x Retention schaffen
16	Geröllfang bauen
17	Einlauf umgestalten, ggf. HWS
18	Einlauf verbessern

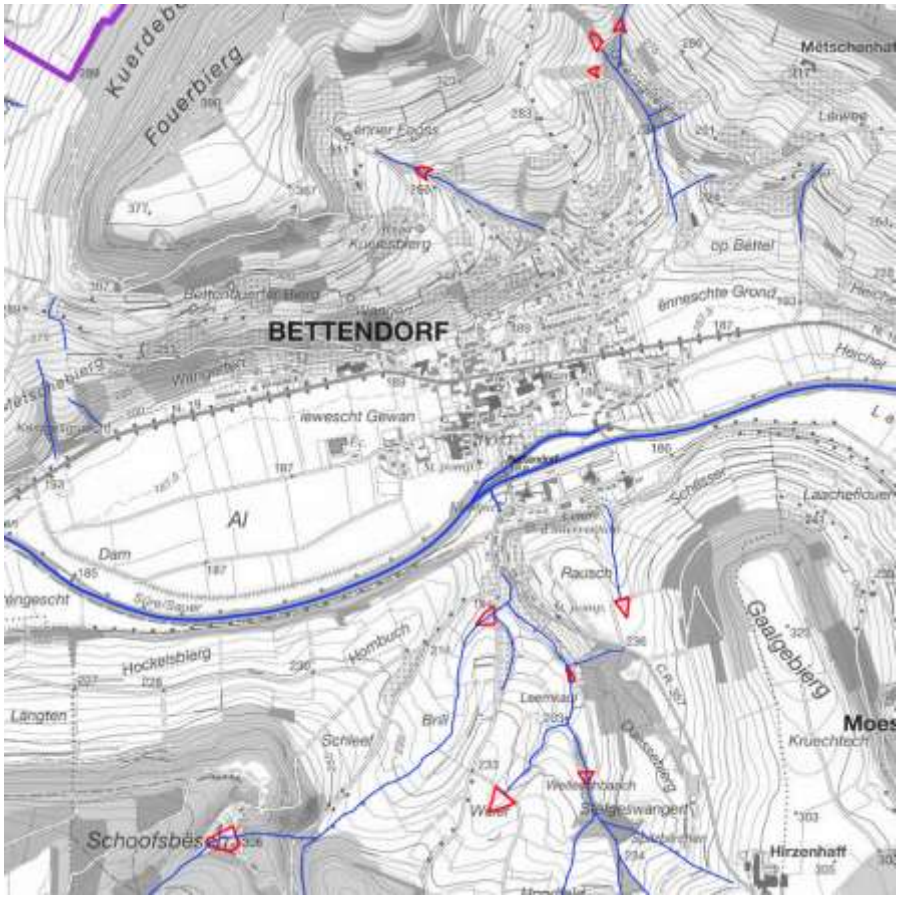
Stand Oktober 2020

Maßnahmentyp Retention schaffen

Gemeng Bettenduerf

- Feldabflussspeicher
- Kleinrückhalt
- Querenden Wegedamm erhöhen
- Natürliche Vertiefungen vergrößern

→ (Bisher) 10 Stellen identifiziert

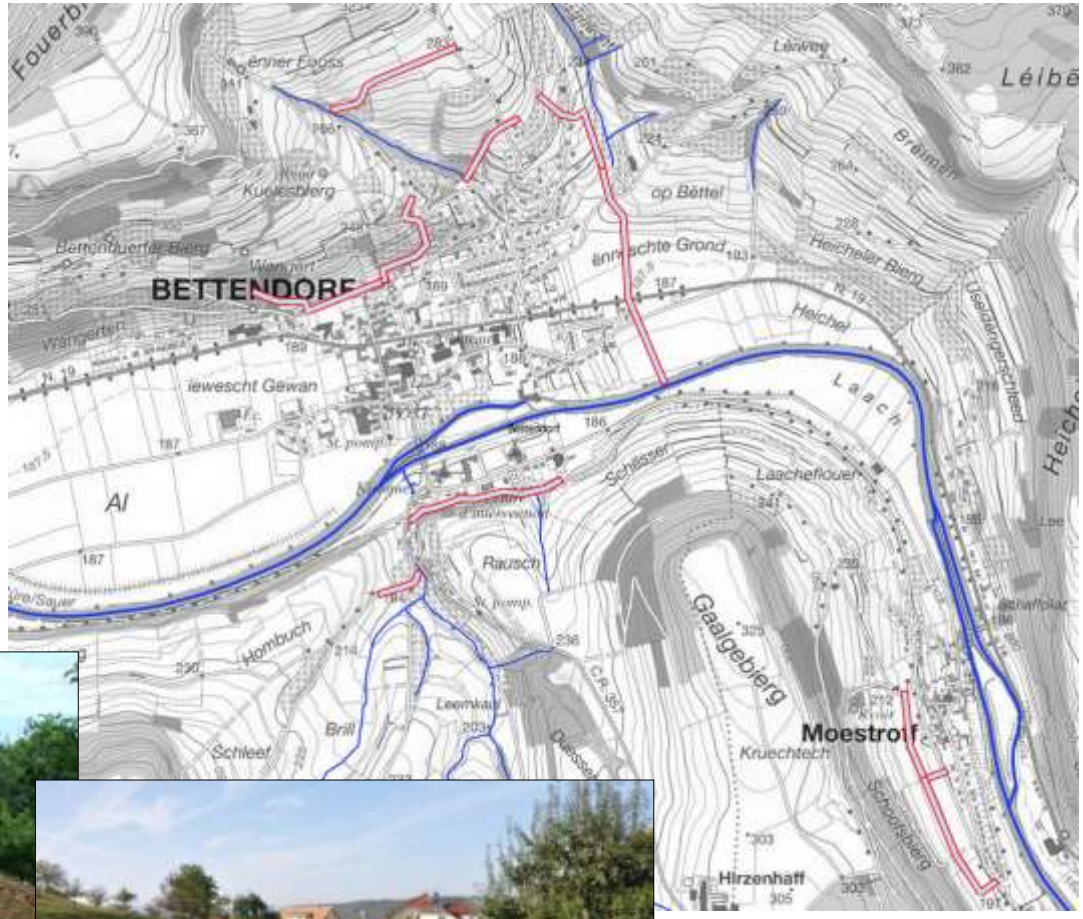


Maßnahmentyp Abfanggraben mit/ohne Leitdamm

Gemeng Bettenduerf

Lage an strategischen Stellen unter Berücksichtigung einer bereits vorhandenen Entwässerungsstudie

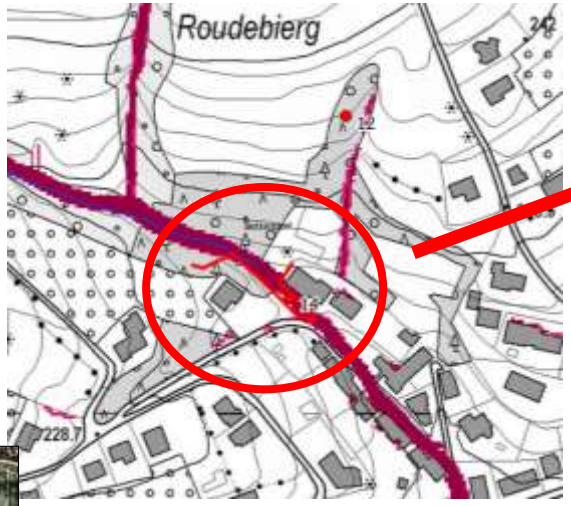
→ (Bisher) Vorschläge an 8 Stellen



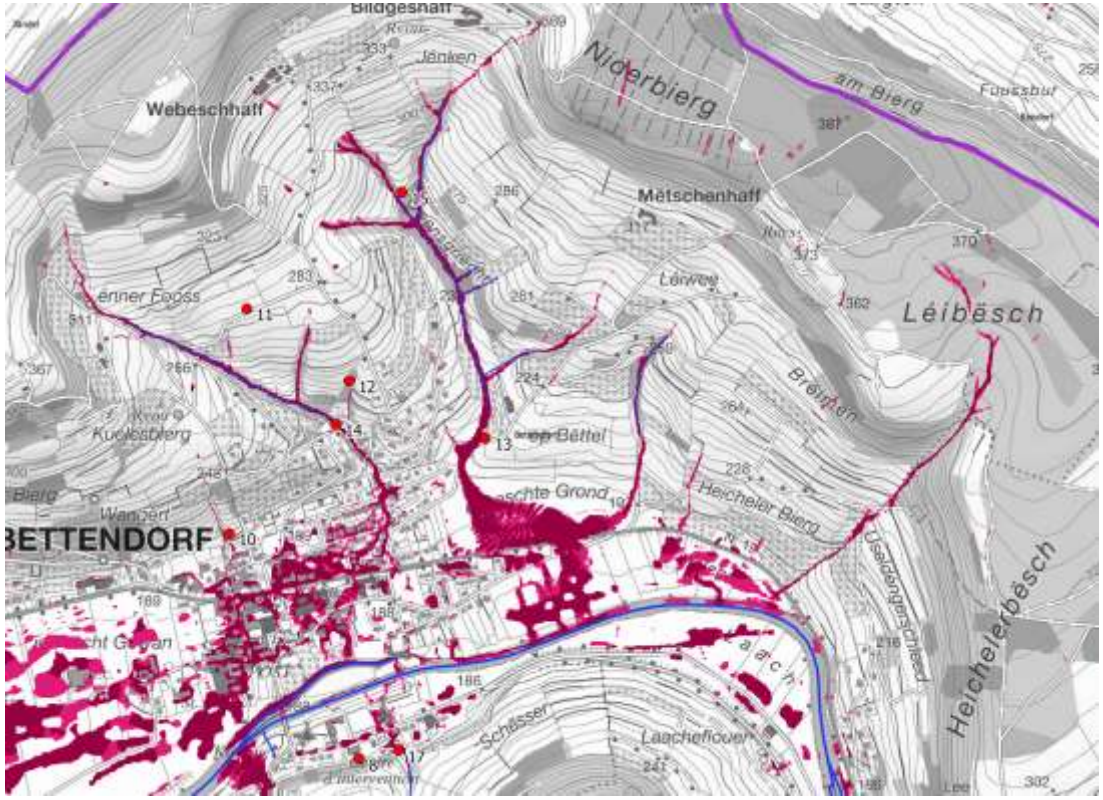
Maßnahmentyp Abfanggraben mit/ohne Leitdamm

ggf. in Kombination mit Hochwasserschutzmauern oder HW-Schutzdämmen.

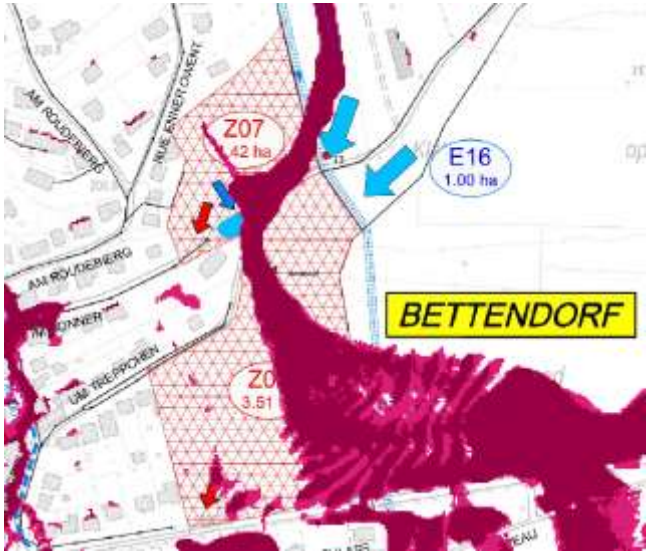
- z.B. Einlauf in rue an der Grouf



Maßnahmen Bauleitplanung



Entwässerung der Außengebiete



Maßnahmen am Tirelbaach

z.B. Geröllfang oberhalb Gilsdorf

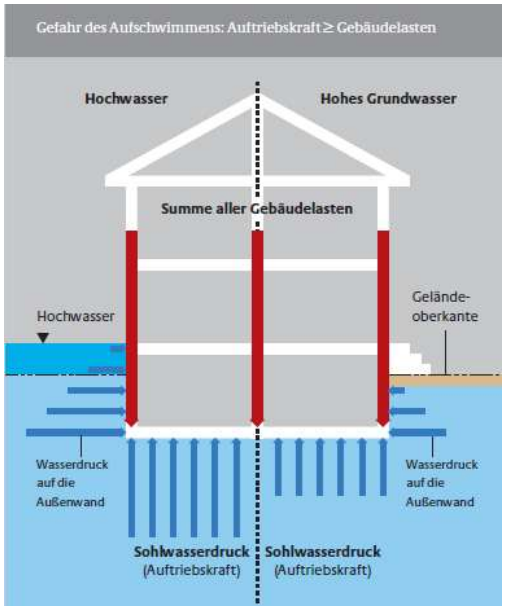
Eigenvorsorge - Wie kann ich mich schützen?

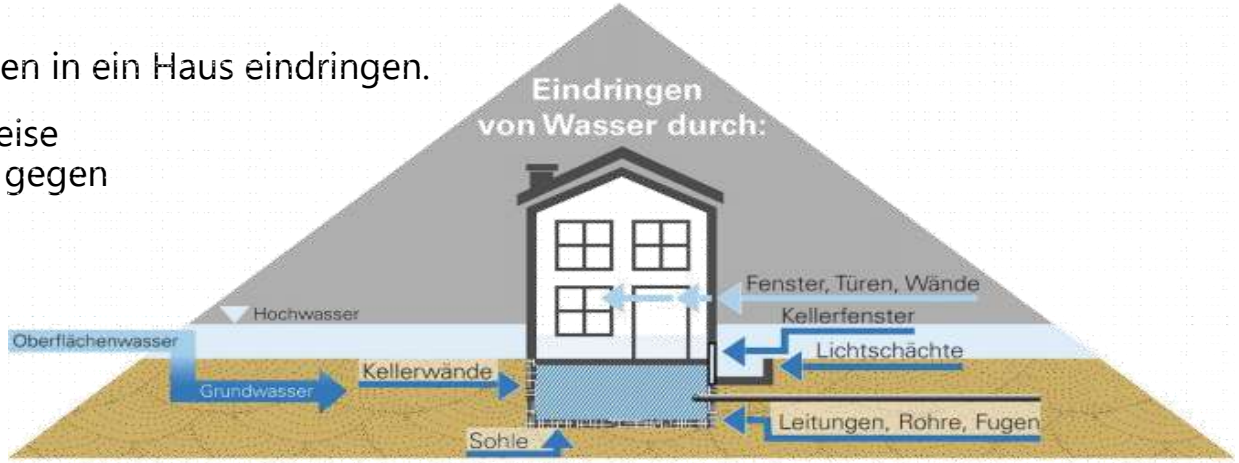
Gemeng Bettenduerf

Wasser kann auf vielfältigen Wegen in ein Haus eindringen.

→ Hochwasserangepasste Bauweise und Nutzung können Sie sich gegen eindringendes Hochwasser schützen.

<u>Grenzen des Schutzes</u>





Eigenvorsorge - Wie kann ich mich schützen?

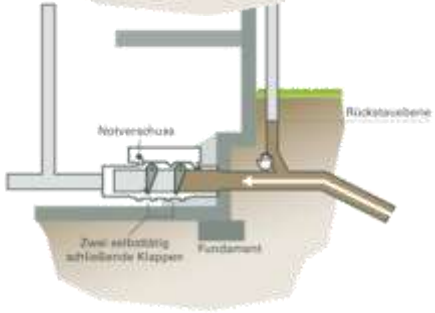
Gemeng Bettenduerf

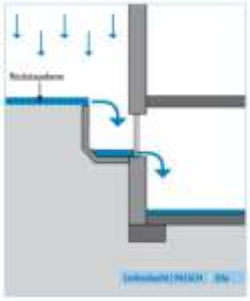
VORWORT ZUM LEITFADEN « BAUEN IM HOCHWASSER »			**3**
1	**EINLEITUNG**		**5**
2	**HOCHWASSER**		**11**
	2.1	ARTEN VON HOCHWASSER	11
	2.2	HOCHWASSERJÄHRLICHKEITEN	15
3	**RECHTLICHE SITUATION IN LUXEMBURG**		**17**
	3.1	GESETZE UND VERORDNUNGEN	17
	3.2	ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE	18
	3.3	HOCHWASSERGEFAHREN- UND HOCHWASSERRISIKOKARTEN	18
	3.4	VERBOTE INNERHALB DER ÜBERSCHWEMMUNGSGEBIETE	23
	3.5	GENEHMIGUNGEN	23
4	**GEFÄHRDUNG DER BAUSUBSTANZ DURCH HOCHWASSER**		**25**
	4.1	WASSEREINTRITT	26
	4.2	WASSERDRUCK UND AUFTRIEB	27
	4.3	HYDRAULISCHER GRUNDBRUCH, BAUGRUNDEROSION	28
	4.4	STRÖMUNG, TREIBGUT, UNTERSPÜLUNG	29
5	**HOCHWASSERANGEPASSTES BAUEN: STRATEGIEN**		**31**
	5.1	AUSWEICHEN	34
	5.2	ANPASSEN	36
	5.3	WIDERSTEHEN	40
QUELLENVERZEICHNIS			49
GESETZE UND VERORDNUNGEN			50

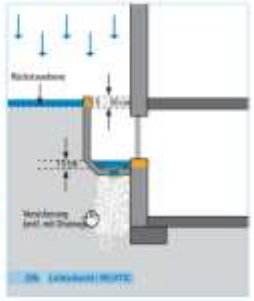
Eigenvorsorge - Wie kann ich mich schützen?

Gemeng Bettenduerf

Abbildung 7
Mobiles Klappschott (Arbonnin GmbH (www.klappschott.de))







Eigenvorsorge – mit Unterstützung von Gemeinde und Staat !

Gemeng Bettenduerf

Alle potenziell von Hochwasser und Starkregen betroffenen Hausbesitzer werden angeschrieben.

- **Individuelle Beratung vor Ort** gemeinsam mit dem Ingenieurbüro.

- **Erstellung eines Kurzdossiers mit Vorschlag Objektschutzmaßnahmen**
  - Gebäudebezogene Risikoanalyse mit Vorschlag möglicher Maßnahmen des Objektschutzes
  - Hausbegehung und Fotodokumentation
  - Auswertung und Dokumentation der Risiken
  - Benennung von Maßnahmen des Objektschutzes
  - Erstellung eines Kurzdossiers pro Haus z.B. zur Vorlage bei Versicherungsunternehmen (Elementarschadensversicherung)

- **Sprechstunden** auf der Gemeinde zu Themen des Schutzes gegen Hochwasser und Starkregen.

Unsere Bitte um Beteiligung und Mithilfe

Die Gemeinde Bettendorf bittet jederzeit um:

- **Anregungen und Hinweise** zu den Hochwassergefahrenkarten und (sobald veröffentlicht) dem Starkregenatlas
- Fotos, Videos und Berichte zu abgelaufenen, **historischen Ereignissen**.
- Bei **zukünftigen Hochwassern/Starkregen** bitte alle zweckdienlichen Hinweise (HW-Marken, Uhrzeiten und Dauern, Sedimentführung, sonst. Besonderheiten) sammeln und der Gemeinde zur Verfügung stellen.

Starkregen- und Hochwasserschutz ist eine Gemeinschaftsaufgabe

→ Wir hoffen auf ihre tatkräftige Unterstützung

→ NOCH FRAGEN ?