

4 Möglichkeiten zur Minderung des Hochwasserrisikos

Aufbauend auf der Defizitanalyse und unter Berücksichtigung der Öffentlichkeitsbeteiligung wurden Möglichkeiten zur Minderung des Hochwasserrisikos entwickelt. Dabei ist zu beachten, dass ein modernes Hochwasser-Risiko-Management nicht nur den klassischen technischen Hochwasserschutz beinhaltet, sondern auch vorbeugende und vorsorgende Maßnahmen (s. Abbildung 14).

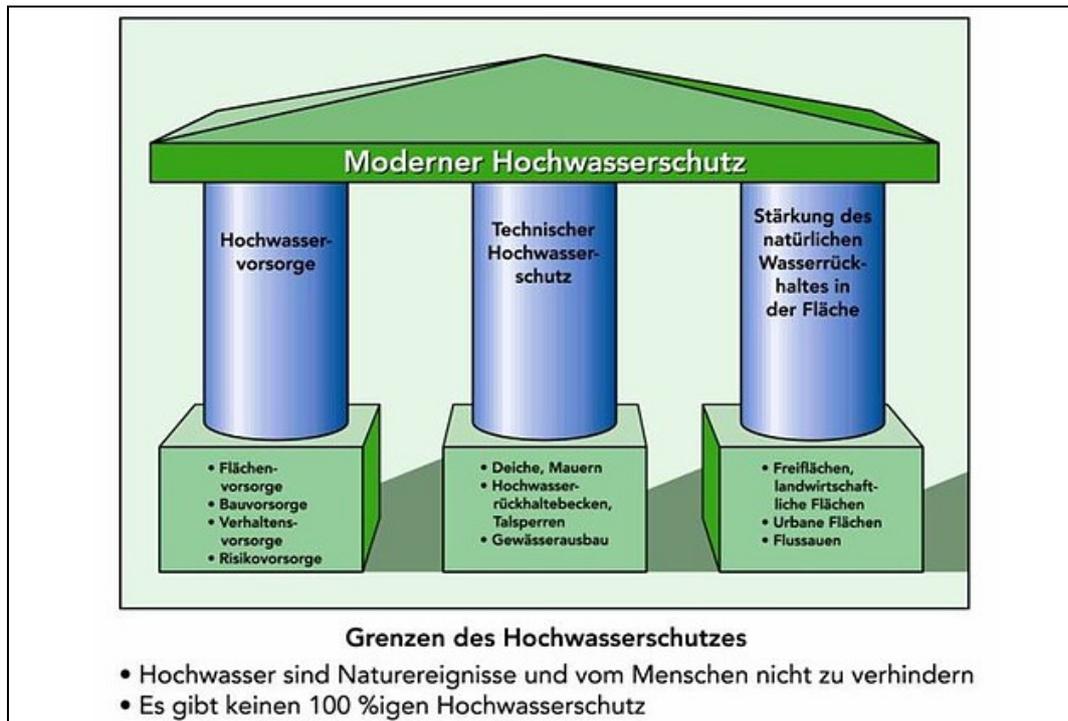


Abbildung 14: 3-Säulen-Modell eines modernen Hochwasserschutzes (Quelle: LfU Bayern)

4.1 Rückhalteräume

Eine Möglichkeit zur Minderung des Hochwasser-Risikos ist die Schaffung von Rückhaltevolumen oberhalb von betroffenen Gebieten.

Im Rahmen der Untersuchung wurden mögliche Rückhalteräume an den Gewässern in Nordwalde erkundet. Die Erkundung wurde anhand von topografischen Karten (Höhenlinien) vorbereitet und dann durch eine Begehung überprüft. Die Ortsbegehung fand am 28.10.2011 mit Hr. Hartmann (Gem. Nordwalde) und Herrn Kappert (ortsansässiger Jäger) statt (Abbildung 15).

Abbildung 16 zeigt potenzielle Rückhalteräume an den Gewässern in Nordwalde. Die dargestellten Standorte werden aus wasserwirtschaftlicher Sicht für möglich gehalten. Eigentumsrechtliche Fragen (Flächenverfügbarkeit, Entschädigungsfragen, etc.) wurden bei der Standortsuche im ersten Schritt in Absprache mit der Gemeinde nicht berücksichtigt. Es ist vorgesehen, dass die Gemeinde im Nachgang auf die Anlieger zugeht und entsprechende Gespräche führt. Außerdem wären im Rahmen einer weiterführenden Planung z.B. Standsicherheitsnachweise für Dämme zu führen. Die obere Wasserbehörde (BR Münster) befürwortet diesen Ansatz ausdrücklich.



Abbildung 15: Ortbegehung zur Verortung von Rückhalteräumen

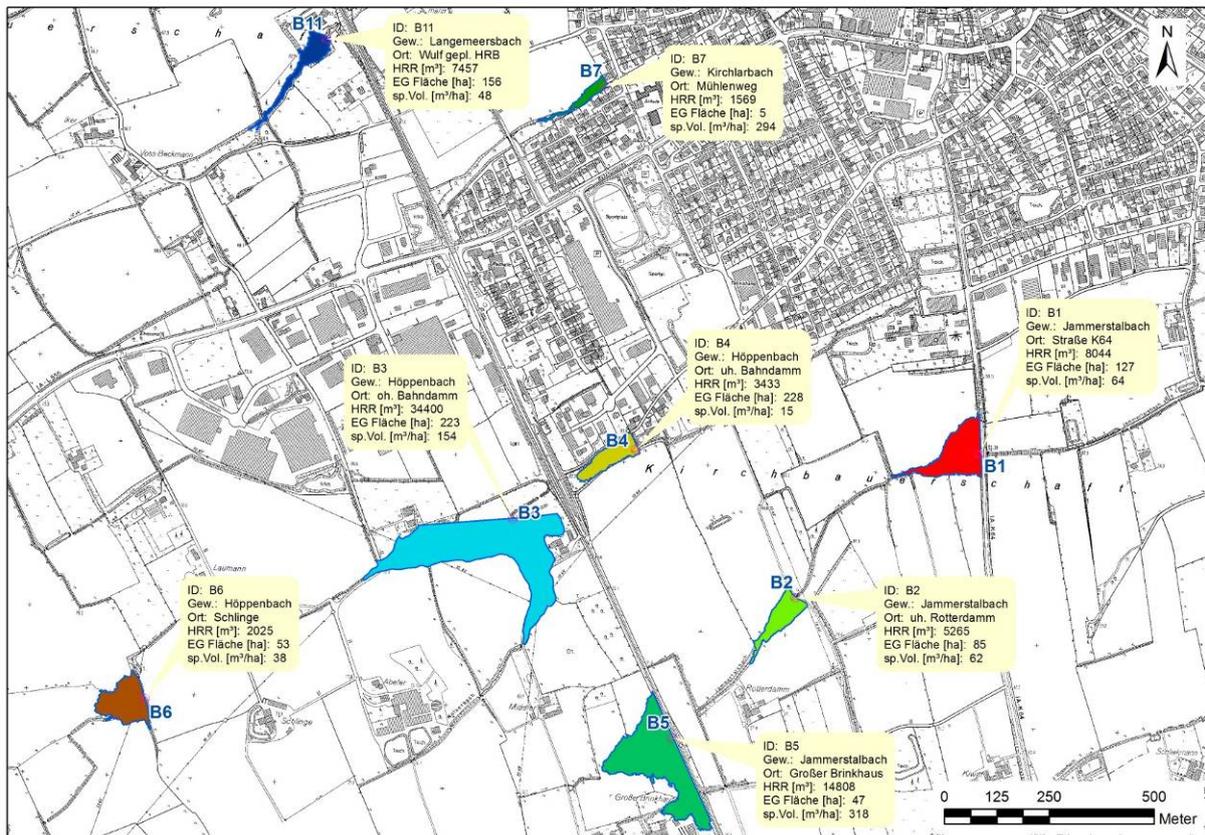


Abbildung 16: Potenzielle Rückhalteräume in Nordwalde

Insgesamt konnten an allen betrachteten Gewässern mögliche Rückhalteräume im Oberlauf identifiziert werden. Zur Untersuchung der Wirksamkeit wurden im Weiteren für alle identifizierten Rückhalteräume sogenannte Beckeninhaltslinien auf Basis des DGM erstellt (Abbildung 17).

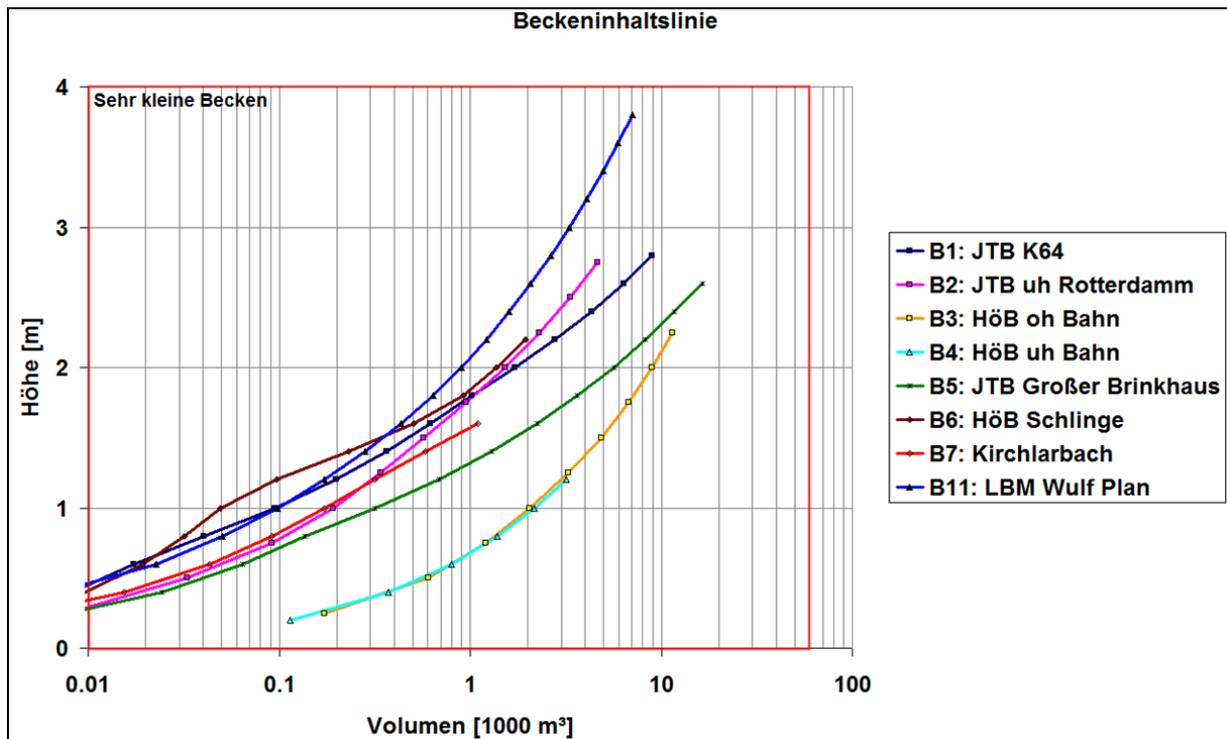


Abbildung 17: Beckeninhaltslinien für pot. Rückhalteräume in Nordwalde

Im hydrologischen Modell (s. Abschnitt 3.2.3) wurden die Rückhalteräume mit den entsprechenden Beckeninhaltslinien abgebildet. Bei der Bestimmung der maximalen Anstauhöhe wurde ein Freibord von 0,50 m berücksichtigt. Bei allen Becken handelt es sich gemäß DIN 19700 um „sehr kleine Becken“.

Für die Entleerung wurde eine unregelmäßige (wasserstandsabhängige) Drosselung auf den jeweiligen HQ_1 -Wert angesetzt. In der baulichen Realisierung bedeutet dies eine einfache Rohrdrossel und kein aufwendiges Drosselbauwerk.

Tabelle 5: Kennzahlen pot. Rückhalteräume in Nordwalde

ID	Gewässer	Beschreibung	HRR [m³]	A_{ges} [ha]	spez. Vol. [m³/ha]	max. Drossel [l/s]
B1	Jammerstalbach	Straße K64	8.044	127	64	316
B2	Jammerstalbach	uh. Rotterdamm	5.265	85	62	220
B3	Höppenbach	oh. Bahndamm	34.400	223	154	201
B4	Höppenbach	uh. Bahndamm	3.433	228	15	461
B5	Jammerstalbach	Großer Brinkhaus	14.808	47	318	127
B6	Höppenbach	Schlinge	2.025	53	38	148
B7	Kirchlarbach	Mühlenweg	1.569	5	294	11
B11	Langemeersbach	Wulf gepl. HRB	7.457	156	48	295

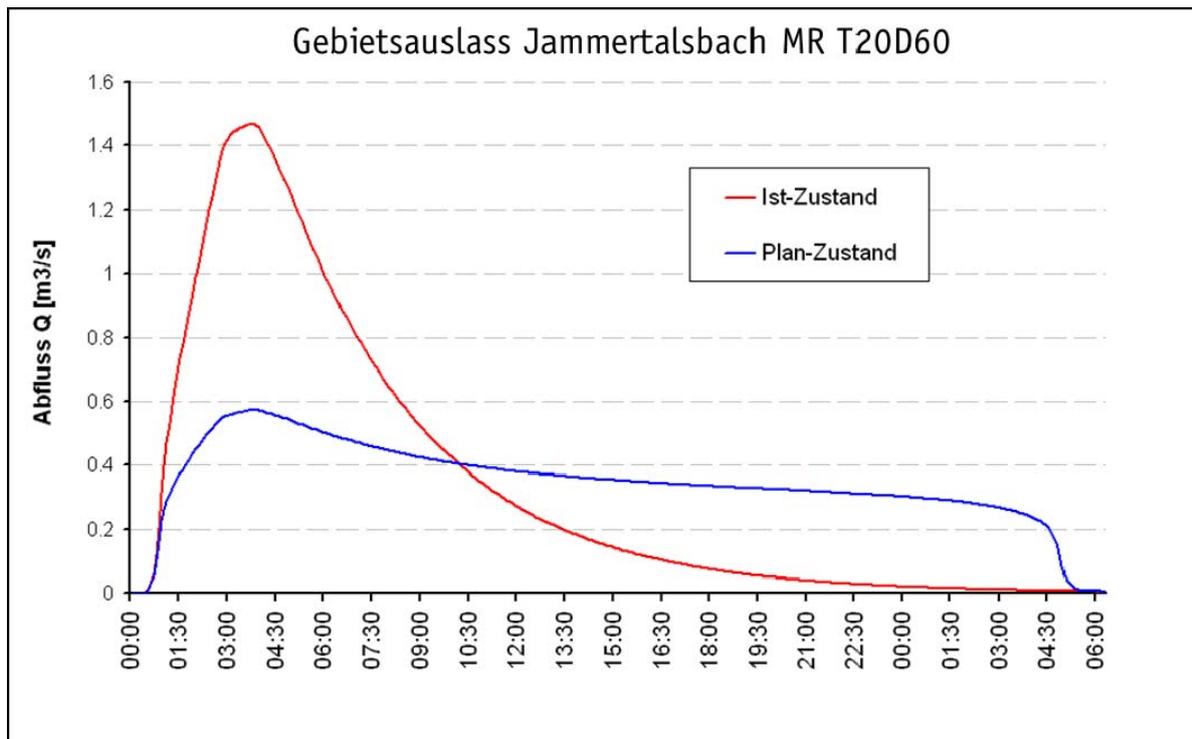


Abbildung 18: Effekt eines Rückhalteraums auf die Abflussganglinie (Beispiel)

Die Wirksamkeit der Rückhalteräume wurde mit dem hydrologischen Modell für verschiedene Jährlichkeiten untersucht. Dazu wurden die Abflussganglinien infolge Modellregen jeweils mit und ohne Rückhalteraum berechnet und gegenübergestellt. Abbildung 18 zeigt beispielhaft den Effekt der drei Rückhalteräume am Jammertalsbach auf die Abflussganglinie am Gebietsauslass für einen Modellregen der Wiederkehrzeit $T=20$ Jahre (Dauerstufe 60 min).

Ob die Rückhalteräume auch bei großen Hochwasserereignisse Wirkungen zeigen, lässt sich am besten durch die erreichbare Abminderung der Scheitelabflüsse aufzeigen. Abbildung 19 zeigt den Effekt des Rückhalteraums am Jammertalsbach B5 (im Modell als Knoten JAM 01 bezeichnet) auf den Scheitelabfluss direkt unterhalb. Es wird deutlich, dass auch bei seltenen Ereignisse ($T=100a$) noch eine signifikante Wirkung erzielt wird.

Abbildung 20 zeigt den entsprechenden Effekt für den Rückhalteraum B3 oberhalb der derzeit in Bau befindlichen Ortsumgehung (im Modell als Knoten HOP 02 bezeichnet). Hier ist die Wirkung für die hohen Jährlichkeiten zwar nicht ganz so groß, obgleich bis zu einer Wiederkehrzeit von $T=10$ a eine weitreichende Abminderung erzielt werden kann.

Auf die Effekte der Rückhaltemaßnahmen auf den Oberflächenabfluss wird in Abschnitt 4.3 eingegangen, da dies nur in Kombination mit den Maßnahmen in der Kanalisation zu sehen ist.

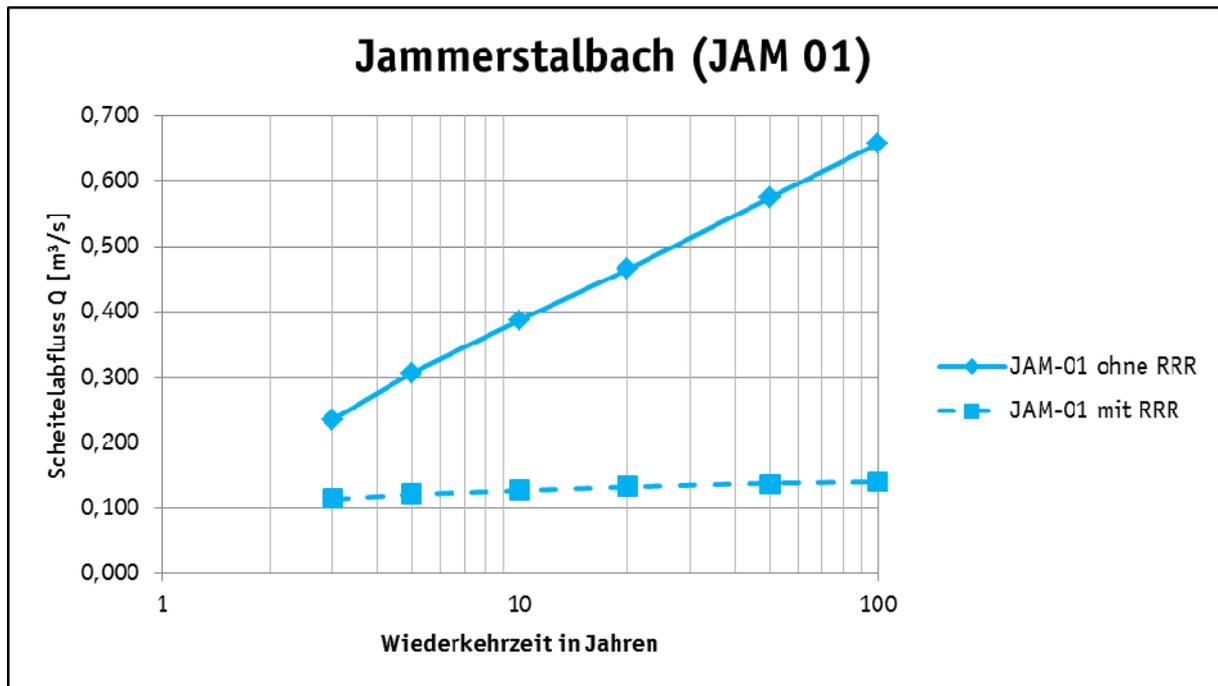


Abbildung 19: Effekt des Rückhalteraums am Jammertalbach B5

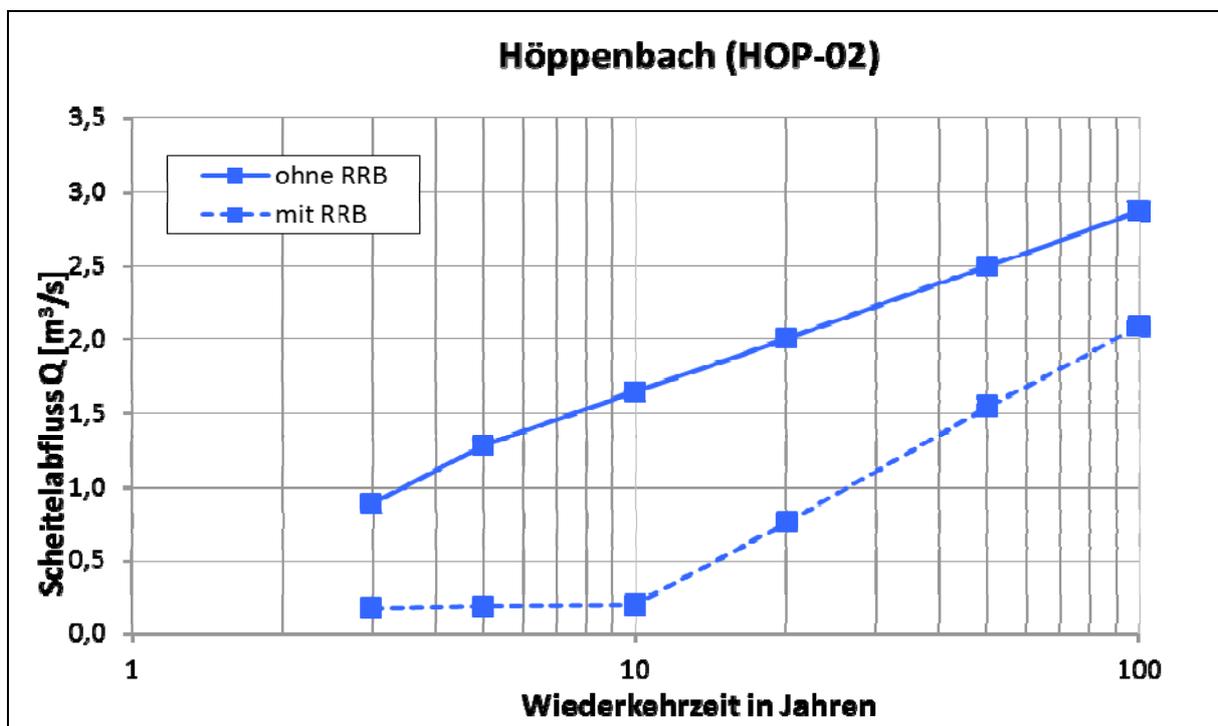


Abbildung 20: Effekt des Rückhalteraums am Höppenbach oberhalb Ortsumgebung (B3)

4.2 Gewässerentwicklung

Aufgrund der speziellen Situation in Nordwalde, in der oberirdische Gewässer in die Ortskanalisation hineinfließen, ist ein klassischer Gewässerausbau (d.h. die Vergrößerung der Abflussleistung) für die Minderung des Hochwasser-Risikos nicht zielführend. Vielmehr würde eine Gewässer-Renaturierung prinzipiell positive Effekte aufweisen:

- Eine Laufwegverlängerung (Mäandrierung) führt zu längeren Fließzeiten und damit zu einer verstärkten Retention.
- Eine Bepflanzung in Kombination mit einer angepassten Unterhaltung würde ebenfalls eine Verlangsamung der Abflüsse bewirken.
- In naturnähere Profile (Sohlanhebung, Verbreiterung) würden eher Ausuferungen stattfinden, was die Aktivierung von Rückhalteraum in den Auen bewirkt.

Im „Konzept zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern“ vom Ingenieurbüro Schmelzer (2003) sind verschiedene Vorschläge für die Gewässer-Renaturierung gemacht worden, allerdings bislang (nach Augenschein) nur vereinzelt umgesetzt. Wir empfehlen dieses Konzept zu aktualisieren und den Hochwasserschutz als einen Anlass (neben den Zielen der Wasserrahmenrichtlinie) für die Umsetzung zu nehmen.

Ergänzend zu diesen allgemeinen Ansätzen wird im Rahmen des Hochwasserschutzkonzeptes die Verlegung des Langemeersbaches als eine konkrete Maßnahme des Gewässerausbaus empfohlen.

Der Langemeersbach verläuft derzeit im Seitenbereich der Dömerstiege mit dem Charakter eines Straßengrabens (Abbildung 21). Wie in Abbildung 6 auf Seite 6 erkennbar, stellte dieser Bereich beim Ereignis vom 26./27. August 2010 einen Schwerpunkt der Schäden dar.

In Absprache mit den Bearbeitern des GEP (Büro pbh) wird vorgeschlagen, den Langemeersbach zu verlegen, so dass er nördlich der Siedlung vorbeifließt (Abbildung 22). Diese Verlegung würde eine deutliche Verringerung der Hochwasser-Risiken bewirken (genaue Aussage erfordern allerdings eine hydraulische Gewässerberechnung). Im Zuge der Verlegung könnte im Übrigen auch eine ökologische Aufwertung erreicht werden.



Abbildung 21: Langemeersbach in der Dömerstiege

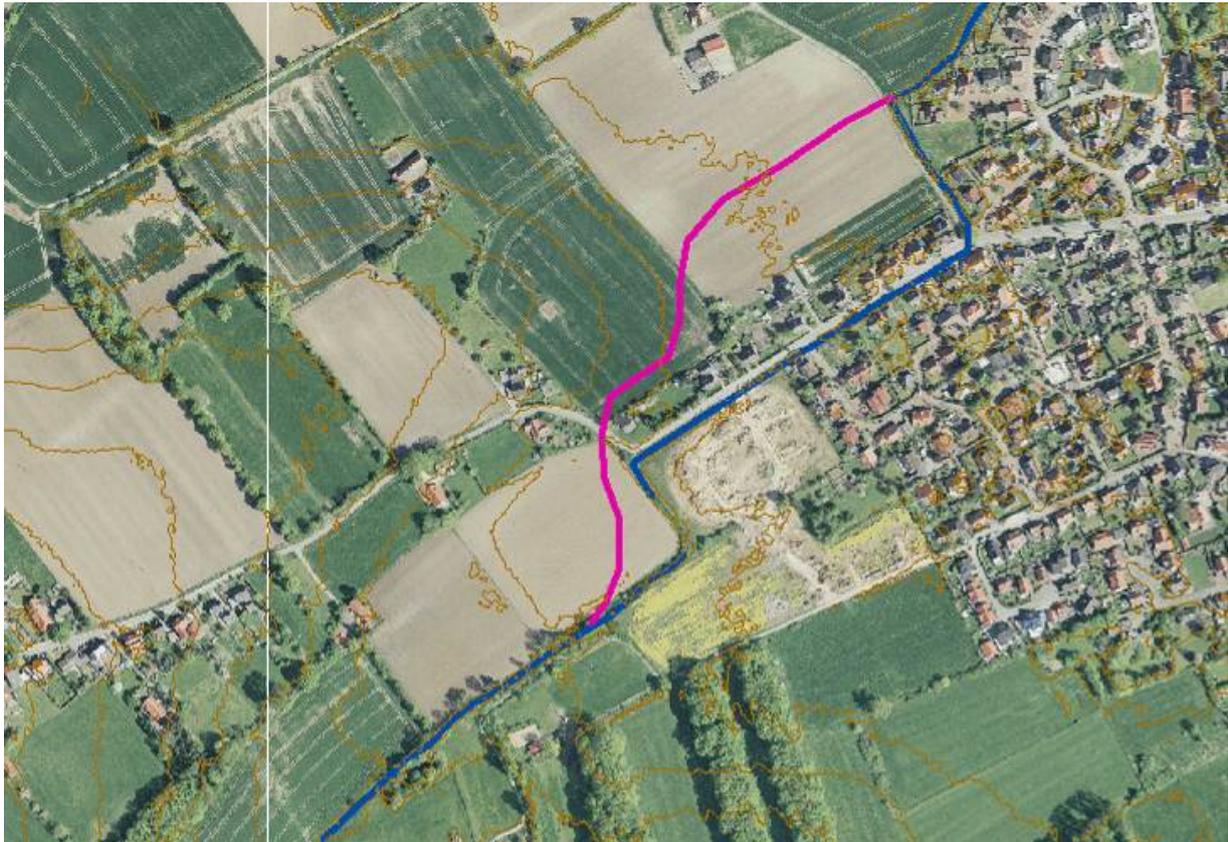


Abbildung 22: Vorschlag für die Verlegung des Langemeersbaches

4.3 Anpassung der Leistungsfähigkeit der Kanalisation

Wie bereits erwähnt, fließen in Nordwalde oberirdische Gewässer (Kirchlarbach, Höppenbach, Jammertalbach) in die Regenwasserkanalisation. Obwohl die verrohrten Abschnitte rein rechtlich als Gewässer gewidmet sind, werden sie technisch als Teil der Kanalisation angesehen.

Im Zuge der Bearbeitung von GEP und HWSK kam die Frage auf, welche Bemessungsannahmen für die verrohrten Gewässerabschnitte zu wählen sind. Als Teil der Kanalisation wäre die DIN EN 752 bzw. das DWA-Arbeitsblatt A118 anzuwenden, die (bestätigt durch BGH-Urteile) Überstauhäufigkeiten von auf T=3-5 a und Überflutungshäufigkeiten von T=20 a für Wohngebiete und T=30 a für Stadtzentren, Industrie- und Gewerbegebiete zulassen.

Bei einer Einstufung als Gewässer sollte dagegen ein Hochwasserschutz für mind. T=100 a angestrebt werden, wobei es in §75 WHG wörtlich heißt *„Risikomanagementpläne dienen dazu, die nachteiligen Folgen, die an oberirdischen Gewässern mindestens von einem Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit ... zu verringern, soweit dies möglich und verhältnismäßig ist“*. In §74 WHG sind Hochwasser mit mittlerer Wahrscheinlichkeit als Ereignisse mit einem voraussichtlichen Wiederkehrintervall von mindestens 100 Jahren definiert. Die explizite Forderung nach einem Hochwasserschutz für T=100 a findet sich im WHG allerdings nicht.

Die Planungen zum GEP haben gezeigt, dass selbst bei einer Berücksichtigung der in Abschnitt 4.1 dargestellten Rückhalteräume ein Ausbau der verrohrten Gewässerabschnitte auf $T=100$ a zu unverhältnismäßig hohen Kosten führen würde (Details s. Generalentwässerungsplanung). Vor diesem Hintergrund wurde eine Anpassung der Leistungsfähigkeit der verrohrten Gewässerabschnitte auf ein Ereignis mit einer Wiederkehrzeit von $T=20$ a vereinbart, nachfolgend als Sanierungszustand bezeichnet. Der Sanierungszustand beinhaltet Maßnahmen im Kanalnetz (s. GEP) und die Realisierung der in Abschnitt 4.1 dargestellten Rückhalteräume.

Eine Sanierung des Kanalnetzes auf eine Überstauhäufigkeit von $T=20$ a stellt keinen Widerspruch zu den o.a. rechtlichen Grundlagen dar, da einerseits die Vorgaben der DIN EN 752 deutlich unterschritten werden und andererseits ein Überflutungsschutz auch für seltenere Ereignisse durch flankierende Maßnahmen erreicht werden kann.

Vor diesem Hintergrund wurde mit dem FloodArea-Modell eine Berechnung des Oberflächenabflusses für den Sanierungszustand mit einem Modellregen $T=100$ a durchgeführt. Das Ergebnis zeigt Abbildung 23.

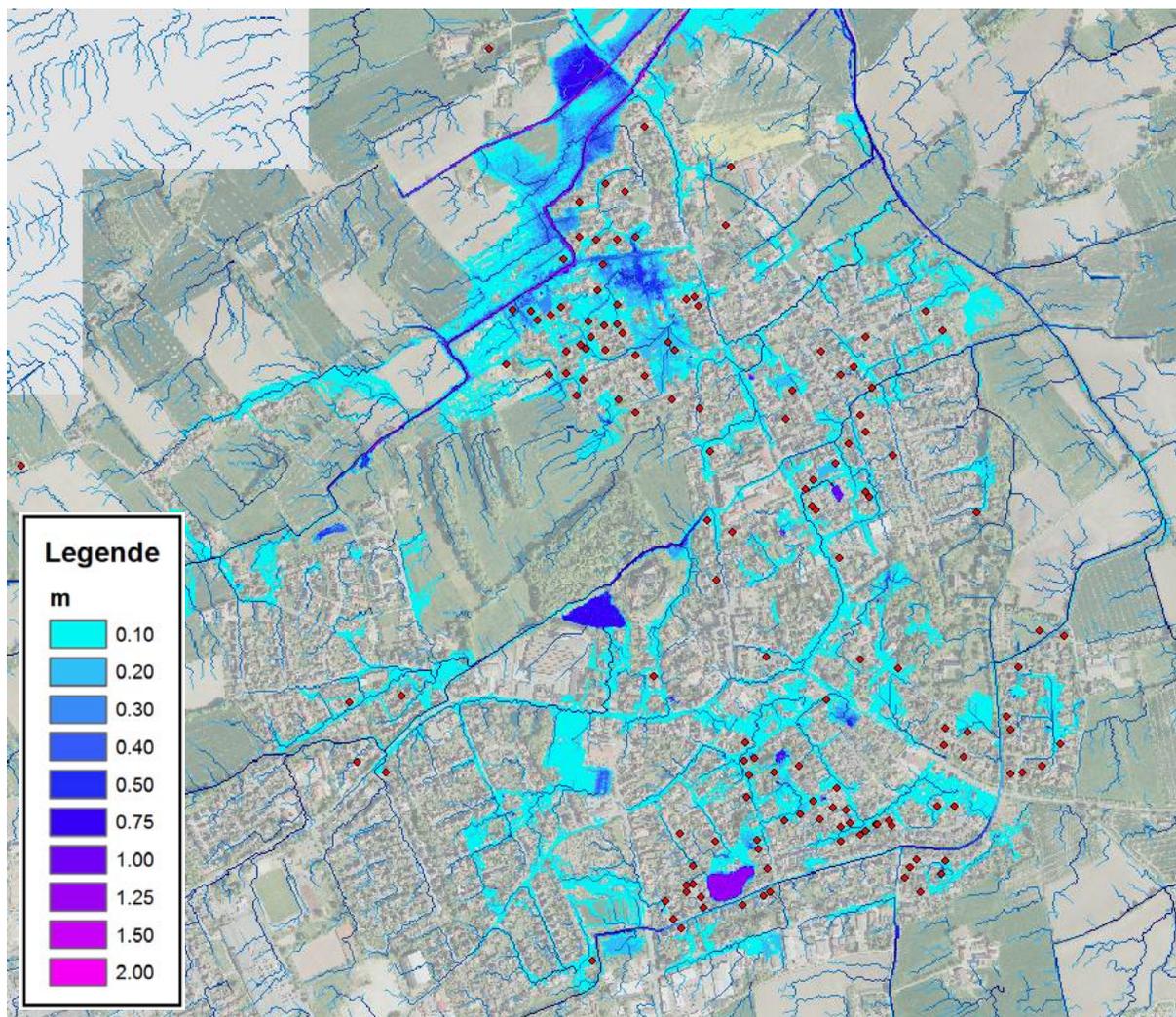


Abbildung 23: Ergebnis der Oberflächenabflussmodellierung (Sanierungszustand, $T=100$ a)

Interessant ist ein Vergleich der Berechnungsergebnisse für den Sanierungszustand mit den Ergebnissen des Ist-Zustandes (Abbildung 24). Damit wird deutlich, dass die Rückhaltemaßnahmen in Kombination mit einer Anpassung der Leistungsfähigkeit der Kanalisation eine erhebliche Abminderung der Hochwasserrisiken bewirken können. Die verbleibenden Risiken (s. Abbildung 23) sollten durch gezielte, objektbezogene Vorsorgemaßnahmen reduziert werden.

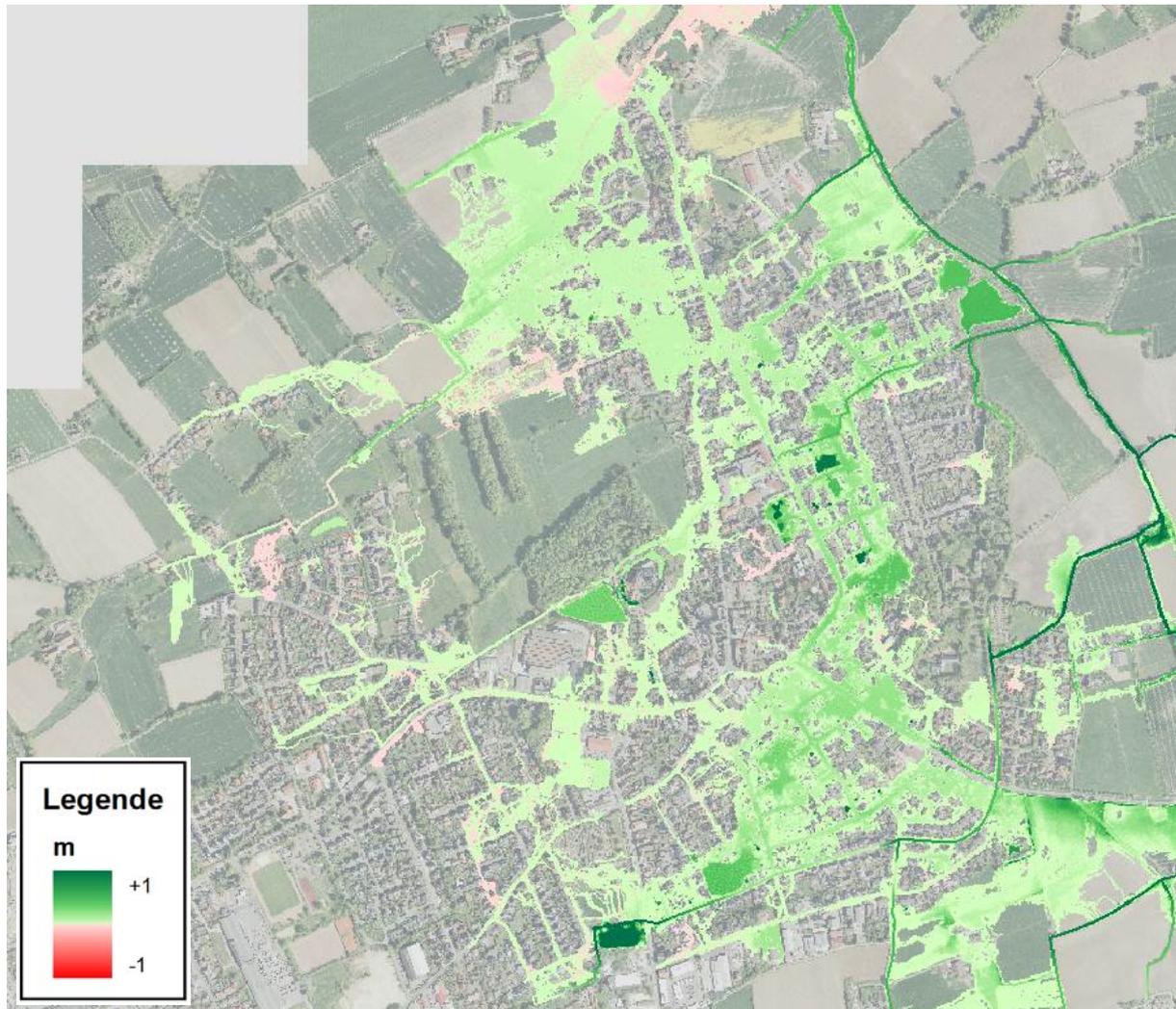


Abbildung 24: Differenz zwischen Sanierungs- und Istzustand (T=100 a)

4.4 Stärkung des Wasserrückhaltes in der Fläche

Neben den technischen Maßnahmen sollte ein modernes Hochwasserschutzkonzept auch Maßnahmen zur Stärkung des Wasserrückhaltes in der Fläche beinhalten.

4.4.1 Maßnahmen in der Landwirtschaft

Die oberhalb der Siedlungsgebiete liegenden Teile der Gewässereinzugsgebiete in Nordwalde sind überwiegend landwirtschaftlich (ackerbaulich) genutzt (Abbildung 25). Aufgrund der relativ schlecht durchlässigen Böden mit Decksanden über Geschiebelehm können auf diesen Flächen bei starken Niederschlägen erhebliche Oberflächenabflüsse entstehen.



Abbildung 25: Landwirtschaftlich genutzte Flächen in Nordwalde (Fotos)

Im Nachgang zum Hochwasserereignis vom 26./27.08.2010 wurde von Betroffenen und Mitarbeitern der Gemeindeverwaltung berichtet, dass z.B. im Bereich Ollenkamp wild abfließendes Wasser von den landwirtschaftlichen Flächen zu Schäden im Gemeindegebiet geführt hat. Im Sinne des Verursacherprinzips sollten Maßnahmen ergriffen werden, Oberflächenabflüsse von den landwirtschaftlichen Flächen zu minimieren.

In der Landwirtschaft kann das vorhandene Porenvolumen des Wasserspeichers Boden durch verschiedene Maßnahmen reaktiviert bzw. effizienter genutzt und so ein Beitrag zum Wasserrückhalt bzw. zur Abflussverzögerung geleistet werden (s. Leitfaden der DWA von 2005). Dazu gehören:

- konservierende Bodenbearbeitung (= pfluglose Bodenbearbeitung), Tieflockerung
- Umwandlung von Ackerland zu Grünland bzw. Aufforstung
- Einrichtung von Rand- und Saumstrukturen
- Dränung
- Bodenschonender Einsatz von landwirtschaftlichen Maschinen

Im Rahmen der Bürgerveranstaltungen (s. Abschnitt 5) wurde auf diese Zusammenhänge hingewiesen. Auch wenn eine planerische und insbesondere eine modelltechnische Berücksichtigung schwierig ist, wird dennoch empfohlen, die in Nordwalde ansässigen Landwirte auch zukünftig regelmäßig auf ihre Verantwortung für die Unterliegerbereiche hinzuweisen.

4.4.2 Maßnahmen in Siedlungsgebieten

Auch die Siedlungsentwässerung kann einen Beitrag zur Stärkung des Wasserrückhaltes in der Fläche leisten. Abbildung 26 gibt einen Überblick über die Vielzahl der möglichen Maßnahmen.

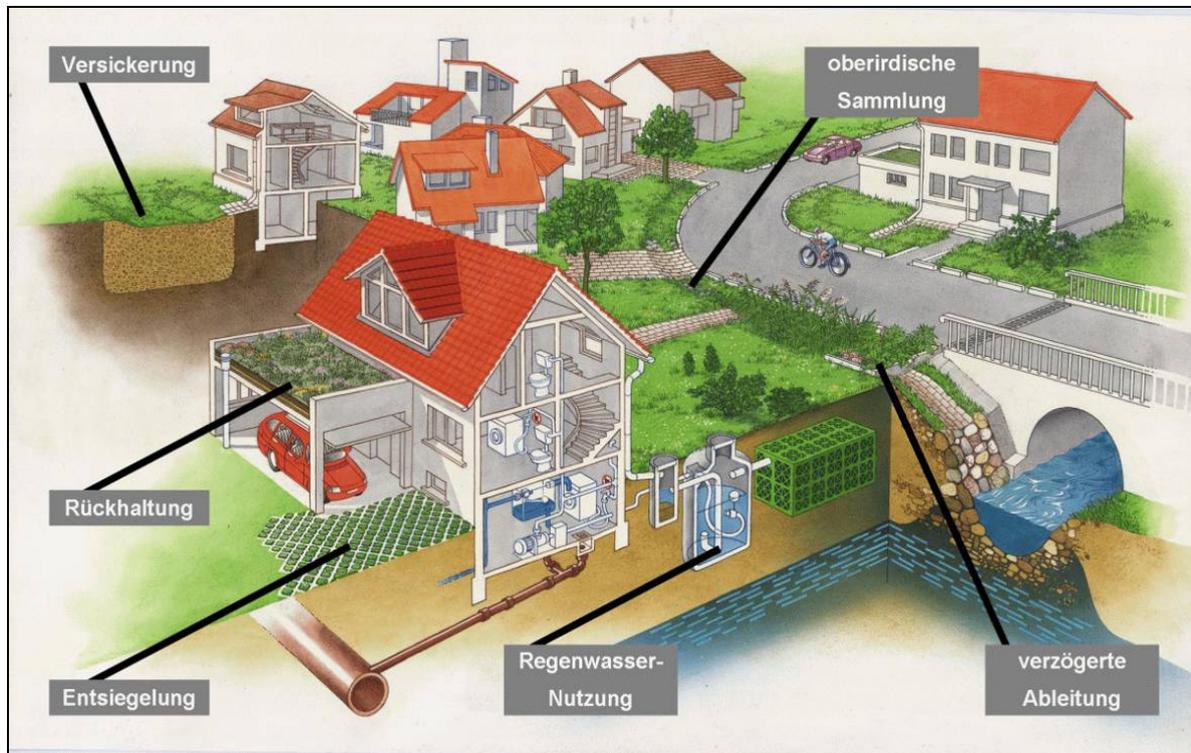


Abbildung 26: Dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen (Quelle: LfU Bayern)

In der Gemeinde Nordwalde wurde dieser Aspekt bereits aufgegriffen und bei der Erschließungsplanung des neuen Baugebietes Ollenkamp (Abbildung 27) berücksichtigt. Zielvorgabe für die Bearbeitung eines derzeit in Bearbeitung befindlichen Regenwasserkonzeptes (separater Bericht) ist es, die Hochwassersituation gegenüber dem bisherigen Zustand auch für hohe Jährlichkeiten ($T=100$ a) nicht zu verschärfen, sondern besser noch zu vermindern.

Erreicht wird dies durch ein Mulden-Rigolen-System dessen Drosseleinrichtungen so bemessen werden, dass auch bei hochwassererzeugenden Niederschlägen nicht mehr Abfluss an die Unterlieger abgegeben wird als im derzeitigen unbebauten Zustand (Abbildung 28: grüne Linie= unbebauter Zustand, blaue Linie=Abfluss aus Mulden-Rigolen-System).

Im Zuge der Planungen für das Baugebiet Ollenkamp kann das vorhandene Regenrückhaltebecken des Baugebietes „Dömerstiege“ optimiert werden. Dieses Becken war ursprünglich für den Ollenkamp mit dimensioniert worden (s. separater Bericht zum Regenwasserkonzept Ollenkamp).

Es wird dringend empfohlen, diese Ansätze bei allen weiteren Bauvorhaben in Nordwalde weiter zu verfolgen. Bei einer weiteren Zunahme der Versiegelung in Kombination mit einer Ausweitung der Kanalisierung ist ansonsten mit einer Verschärfung der Hochwasser-Risiken zu rechnen.

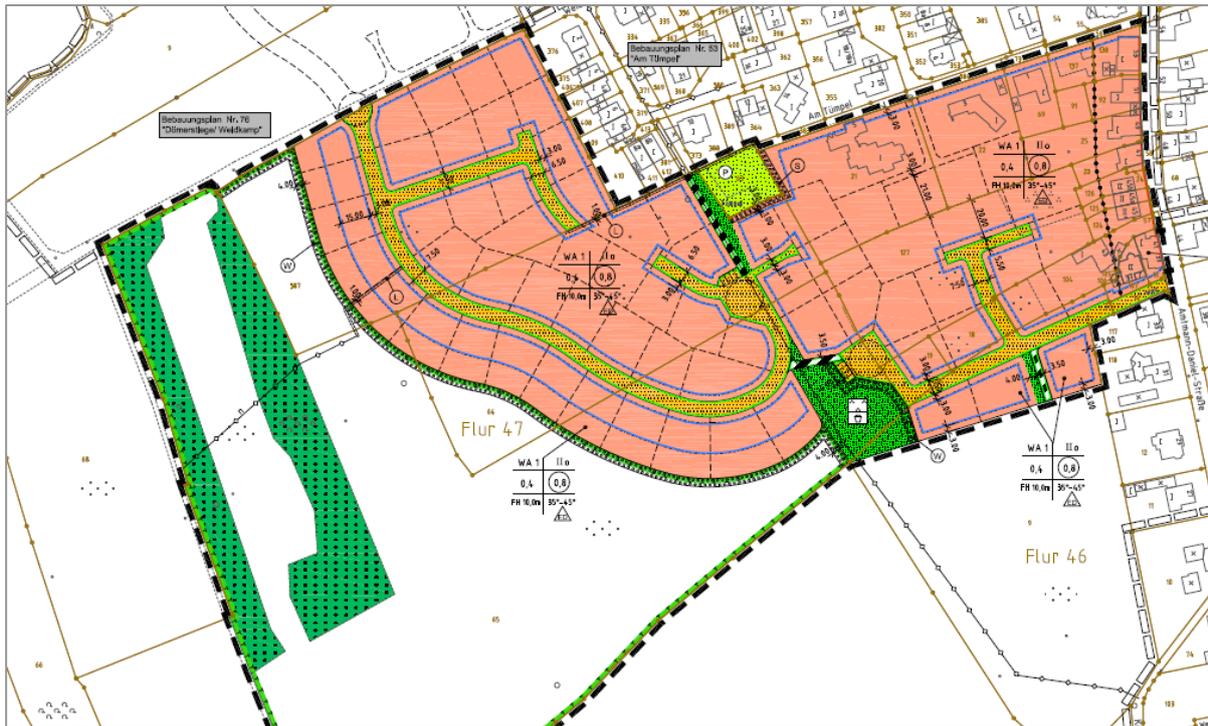


Abbildung 27: B-Plan für das Baugebiet Ollenkamp

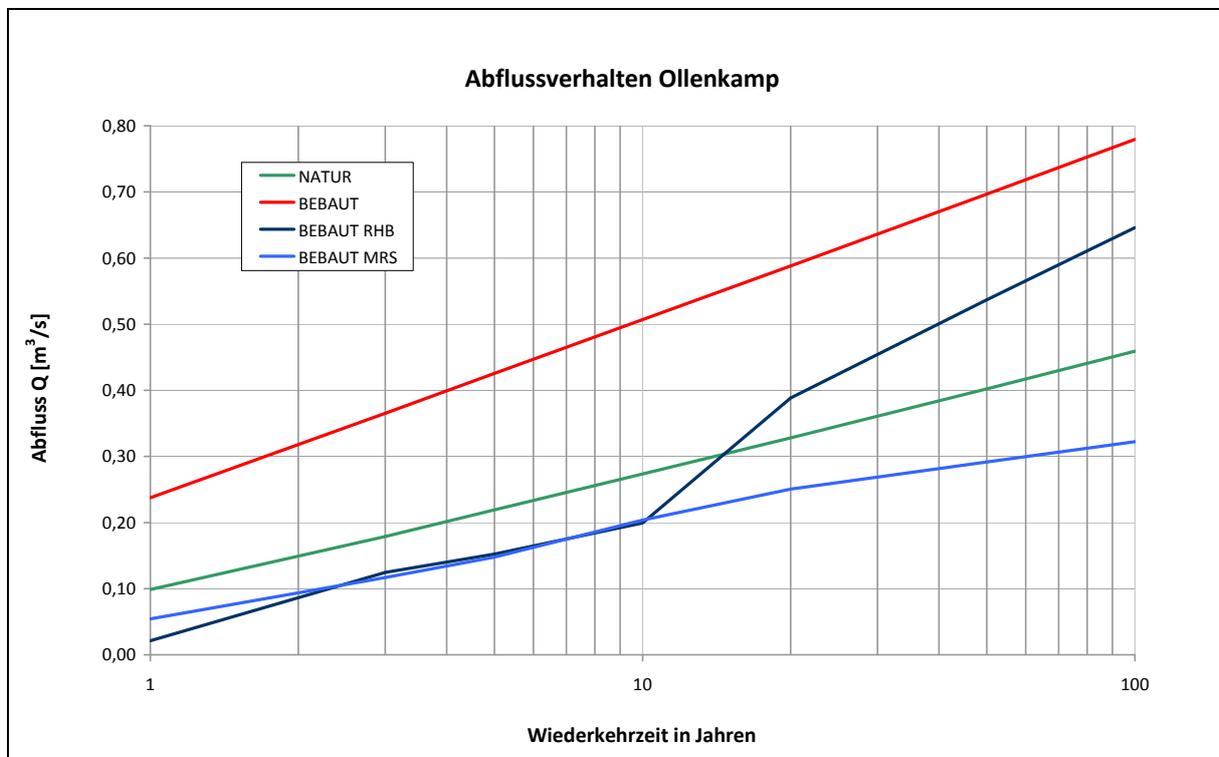


Abbildung 28: Abflussverhalten für verschiedene Szenarien im Baugebiet Ollenkamp

4.5 Hochwasservorsorge

Der dritte wesentliche Baustein in einem modernen Hochwasser-Risiko-Management ist die Hochwasservorsorge. Dazu zählen prinzipiell neben der Bauvorsorge die Verhaltensvorsorge und Hochwasserwarnsysteme.

4.5.1 Bauvorsorge

Durch Bauvorsorge können zwar die Hochwasserereignisse selbst nicht reduziert werden, wohl aber können die Schäden, die durch Hochwasser entstehen können, gering(er) gehalten werden. Einen guten Überblick über Möglichkeiten der Bauvorsorge gibt die Hochwasserschutzfibel des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (Abbildung 29). Diese Broschüre kann unter www.bmvbs.de kostenlos heruntergeladen werden.



Abbildung 29: Beispiele für Bauvorsorge (Quelle: Bundesbauministerium)

Es muss darauf hingewiesen werden, dass die Bürger für die Bauvorsorge an privaten Gebäuden selbst verantwortlich sind. Die Gemeinde kann allerdings Hilfestellung leisten und z.B. Informationen wie die o.a. Broschüre oder Karten mit besonders betroffenen Bereichen über ihre Webseite verfügbar machen.

Der Gemeinde obliegt die Bauvorsorge der kommunalen Gebäude (Schulen, Infrastruktur, etc.). Ein konkretes Beispiel aus Nordwalde ist der Schutz der Abwasserpumpwerke. Für das Pumpwerk Denkerstiege wurden bereits Hochwasserschutzmaßnahmen ergriffen (s. Abbildung 30). Kommunale Gebäude sollten nach einem festen Schema regelmäßig auf Hochwasser-Risiken überprüft werden.

Eine wichtige Grundlage für die Information der Bürger aber auch für die kommunale Planung (z.B. Bauleitplanung) ist die Kenntnis der Flächen, die bei Hochwasser überschwemmt werden. In Nordwalde sind derzeit keine Überschwemmungsgebiete ausgewiesen.

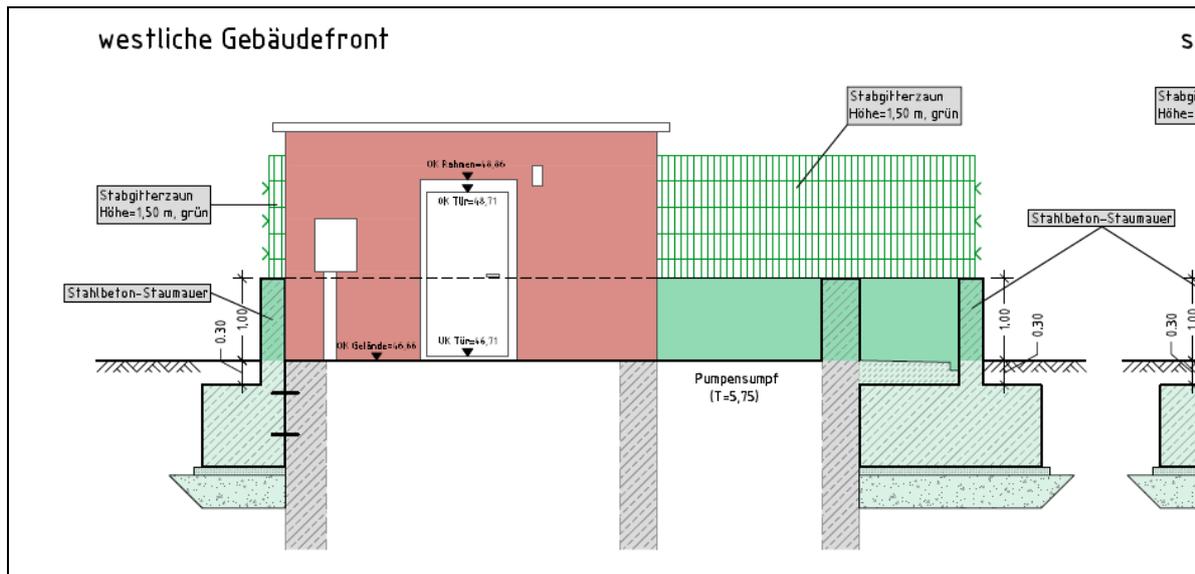


Abbildung 30: Hochwasserschutz Pumpwerk Denkerstiege (Quelle: Büro pbh)

4.5.2 Verhaltensvorsorge

Neben baulichen Maßnahmen können auch einfache Verhaltensmaßnahmen helfen, Hochwasser-Risiken zu vermindern – wobei der Übergang zur Bauvorsorge fließend ist, wie das Beispiel der Auftriebssicherung von Öltanks in Abbildung 31 zeigt. Aufschwimmende und zerplatzende Öltanks können zu schweren Bauwerks- und Umweltschäden führen.



Abbildung 31: Beispiele für Maßnahmen der Verhaltensvorsorge (Bundesbauministerium)

Eine (griffbereite) Hochwasserausrüstung hilft u.U. Notsituationen besser bewältigen zu können. Auch eine Nachbarschaftshilfe kann sinnvoll sein, insbesondere in einer kleineren Kommune wie Nordwalde. Alt-ingesessene Bewohner sollten Neubürger über Hochwasser-Risiken informieren. Die Gemeinde kann diese Prozesse anregen und unterstützen.

4.5.3 Hochwasserwarnsysteme

Pegelbasierte Hochwasserwarnsysteme sind in Nordwalde aufgrund der sehr kurzen Reaktionszeiten der Einzugsgebiete nicht möglich.

Denkbar wäre eine modell-basierte Vorhersage in Verbindung mit einem internet-basierten Warnsystem. Entsprechende Systeme für kleine Einzugsgebiete sind vereinzelt im Einsatz, so z.B. für die Stadt Georgsmarienhütte (Abbildung 32).

Mit dem hydrologischen Niederschlags-Abfluss-Modell (s. Abschnitt 3.2.3) steht ein Werkzeug zur Verfügung, mit dem prinzipiell auch Hochwasservorhersagen realisiert werden können. Voraussetzung wäre die Anbindung an eine Niederschlagsvorhersage wie z.B. das NiRA.web der Fa. HST (www.regenschreiber.net).

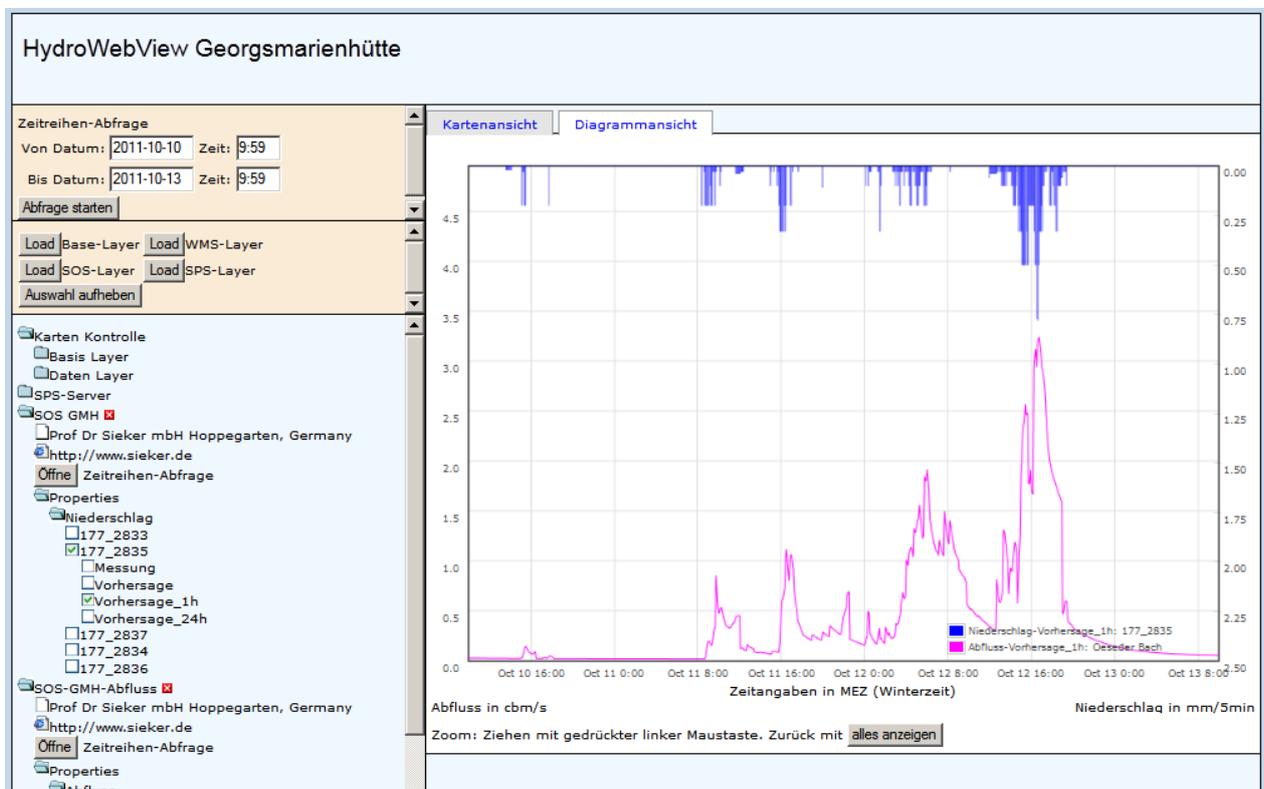


Abbildung 32: Modellbasierte Hochwasservorhersage am Beispiel Georgsmarienhütte



5 Öffentlichkeitsbeteiligung

Im Zusammenhang mit der Bearbeitung des Hochwasserschutzkonzeptes fanden bereits zwei Veranstaltungen für die allgemeine Öffentlichkeit statt.

In der Auftaktveranstaltung am 27.1.2011 wurde u.a. über das Vorhaben informiert. Daneben wurden Sachinformationen zu dem Ereignis vom 26./27. August 2010 gegeben.

In einer zweiten öffentlichen Veranstaltung am 30.11.2011 wurden erste Ergebnisse des Hochwasserschutzkonzeptes präsentiert, so z.B. die potenziellen Rückhalteräume und die Überlegungen zur Verlegung des Langemeersbachs. Außerdem wurden allgemeine Informationen zu rechtlichen Hintergründen (z.B. zu Verantwortlichkeiten) und zu Maßnahmen der Hochwasservorsorge (Bauvorsorge, Verhaltensvorsorge) gegeben.



6 Zusammenfassung der wesentlichen Ergebnisse des Hochwasserschutzkonzeptes

Die wesentlichen Ergebnisse des Konzeptes können wie folgt zusammengefasst werden:

- Das Hochwasserereignis am 26./27.08.2010 war hinsichtlich der Regenmengen ein außergewöhnliches Extremereignis, was statistisch deutlich seltener als einmal in 100 Jahren auftritt. Derartige Ereignisse lassen sich technisch-planerisch grundsätzlich nicht beherrschen.
- Es wird die Schaffung von Rückhalteräumen in den oberhalb der Siedlungsgebiete liegenden, noch naturnahen Einzugsgebieten empfohlen. Vorschläge für Standorte liegen vor. Die Realisierung dieser Rückhalteräume sollte durch die Gemeinde vorangetrieben werden.
- Ein Ausbau der Gewässer (d.h. die Vergrößerung der Abflussleistung) ist für die Minderung des Hochwasser-Risikos nicht zielführend. Vielmehr sollten frühere Überlegungen zur Gewässerrenaturierung wieder aufgegriffen, aktualisiert und umgesetzt werden.
- Die Verlegung des Langemeersbaches bewirkt eine Verminderung des Hochwasser-Risikos im Bereich Dömerstiege und sollte deshalb umgesetzt werden.
- Maßnahmen des Generalentwässerungsplans (Sanierung der verrohrten Gewässerabschnitte auf eine Überstauhäufigkeit von T=20a) sind auch aus Hochwasserschutzsicht notwendig. Umgekehrt ist die Realisierung der Rückhalteräume Voraussetzung für die Umsetzung des GEP.
- Maßnahmen zur Stärkung des Wasserrückhaltes in der Fläche sollten von der Gemeinde in Zukunft konsequent umgesetzt werden. Dies betrifft insbesondere die Erschließung neuer Baugebiete (z.B. das Baugebiet Ollenkamp). Zielvorgabe sollte sein, dass die Hochwassersituation gegenüber dem bisherigen Zustand auch für hohe Jährlichkeiten nicht verschärft wird (Hochwasserneutralität).
- Die Gemeinde sollte die Bürger/Gewerbetreibenden bei der Hochwasservorsorge unterstützen, z.B. durch Informationsangebote (Veranstaltungen, Webinhalte, Broschüren). Bauvorsorge für private/gewerbliche Gebäude und Verhaltensvorsorge sind aber primär in der Verantwortung der Bürger/Gewerbetreibenden.
- Für die kommunalen Gebäude ist dagegen die Kommune verantwortlich. Diese sollten regelmäßig auf ihre Hochwasser-Risiken überprüft werden.



7 Literatur

- DWA (2005): Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall
- DWA (2006): DWA A118: Hydraulische Bemessung und Nachweis von Entwässerungssystemen, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef
- DWD (2005): KOSTRA-DWD-2000, Starkniederschlagshöhen für Deutschland (1951 – 2000), Deutscher Wetterdienst – Abt. Hydrometeorologie
- IPS (2006): Programmbeschreibung STORM, Version 2006 CR, Ingenieurgesellschaft Prof. Dr. Sieker mbH, Hoppegarten.
- Sieker H. (2008): Anforderungen an den Umgang mit Niederschlagsabflüssen in Siedlungsgebieten, Tagungsband zur 41. Essener Tagung für Wasser- und Abfallwirtschaft
- WHG (2009): Wasserhaushaltsgesetz, Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts vom 31. Juli 2009, gültig ab 1.03.2010, veröffentlicht im Bundesgesetzblatt Nr. 51 vom 06.08.2009 S. 2585