

DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 550

Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung

November 2015



DWA-Regelwerk

Merkblatt DWA-M 550

Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung

November 2015



Die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (DWA) setzt sich intensiv für die Entwicklung einer sicheren und nachhaltigen Wasser- und Abfallwirtschaft ein. Als politisch und wirtschaftlich unabhängige Organisation arbeitet sie fachlich auf den Gebieten Wasserwirtschaft, Abwasser, Abfall und Bodenschutz.

In Europa ist die DWA die mitgliederstärkste Vereinigung auf diesem Gebiet und nimmt durch ihre fachliche Kompetenz bezüglich Regelsetzung, Bildung und Information sowohl der Fachleute als auch der Öffentlichkeit eine besondere Stellung ein. Die rund 14 000 Mitglieder repräsentieren die Fachleute und Führungskräfte aus Kommunen, Hochschulen, Ingenieurbüros, Behörden und Unternehmen.

Impressum

Herausgeber und Vertrieb:
DWA Deutsche Vereinigung für
Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V.
Theodor-Heuss-Allee 17
53773 Hennef, Deutschland
Tel.: +49 2242 872-333
Fax: +49 2242 872-100
E-Mail: info@dwa.de
Internet: www.dwa.de

Satz:
DWA
Druck:
Druckhaus Köthen GmbH & Co KG
ISBN:
978-3-88721-262-9
Gedruckt auf 100 % Recyclingpapier

© DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V., Hennef 2015

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Merkblattes darf ohne schriftliche Genehmigung des Herausgebers in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Digitalisierung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Vorwort

Mit der 2007 in Kraft getretenen Europäischen Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie (HWRM-RL) wird der Begriff des Hochwassers von der klassischen Flussüberschwemmung auch auf Sturzfluten, Überflutungen in den Küstengebieten und Überschwemmungen aus Abwassersystemen ausgedehnt. Zur Verminderung der potenziellen hochwasserbedingten nachteiligen Folgen werden insbesondere auch nicht-bauliche Maßnahmen der Hochwasservorsorge und/oder eine Verminderung der Hochwasserwahrscheinlichkeit gefordert. Die zu ergreifenden Maßnahmen sind in Hochwasserrisikomanagementplänen auf der Ebene der betroffenen Einzugsgebiete darzustellen, sofern die vorhergehenden Analysen zu Hochwassergefahr und Hochwasserrisiko einen entsprechenden Bedarf gezeigt haben.

In diesem Zusammenhang können dezentrale Maßnahmen einen wichtigen Beitrag leisten. Sie sind wie schon der Name sagt, dezentral im ganzen Einzugsgebiet verteilt, wirken überwiegend reduzierend auf die Hochwasserwelle. Daneben sind mit dezentralen Maßnahmen meistens positive Wirkungen auf den Wasserhaushalt und die Umwelt verbunden. Auch wirken dezentrale Maßnahmen bei den verschiedenen Hochwasserursachen, die durch die Richtlinie angesprochen werden. Teilweise ist der Beitrag zur Hochwasserminderung auch nicht der Hauptgrund zur Umsetzung der Maßnahmen, sondern ein weiterer positiver Effekt.

In der Vergangenheit wurden dezentrale Maßnahmen hinsichtlich ihrer Wirkungen oft kontrovers diskutiert. Inzwischen hat sich diese Diskussion versachlicht und es liegen aus einer Vielzahl an Projekten Abschätzungen zu den hydrologischen Wirkungen und vermehrt auch Erfahrungen aus der Umsetzung vor. Im Jahr 2006 wurde von der DWA-Arbeitsgruppe HW-4.3 der DWA-Themenband „Dezentrale Maßnahmen zur Hochwasserminderung“ auf der Basis von konkreten Fallbeispielen vorgelegt (DWA 2006); anschließend wurde das Thema auf mehreren Seminaren und bei Einzelvorträgen ausführlich vorgestellt und mit den beteiligten Fachleuten diskutiert. Dabei ist deutlich geworden, dass dezentrale Maßnahmen kein Ersatz für Talsperren oder Hochwasserrückhaltebecken sind, aber dass Hochwasserrisikomanagementpläne mit dezentralen Maßnahmen sehr flexibel an veränderte Randbedingungen, z. B. durch den Klimawandel angepasst werden können. Die Erkenntnisse aus den Diskussionen und neueren Untersuchungen sowie Anregungen aus den benachbarten Arbeitsgruppen der DWA sind in das vorliegende Merkblatt eingeflossen. Der Themenband ist jedoch mit der Vorstellung einzelner Projekte durch das Merkblatt nicht vollständig überholt, da die Projekte im Merkblatt nicht in diesem Umfang enthalten sind.

Ziele des Merkblattes sind, Empfehlungen für die Auswahl geeigneter Maßnahmen zu geben und die Potenziale aufzuzeigen. Die verschiedenen möglichen Maßnahmen werden vorgestellt und hinsichtlich hydrologischer sowie hydraulischer Wirkung, Umweltwirkung sowie der Kosten beschrieben. Der Fokus liegt auf Maßnahmen der Hochwasserminderung, also Maßnahmen, die durch Abflussminderung und verstärkter Retention Scheitelabflüsse und Wellenvolumen reduzieren und so einen Beitrag zur Reduzierung von Hochwasserschäden leisten.

Dezentrale Maßnahmen sind meist integrative Maßnahmen, die neben dem Hochwasserschutz weitere positive Wirkungen für den Wasserkreislauf, insbesondere die Grundwasserneubildung und die Umwelt haben, und sie weisen häufig Synergien zwischen den Zielen der Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie und der Wasserrahmenrichtlinie auf. In einigen Fällen ist der Beitrag zur Abflussminderung ein zusätzlicher positiver Effekt, wie etwa bei der konservierenden Bodenbearbeitung in der Landwirtschaft. Bezogen auf die Reduzierung der Hochwasserscheitel benötigen dezentrale Maßnahmen oft vergleichsweise viel Fläche, gleichzeitig lassen sie sich aber auch sehr gut mit anderen Flächennutzungen kombinieren.

Im vorliegenden Merkblatt können nicht alle Wirkungen von dezentralen Maßnahmen dargestellt werden, der Fokus liegt hier eindeutig auf den Wirkungen auf den Hochwasserabfluss. Mit den einzelnen Maßnahmen können in anderen Bereichen auch andere Auswirkungen verbunden sein, etwa durch den eventuell nötigen Herbizideinsatz bei einer konservierenden Bodenbearbeitung. Hierbei kann der Herbizideinsatz u. a. durch eine vielgestaltige Fruchtfolge in Kombination mit unkrautunterdrückendem Zwischenfruchtanbau, der mechanischen Unkrautbekämpfung usw. auf das beim Pflugeinsatz nötige Maß reduziert werden oder ist durch diese unkrautunterdrückenden Maßnahmen nicht mehr erforderlich. Bei allen Maßnahmen sind selbstverständlich die geltenden Regeln, z. B. des Bodenschutzes und der guten fachlichen Praxis, zu berücksichtigen. Diese Aspekte können hier nicht für jede Maßnahme umfassend dargestellt werden, zumal jede Situation sich vor Ort anders darstellt, hier wird auf das entsprechende Regelwerk verwiesen.

In diesem Merkblatt wird im Hinblick auf einen gut verständlichen und lesefreundlichen Text für personenbezogene Berufs- und Funktionsbezeichnungen verallgemeinernd die männliche Form verwendet. Alle Informationen beziehen sich in gleicher Weise auf beide Geschlechter.

Frühere Ausgaben

Kein Vorgängerdokument

Dieses Merkblatt ist Herrn Prof. Dr.-Ing. Gero Koehler gewidmet. Prof. Koehler war Mitbegründer und Sprecher dieser Arbeitsgruppe von 2001 bis 2007. Wegen seines großen Engagements in verschiedenen Arbeitsgruppen der DWA war Prof. Koehler Träger der DWA-Ehrennadel. Unter seiner Leitung wurde von dieser Arbeitsgruppe ein Themenband zum dezentralen Hochwasserschutz erarbeitet und verschiedene Veranstaltungen zum Thema durchgeführt. Auch die Initiative zu diesem Merkblatt geht auf ihn zurück, auch wenn er selbst daran nur ganz zu Beginn mitgearbeitet hat. Ihm ist es zu verdanken, dass das Thema dezentraler Hochwasserschutz heute in erster Linie sachlich diskutiert wird. Prof. Koehler ist am 21. Dezember 2011 im Alter von 71 Jahren verstorben; die DWA-Arbeitsgruppe wird ihm ein ehrenvolles Andenken bewahren.

Verfasser

Dieses Merkblatt wurde von der DWA-Arbeitsgruppe HW-4.3 „Dezentraler Hochwasserschutz“ im DWA-Fachausschuss „Hochwasservorsorge“ erstellt, der folgende Mitglieder angehören:

| | |
|-------------------|--------------------------------------|
| ASSMANN, André | Dr., Heidelberg (stellv. Sprecher) |
| BAUER, Christian | Dr.-Ing., Neustadt a. d. Weinstraße |
| ERNSTBERGER, Hans | Dr., Gießen |
| JOHANN, Georg | Dipl.-Hydrologe, Essen |
| MERTA, Mariusz | Dr.-Ing., Hoppegarten |
| RIEGER, Wolfgang | Dr.-Ing., München |
| RÖTTCHER, Klaus | Prof. Dr.-Ing., Suderburg (Sprecher) |
| SCHMIDT, Walter | Dr., Leipzig |

Als Gäste haben mitgewirkt:

| | |
|----------------------|--------------------------|
| PETRIN, Elmar | Dipl.-Ing., Homberg/Efze |
| REINHARDT, Christian | Dr., Berlin |

Projektbetreuer in der DWA-Bundesgeschäftsstelle:

| | |
|--------------|--|
| BARION, Dirk | Dipl.-Geogr., Hennef Abteilung Wasser- und Abfallwirtschaft |
|--------------|--|

Inhalt

| | | |
|---|-------|-----------|
| Vorwort | ..... | 3 |
| Verfasser | ..... | 4 |
| Bilderverzeichnis | ..... | 6 |
| Tabellenverzeichnis | ..... | 7 |
| Benutzerhinweis | ..... | 8 |
| Einleitung | ..... | 8 |
| 1 Anwendungsbereich | ..... | 10 |
| 1.1 Geltungsbereich | ..... | 10 |
| 1.2 Struktur des Merkblattes | ..... | 10 |
| 2 Dezentrale Maßnahmen | ..... | 11 |
| 2.1 Dezentrale Maßnahmen als Teil des Hochwasserrisikomanagements | ..... | 11 |
| 2.2 Hydrologische Wirkung dezentraler Maßnahmen | ..... | 13 |
| 3 Maßnahmen in Siedlungsgebieten | ..... | 18 |
| 3.1 Allgemeines | ..... | 18 |
| 3.2 Flächen-, Mulden- und Beckenversickerung | ..... | 19 |
| 3.3 Mulden-Rigolen | ..... | 20 |
| 3.4 Rückhaltebecken | ..... | 21 |
| 3.5 Retentionsbodenfilter | ..... | 22 |
| 3.6 Entsiegelungsmaßnahmen | ..... | 23 |
| 3.7 Dachbegrünung | ..... | 24 |
| 3.8 Regenwassernutzung | ..... | 24 |
| 4 Maßnahmen in der Landwirtschaft | ..... | 25 |
| 4.1 Allgemeines | ..... | 25 |
| 4.2 Konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat | ..... | 26 |
| 4.3 Lockerungsmaßnahmen | ..... | 38 |
| 4.4 Umwandlung von Ackerland zu Grünland (bzw. Aufforstung) | ..... | 39 |
| 4.5 Begrünung von Tiefenlinien | ..... | 40 |
| 4.6 Feldunterteilung sowie Rand- und Saumstrukturen | ..... | 41 |
| 4.7 Dränung | ..... | 43 |
| 5 Maßnahmen auf Waldflächen | ..... | 46 |
| 5.1 Allgemeines | ..... | 46 |
| 5.2 Aufforstung | ..... | 46 |
| 5.3 Angepasste Waldwirtschaft und Waldumbau | ..... | 51 |
| 5.4 Wegebau und Rücketechnologie | ..... | 53 |
| 6 Maßnahmen im Gewässer und in der Aue | ..... | 55 |
| 6.1 Allgemeines | ..... | 55 |
| 6.2 Maßnahmen im Gewässer | ..... | 55 |
| 6.3 Maßnahmen in der Aue | ..... | 64 |
| 7 Lokale Retentionen | ..... | 70 |
| 7.1 Allgemeines | ..... | 70 |
| 7.2 Muldenspeicher | ..... | 71 |
| 7.3 Kleinste Stauanlagen | ..... | 73 |
| 7.4 Kleinspeicher | ..... | 76 |

Anhang A Untersuchungen zur Wirksamkeit dezentraler Hochwasserschutzmaßnahmen 79

Quellen und Literaturhinweise..... 89

Bilderverzeichnis

Bild 1: Hochwasserschutzstrategie der LAWA mit beispielhafter Zuordnung einzelner Maßnahmen..... 8

Bild 2: Zyklus des Hochwasserrisikomanagements 12

Bild 3: Typische Wege, über die Hochwasser in ein Gebäude eindringen kann 12

Bild 4: Der Abflussprozess in der Natur 14

Bild 5: Haupt-Wirkungsgebiete von dezentralen Maßnahmen in unterschiedlichen Handlungsbereichen in den Phasen der Hochwasserentstehung 14

Bild 6: Wirkungsweise volumenreduzierender Maßnahmen auf ein Hochwasserereignis 15

Bild 7: Wirkungsweise wellenverformender Maßnahmen auf ein Hochwasserereignis 15

Bild 8: Wirkungsweise eines trockenen Rückhaltebeckens..... 16

Bild 9: Rückhaltebecken in offener Bauweise 21

Bild 10: Retentionsbodenfilter..... 22

Bild 11: Spezifische Kosten eines Retentionsbodenfilters in Abhängigkeit vom Nutzvolumen 22

Bild 12: Versiegelte Fläche/teilentsiegelte Fläche..... 23

Bild 13: Konservierende Bodenbearbeitung..... 26

Bild 14: Direktsaat..... 26

Bild 15: Definition der Bodenbearbeitungs- und Bestellverfahren 26

Bild 16: Schema zur Ableitung des Wasserrückhaltepotenzials 27

Bild 17: Verteilung der dominanten Abflussprozesse im Einzugsgebiet (aggregiert) 28

Bild 18: Verteilung des Wasserrückhaltepotenzials im sächsischen Einzugsgebiet der Mulde für den statistischen Regen der Dauerstufe von 72 h und $T = 100$ a..... 29

Bild 19: Anteile von Infiltration und Senkenpotenzial am Gesamtniederschlag für das gesamte Untersuchungsgebiet..... 30

Bild 20: Schematische Darstellung der Änderungen des Wasserinfiltrationsverlaufs bei Umstellung von konventioneller auf dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung und Direktsaat 31

Bild 21: Bodenerosion infolge von Oberflächenabfluss auf gepflügter, dadurch verschlammter Ackerfläche mit geringer Infiltration im Vergleich zu konservierend bearbeiteter, mulchbedeckter und strukturstabiler Ackerfläche mit hoher Infiltration; Gewitterniederschlag mit 55 mm Regen/45 min, Sächsisches Lößhügelland, Bodenart Ut3 33

Bild 22: Summe des Speichervolumens auf 1.785 km² mit hohem natürlichem Wasserspeicherpotenzial ausgestatteten Ackerflächen im Mulde-Einzugsgebiet 35

Bild 23: Änderung des Speichervolumens auf 1.785 km² mit hohem natürlichem Wasserspeicherpotenzial ausgestatteten Ackerflächen im Mulde-Einzugsgebiet im Verhältnis zum Ist-Zustand für verschiedene Landnutzungsszenarien und zwei ausgewählte Hochwasserereignisse 36

Bild 24: Detailausschnitt aus der Fachplanerkarte für die konservierende Bodenbearbeitung 37

Bild 25: Prinzipskizze zur Reduzierung des Abflusses auf gefährdeten Standorten durch Tiefenlockerung 38

Bild 26: Erosionsrinne in Tiefenlinie 41

Bild 27: Begrünte Hangrinne..... 41

Bild 28: Schlagunterteilung an einem abfluss- bzw. erosionsgefährdeten Hang 41

Bild 29: Mit dem Modell „DRAINMOD“ simulierte Abflussspitzen für Versuchsstandorte in England mit und ohne Dränung a) für einen wenig durchlässigen Tonboden und b) für einen durchlässigeren Lehmboden 44

Bild 30: Vergleich der Simulation unterschiedlicher Landnutzungsszenarien für das ländlich geprägte untere Einzugsgebiet der Windach (68 km², Ist-Zustand: 48 % Grünland, 28 % Wald, 19 % Acker, 5 % Siedlungen) mit WaSiM-ETH 8.4.2 beim HQ_{10} 46

Bild 31: Bandbreite der Speicherwirkung von Standorttypen bei Starkniederschlägen..... 47

| | | |
|-----------|--|----|
| Bild 32: | Interzeptionsspeicher von Waldbeständen und in Abhängigkeit verschiedener Blattflächenindizes | 48 |
| Bild 33: | Windwurf in einer Fichtenmonokultur | 51 |
| Bild 34: | Bestimmungsschlüssel zur Herleitung der Abflussprozesse für Waldwege..... | 54 |
| Bild 35: | Verfüllen ausgewaschener Wege zur seitlichen Ableitung auftretender Niederschläge..... | 55 |
| Bild 36: | Gewässerstruktur in der Bundesrepublik Deutschland | 56 |
| Bild 37: | Verfahren zur Berechnung der Auswirkungen von Renaturierungsmaßnahmen | 57 |
| Bild 38: | Anforderungen an numerische Modelle zur Berechnung von Strömung, Rauheit, Volumen und Wellenverformung in Abhängigkeit von den Gewässereigenschaften..... | 59 |
| Bild 39: | Scheitelabminderungen durch Maßnahmen im Gewässer nach LfU BY..... | 60 |
| Bild 40: | Scheitelabminderung (% des Scheitelabflusses) abhängig von der Größe des Scheitelabflusses im Gewässer und dem Sohlengefälle für die Maßnahme einer Gewässeraufweitung | 61 |
| Bild 41: | Häufigkeiten bestimmter Gewässereigenschaften am Beispiel der Gewässer im Einzugsgebiet der Lahn . | 61 |
| Bild 42: | In Fallbeispielen berechnete Scheitelreduzierungen (% des Scheitelabflusses) für verschiedene Gewässer und Einzugsgebietsgrößen | 62 |
| Bild 43: | Kosten-Wirksamkeitsbandbreiten (Δ SGK = Verbesserung der Strukturgütekategorie) verschiedener Renaturierungsansätze nach HILLENBRAND & LIEBERT (2001), geändert..... | 63 |
| Bild 44: | Zustandsbewertung der rezenten Auen und der Altauen..... | 66 |
| Bild 45: | Auswirkungen von Maßnahmen im Gewässerumfeld..... | 68 |
| Bild 46: | Zuwachs des Retentionsvolumens in Abhängigkeit verschiedener Varianten der Deichrückverlegung | 69 |
| Bild 47: | Volumenzuwachs der verschiedenen Varianten in Abhängigkeit des Abflusses, bezogen auf den Ist-Zustand (Beispiel Lahn) | 69 |
| Bild 48: | Schema zum „Bad Orber Modell“, Einsatz von Mulden zum Rückhalt des Wegwassers | 72 |
| Bild 49: | Eine kleinste Stauanlage kurz nach der Baufertigstellung | 75 |
| Bild 50: | Kleinstspeicher, bei denen die einzelnen Kammern durch Trockenmauern unterteilt sind | 75 |
| Bild 51: | „Biberdamm“ während der Bauphase..... | 76 |
| Bild 52: | „Biberdamm“ direkt nach der Fertigstellung | 76 |
| Bild 53: | Auslassbauwerk eines Kleinspeichers als Blocksteindrossel, der Damm hat eine Höhe von 1,8 m über Auenniveau | 76 |
| Bild 54: | Drosselbauwerk durch Einengung des Gewässerquerschnitts mithilfe von Spundwänden; Blick von Oberwasser auf den Durchlass eines Querwalls | 76 |
| Bild A.1: | Zusammenfassung der nachfolgenden Untersuchungsergebnisse in Boxplots für die maßnahmenspezifische Hochwasserscheitelabminderung beim HQ_{100} | 79 |
| Bild A.2: | Lage der in verschiedenen Projekten untersuchten Einzugsgebiete mit dezentralen Maßnahmen zur Hochwasserminderung..... | 88 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|--------------|--|----|
| Tabelle 1: | Softwareinsatz bei der Planung von hochwassermindernden Maßnahmen..... | 17 |
| Tabelle 2: | Auswirkung der Bodenbearbeitung auf Bodenparameter | 33 |
| Tabelle 3: | Niederschlagshöhen im Einzugsgebiet der Mulde bei hochwasserverursachenden Niederschlagsereignissen 1995 und 2002..... | 34 |
| Tabelle 4: | Kosten der Dränung landwirtschaftlicher Flächen | 45 |
| Tabelle 5: | Mittel, Minimum, Maximum und Spannweite der jährlichen Evapotranspiration (in % vom Jahresniederschlag) von Beständen verschiedener Baumarten..... | 48 |
| Tabelle 6: | Richtwerte für die Preise verschiedener Baumarten in Abhängigkeit von der Stückzahl..... | 50 |
| Tabelle 7: | Festbetragsfinanzierung im Rahmen der intensiven Förderung für Erstaufforstungsflächen..... | 50 |
| Tabelle 8: | Empfehlung des Merkblattes DWA-M 522 zur Unterteilung der sehr kleinen Stauanlagen..... | 71 |
| Tabelle 9: | Übersicht zu lokalen Retentionsmaßnahmen..... | 71 |
| Tabelle A.1: | Zur Wirksamkeit dezentraler Maßnahmen | 80 |