



WIRTSCHAFTLICHKEIT TECHNISCHER HOCH- WASSERRÜCKHALTUNGEN

Vereinfachte Abschätzung
im Rahmen des örtlichen
Hochwasser- und Starkregen-
vorsorgekonzepts



Impressum

Herausgeber: Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz (LfU)
Kaiser-Friedrich-Straße 7
55116 Mainz

Bearbeitung: Abteilung 7

LfU Kurz-Bericht
Mainz, Februar 2021

© 2021, LfU

INHALT

Ziel und Zweck	4
Grundvoraussetzungen und Projekteigenschaften	5
Betroffenheit von Objekten	6
Schadenspotenzial und Schadensminderung	8
Kosten-Nutzen-Vergleich	12
Erläuterung der Wirtschaftlichkeitsabschätzung	15
Quellen	16

ZIEL UND ZWECK

Die Förderung von Hochwasserrückhaltemaßnahmen erfolgt in Rheinland-Pfalz unter der Prämisse, dass sich ihre Wirksamkeit wie auch ihre Wirtschaftlichkeit aus einem örtlichen Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzept ergeben muss (siehe Rundbrief zur Förderung von Hochwasserschutzmaßnahmen zur Starkregenvorsorge, MUEEF 24.04.2018, und Förderrichtlinien der Wasserwirtschaftsverwaltung Kap. 2.7). Da eine detaillierte Wirtschaftlichkeitsanalyse den Rahmen der Erstellung von Hochwasser- und Starkregenvorsorgekonzepten sprengen würde, bedarf es eines einfachen Verfahrens, um die voraussichtliche Wirtschaftlichkeit einer Rückhaltemaßnahme vor dem Einstieg in die vertiefte Planungsphase vereinfacht abzuschätzen. Das Ergebnis dieser Abschätzung soll zeigen, ob die weitere Detailplanung der betreffenden Maßnahme aus Sicht der voraussichtlichen Förderfähigkeit sinnvoll ist oder nicht. Eine Rückhaltemaßnahme ist wirtschaftlich, wenn die Minderung der Schäden durch Überflutungen, die direkt auf die Wirkung der Maßnahme zurückzuführen ist, deren Bau- und Unterhaltungskosten übersteigt. Bei dieser Abschätzung muss daher die zu erwartende Schadensminderung überschlagen und mit den erwarteten Kosten der Maßnahme verglichen werden. Weitere positive Synergien (z.B. Gewässerentwicklung, Verbesserung des lokalen Wasserhaushalts) können ggf. berücksichtigt werden.

Im Folgenden wird eine mögliche vereinfachte Abschätzung der Wirtschaftlichkeit skizziert. Um den Aufwand in einem angemessenen Rahmen zu halten, basiert diese weitgehend auf der Verwendung vorhandener und verfügbarer Informationen, beispielsweise bezüglich der Überflutungsgefährdung, und auf pauschalen, objektbezogenen Annahmen für Schadenspotenziale. Dies bringt notwendigerweise Unsicherheiten mit sich, die jedoch für die vorliegende Zielsetzung einer vereinfachten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit toleriert werden können.

Liegen z.B. auf Grund von anderen Projekten oder bisherigen Planungen weitere, detailliertere Daten vor, kann in Absprache mit der Wasserwirtschaftsverwaltung ein angepasstes Vorgehen gewählt werden.

Kleinere Maßnahmen des Wasserrückhalts in der Fläche vermeiden Schäden als Einzelmaßnahme oft nur in geringerem Umfang. Sie leisten jedoch einen wichtigen Beitrag zum Wasserrückhalt in der Fläche und/oder zur Versickerung vor Ort und damit zur Stärkung

des lokalen Wasserhaushalts, insbesondere wenn mehrere derartige Maßnahmen kombiniert werden. Für solche Maßnahmen existiert daher ein eigenständiger Fördersatz ohne die Notwendigkeit eines Wirtschaftlichkeitsnachweises. Die weiteren Ausführungen in dieser Handreichung beziehen sich daher ausschließlich auf technische Hochwasserrückhaltungen, für deren Förderung ein Wirtschaftlichkeitsnachweis erforderlich ist.

GRUNDVORAUSSETZUNGEN UND PROJEKTEIGENSCHAFTEN

Für die Förderfähigkeit einer Rückhaltemaßnahme müssen, abgesehen von deren Wirtschaftlichkeit, Grundvoraussetzungen erfüllt sein, die in den Förderrichtlinien der Wasserwirtschaftsverwaltung (FöRiWWV) und in einem ergänzenden Rundbrief (MUEEF 2018) festgehalten sind. Hinzu kommen grundlegende Eigenschaften eines solchen Projekts, die eine Wirtschaftlichkeit der Maßnahme wahrscheinlicher machen. Alle diese Faktoren und Maßgaben, die im Folgenden dargestellt werden, sollten geprüft werden, bevor eine vereinfachte Abschätzung der Wirtschaftlichkeit vorgenommen wird.

Mit wasserwirtschaftlichen Finanzmitteln werden Maßnahmen gefördert, die zur **Vermeidung oder Verminderung von Sachschäden in außerordentlichem Maße bei einer größeren Zahl von Betroffenen** beitragen. Hohe Schäden entstehen in der Regel erst ab Starkregenereignissen mit ungefähr 50 mm Niederschlag in einer Stunde oder mehr. Damit eine Rückhaltemaßnahme förderfähig werden kann, soll diese daher mindestens für den Rückhalt von 50 mm Niederschlag in einer Stunde bemessen sein. Dies entspricht nach KOSTRA-DWD 2010 in etwa einem 50- bis 100-jährlichen Starkniederschlagsereignis in Rheinland-Pfalz. Ausnahmen sind nur in begründeten Einzelfällen möglich, z.B. wenn die Wirtschaftlichkeit auch bei kleineren Ereignissen nachgewiesen werden kann.

Übersteigt ein Niederschlagsereignis die Bemessungsgrenze des Bauwerks, so entsteht ein **Hochwasserentlastungsabfluss**. Für diesen Fall muss ein **Notfallplan**, bei Bedarf inklusive Notabflussweg, aufgestellt werden. Dies muss bei der Planung und Umsetzung eibezogen und bei den voraussichtlichen Kosten der Maßnahme berücksichtigt werden.

Eine Rückhaltemaßnahme sollte ihre **Wirkung für einen möglichst großen Teil des Einzugsgebietes der zu schützenden Ortslage** entfalten. Dies erhöht die Chance, dass Schäden in einem Maße verhindert oder vermindert werden, das einem wirtschaftlichen

Betrag entspricht. Außerdem sollte eine Rückhaltemaßnahme in der Regel **möglichst nahe an dem von ihr zu schützenden Bereich** gelegen sein. Außengebietszuflüsse und zufließende Seitengewässer unterhalb der Rückhaltemaßnahme führen dazu, dass ihre abfluss-mindernde Wirkung stromabwärts mit wachsendem Abstand zur Maßnahme anteilig immer geringer wird. Fällt ein Niederschlagsereignis auch im Gebiet unterhalb der Maßnahme und im Einzugsgebiet dortiger Zuflüsse, wird die Wirksamkeit der Maßnahme hinsichtlich ihres Anteils an der Reduktion des Abflussvolumens oft erheblich gemindert. Die Wirkung der Maßnahme hängt im Einzelnen allerdings stark von den örtlichen Gegebenheiten ab.

BETROFFENHEIT VON OBJEKTEN

Die Höhe des Schadenspotenzials hängt im Wesentlichen von den potenziell von Überflutung betroffenen Objekten und dem Grad der Betroffenheit ab. Für einen ersten Überblick ist also eine Verschneidung der potenziellen Überflutungsflächen mit relevanten Objekten erforderlich. Eine plausible Einschätzung der Betroffenheit erfordert neben einer derartigen Analyse zusätzlich eine Betrachtung der realen Verhältnisse vor Ort.

Eine detaillierte Ermittlung der potenziellen Überflutungsflächen aus den o.g. schadensrelevanten Niederschlagsereignissen würde aufwändige Wasserspiegellagenberechnungen erfordern. An den Risikogewässern nach Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie stehen die **Überflutungsflächen der Hochwassergefahrenkarte** und Daten der Schadenspotenzialberechnung als Quelle für die Betroffenheit von Objekten durch Hochwasser zur Verfügung. Dies betrifft allerdings nur wenige Gewässer, die zudem meist relativ groß sind und daher durch Starkregenereignisse kaum beeinflusst werden. Daher bedient sich die hier beschriebene vereinfachte Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Rückhaltemaßnahmen weiterer vorhandener, für ganz Rheinland-Pfalz einheitlich vorliegender Informationsquellen.

An kleineren Gewässern ohne Hochwassergefahrenkarten kann auf potenzielle Überflutungsflächen, sog. „**HoWaRüPo-Flächen**“, zurückgegriffen werden, die aus mehreren Projekten zu den Gewässerauen in Rheinland-Pfalz resultierten. In diesen Projekten wurde unter anderem das Hochwasserrückhaltepotenzial der Auen (kurz HoWaRüPo) untersucht. Die HoWaRüPo-Flächen, die auch in den Starkregengefährdungskarten nachrichtlich dargestellt sind, basieren auf einer Verschneidung bestimmter Überflutungshöhen mit einem

Geländemodell (Auflösung von 20x20 m), sowie auf weiteren Informationen wie beispielsweise Daten zu Auenböden und Kartierungen von Überflutungen im Gelände. Allerdings ist die Jährlichkeit des mit der Überflutungsfläche korrespondierenden Hochwasserereignisses nicht definiert. Vergleiche der HoWaRüPo-Flächen mit den Überflutungsflächen bei 100-jährlichem Hochwasser aus der Hochwassergefahrenkarte zeigen, dass sie meist eine größere Ausdehnung als die Überflutungsflächen eines 100-jährlichen Hochwassers haben. Dies bedeutet, dass die HoWaRüPo-Flächen in der Regel Ausuferungen durch seltenere als 100-jährliche und daher höhere Hochwasserereignisse repräsentieren. Sie entsprechen damit der Anforderung, dass eine Rückhaltemaßnahme bei Starkregenereignissen wirksam sein muss, welche Sachschäden in außerordentlichem Maße bei einer größeren Zahl von Betroffenen hervorrufen würden. HoWaRüPo-Flächen werden daher als geeignet angesehen, erste Hinweise hinsichtlich der Betroffenheit von Objekten zu geben, überschätzen allerdings in der Regel die Betroffenheit gegenüber einem 100jährigen Ereignis.

HoWaRüPo-Flächen liegen ebenfalls nicht in allen zu untersuchenden Einzelfällen vor. In diesen Fällen muss auf eine andere plausible Abgrenzung der potenziellen Überflutungsfläche zurückgegriffen werden. Hilfsweise können z.B. die **Wirkungsbereiche der Starkregengefährdungskarte** (potenzielle Überflutung entlang von Tiefenlinien) herangezogen werden. Sie wurden methodisch grundsätzlich in ähnlicher Weise erzeugt wie die HoWaRüPo-Flächen, und es lässt sich ebenfalls keine Aussage darüber treffen, wie sie hinsichtlich der Jährlichkeit des korrespondierenden Hochwasserereignisses einzuordnen sind.

Die grundsätzliche potenzielle Betroffenheit von Objekten (v.a. Wohn- und Gewerbegebäude) durch Überflutung kann durch Verschneidung der potenziellen Überflutungsflächen mit den Lage- bzw. Grundrissdaten dieser Objekte oder einfach durch Überlagerung der potenziellen Überflutungsflächen mit einem Orthofoto festgestellt werden. Dies gibt einen ersten Überblick über möglicherweise betroffene Objekte.

Insbesondere bei den HoWaRüPo-Flächen ergeben sich am Rand der potenziellen Überflutungsflächen große Unsicherheiten hinsichtlich der Betroffenheit durch die relativ grobe räumliche Auflösung der zugrundeliegenden Daten und der unsicheren Einordnung bezüglich ihrer Jährlichkeit. Aber auch andere Quellen für potenzielle Überflutungsflächen weisen erhebliche Unsicherheiten auf. Daher ist unbedingt eine Ortsbegehung erforderlich, um mittels der tatsächlichen Verhältnisse vor Ort zu einer realistischen Einschätzung der Betroffenheit zu gelangen, die der Bemessung der betrachteten Rückhaltemaßnahme entspricht.

In die Betrachtung dürfen dabei nur potenziell betroffene Objekte eingehen, bei denen ein Eindringen von Hochwasser ins Erdgeschoss oder höher gelegene Stockwerke zu befürchten ist. Überflutungsschäden – zumeist am Rand der potenziellen Überflutungsfläche gelegen – die lediglich durch Überflutung der Kellerräume entstehen, können in aller Regel durch Maßnahmen der Eigenvorsorge vermieden werden, wie sie von allen potenziell von Hochwasser Betroffenen selbst ergriffen werden müssen (§ 5 Abs. 2 WHG). Solche Fälle der potenziellen Betroffenheit spielen daher für die vereinfachte Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der jeweils betrachteten Rückhaltemaßnahme keine Rolle. Bei der Ortsbegehung kann außerdem festgestellt werden, welche potenziell betroffenen Objekte tatsächlich noch vorhanden sind, bzw. ob neue Objekte vorhanden sind, die in den verwendeten Datenquellen noch nicht verzeichnet waren.

SCHADENSPOTENZIAL UND SCHADENSMINDERUNG

Bei der vereinfachten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einer Rückhaltemaßnahme sollten zur Ermittlung des Schadenspotenzials **pauschale, objektbezogene Schadensbeträge** angenommen werden. Überflutungsschäden sind im Einzelfall von zahlreichen Faktoren, insbesondere der Überflutungshöhe, dem Wert des Objekts, ggf. bereits ergriffenen baulichen Vorsorgemaßnahmen und vielem mehr abhängig. Nach Prüfung unterschiedlicher Ansätze und Informationsgrundlagen durch das Landesamt für Umwelt Rheinland-Pfalz sollen die folgenden Schadenspauschalen in Rheinland-Pfalz zum Zweck der vereinfachten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Rückhaltemaßnahmen angesetzt werden:

- Wohngebäude: ca. 15.000 € pro Objekt
- Gewerbebetriebe: ca. 55.000 € pro Objekt

Von den angesetzten Schadenspauschalen pro Objekt kann in begründeten Fällen nach oben oder unten abgewichen werden, beispielsweise bei überdurchschnittlich großen oder unterdurchschnittlich kleinen Objekten, ungewöhnlich großer Werte-Akkumulation o.ä. Wenn die betrachtete Rückhaltemaßnahme hinreichend bemessen ist, kann angenommen werden, dass die Maßnahme die ermittelte Betroffenheit bis zur Bemessungsgrenze weitgehend verhindert. Somit ergeben die Summen der Objektpauschalen das geschätzte, maximale Schadenspotenzial und die durch die Maßnahme zu erwartende Schadensminderung (in gleicher Höhe) für ein solches Ereignis.

Es muss außerdem berücksichtigt werden, dass die Wirkung einer Rückhaltemaßnahme mit zunehmender Entfernung abnimmt, da sich unterhalb einmündende Seitengewässer und wild abfließendes Wasser der Wirkung der Maßnahme entziehen. Auch dieser Effekt ist stark von den örtlichen Gegebenheiten abhängig. Sind die Gewässer des betr. Gewässer-netzes etwa gleich groß, so wird die anteilige Wirkung der Rückhaltemaßnahme an einem Gewässerstrang bereits durch das erste unterhalb einmündende Seitengewässer um 50% reduziert, falls die Gewässer etwa in gleichem Maße von einem Starkregenereignis betroffen sind (dies ist naturgemäß ereignisabhängig). Ein weiteres unterhalb einmündendes Seitengewässer reduziert die anteilige Wirkung auf das Abflussvolumen unter diesen Annahmen auf ein Drittel, ein weiteres Gewässer auf ein Viertel usw.

Betrachtet werden muss auch wild abfließendes Wasser aus Hangflächen unterhalb der Rückhaltemaßnahme, das sich in der Regel in Rinnen und Mulden konzentriert, so dem Gewässer zufließt und die anteilige Wirkung der Rückhaltemaßnahme weiter reduziert. Auskunft über Abflusskonzentrationen im Gelände gibt die Starkregengefährdungskarte aus dem Hochwasserinformationspaket für das betrachtete Gebiet. Bei Vorhandensein solcher Zuflüsse unterhalb der Rückhaltemaßnahme ist ein weiterer, angemessener Abschlag bei der Wirkung der Rückhaltemaßnahme auf das Abflussgeschehen zu berücksichtigen. In der Regel kann also nicht angenommen werden, dass eine Rückhaltemaßnahme Überflutungen in der vollen Ausdehnung ihres Bemessungsereignisses verhindert und damit auch nicht alle damit verbundenen Schäden.

Die tatsächliche gesamte Schadensminderung durch die betrachtete Maßnahme schließt jedoch auch Schäden durch kleinere Hochwasserereignisse ein, die durch die Maßnahme ebenfalls vermindert werden. Um dies zu berücksichtigen, werden Schadensentwicklungskurven verwendet, die auf der Eintrittswahrscheinlichkeit und dem erwarteten Schaden mehrerer Ereignisse mit unterschiedlicher Jährlichkeit beruhen. Diese Ereignisse bilden die Stützstellen der Schadensentwicklungskurve. Eine entsprechende Vorgehensweise wird beispielsweise in der „Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Baden-Württemberg“ eingehend beschrieben.

Die dafür notwendigen Daten oder Projektionen (z.B. Schadenspotenziale aus dem Hochwasserrisikomanagementplan) liegen, gerade an kleineren Gewässern, häufig nicht vor, es sei denn, es kann auf frühere, tatsächliche Hochwasserereignisse zurückgegriffen werden, deren Jährlichkeit und Schaden bekannt sind. In Ermangelung solcher Daten kann die Methode im Sinne einer vereinfachten Vorgehensweise aber auch lediglich mit der aus Objekt-pauschalen ermittelten Schadensminderung durchgeführt werden. Hierzu ist zusätzlich

zu bestimmen, ab welcher Jährlichkeit eines Hochwasserereignisses grundsätzlich mit ersten Schäden zu rechnen ist. In der Regel richten kleine, relativ häufig auftretende Hochwasser keine Schäden an – insbesondere auch aufgrund von bereits ergriffenen Maßnahmen der Eigenvorsorge bei den Betroffenen (§ 5 Abs. 2 WHG). Außerdem sollte (bei Fehlen geeigneter anderweitiger Daten) ein fiktiver Stützpunkt im Bereich von ca. 25% der Jährlichkeit des Bemessungsereignisses der Maßnahme mit 25% der erwarteten Schadensminderung dieses Ereignisses einbezogen werden. Ein Weglassen des zusätzlichen Zwischenstützpunktes würde aufgrund der Form der zugrundeliegenden Schadensentwicklungskurve zu einer starken Überschätzung des Erwartungswertes der Schadensminderung führen. Abbildung 1 illustriert diese Vorgehensweise.

- Der jährliche Erwartungswert der Schadensminderung (EWS) kann nun als Integral (Fläche unter der Schadensentwicklungskurve) wie in Abbildung 1 dargestellt berechnet werden. Dabei sind:
 - EWS: jährlicher Erwartungswert der Schadensminderung
 - S: Schadensminderung durch die Maßnahme beim jeweiligen Ereignis; in der Formel bedeuten „S_{unten}“ und „S_{oben}“ jeweils die Schadensbeträge zweier benachbarter Schadensereignisse (z.B. S1 und S2). Siehe auch Rechenbeispiel.
 - P: Eintrittswahrscheinlichkeit eines Ereignisses; in der Formel bedeutet ΔP die Differenz der Eintrittswahrscheinlichkeiten zweier benachbarter Ereignisse. Siehe auch Rechenbeispiel.
 - a: Jährlichkeit eines Ereignisses

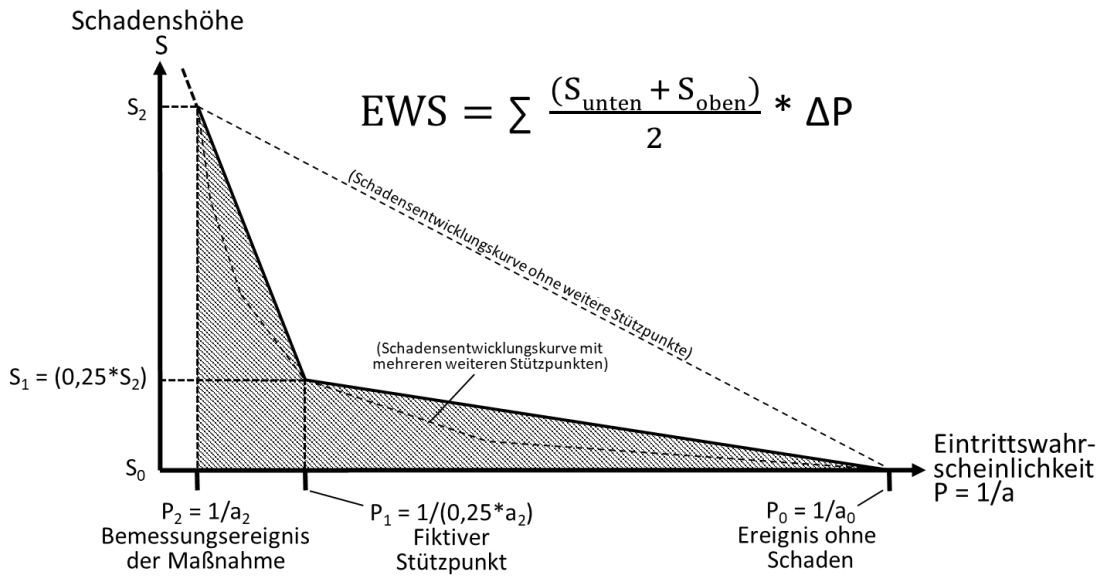


Abb. 1: Vereinfachte Schadensentwicklungskurve (Schadenshöhe je Eintrittswahrscheinlichkeit) und Berechnung des Schadenserwartungswertes. (Eigene Darstellung.)

Rechenbeispiel: Für ein 100-jährliches Hochwasserereignis (Eintrittswahrscheinlichkeit = 0,01) wurde im Wirkungsbereich einer geplanten Hochwasserrückhaltemaßnahme aufgrund der betroffenen Objekte ein Schaden von 710.000 € prognostiziert, der durch die betrachtete Maßnahme verhindert wird. Es wird außerdem angenommen, dass Schäden durch Hochwasser ab einem 5-jährlichen Ereignis (Eintrittswahrscheinlichkeit = 0,2) eintreten. Der jährliche Erwartungswert der Schadensminderung ergibt sich in diesem Fall wie folgt:

Jährlichkeit a	Eintrittswahrsch. P	ΔP	Schaden [€]	$(S_{unten} + S_{oben})/2$ [€]	$((S_{unten} + S_{oben})/2) * \Delta P$ [€/a]
5	0,2		0		
		0,16		88.750	14.200
25	0,04		177.500		
		0,03		443.750	13.313
100	0,01		710.000		
Jährlicher Erwartungswert der Schadensminderung EWS :					27.513

Es ist zu betonen, dass dies eine stark vereinfachte Vorgehensweise ist. Bei Vorliegen geeigneter Datengrundlagen sollte auf jeden Fall eine realistischere Schadensentwicklungskurve mit mehreren Stützstellen verwendet werden. In einigen Fällen kann es möglich sein, tatsächlich eingetretene Schäden aus einem oder mehreren Hochwasserereignissen der Vergangenheit zu nutzen, um daraus Werte für die Schadensminderung durch die geplante Rückhaltemaßnahmen zu gewinnen. In solchen Fällen ist dies auch der Abschätzung der Schadensminderung über die oben genannten Objektpauschalen grundsätzlich vorzuziehen. Werte und die daraus getroffenen Annahmen sind dabei ausführlich zu dokumentieren und zu erläutern. Auch in diesem Fall müssen natürlich die örtlichen Gegebenheiten im voraussichtlichen Wirkungsbereich der geplanten Maßnahme betrachtet und Faktoren, wie die Minderung der Wirkung mit steigender Entfernung zur Maßnahme, abgeschätzt und einbezogen werden.

KOSTEN-NUTZEN-VERGLEICH

Aufgrund der dargestellten Unsicherheiten bei der Ermittlung der zu erwartenden Schadensminderung bei einer vereinfachten Betrachtung, wie auch potenziellen Unsicherheiten der geschätzten Projektkosten, ist eine belastbare Aussage zur voraussichtlichen Wirtschaftlichkeit einer betrachteten Maßnahme nur zu erwarten, wenn der Nutzen die Kosten der Maßnahme deutlich übersteigt. Aufgrund der zu berücksichtigenden Nutzungsdauer einer Rückhaltemaßnahme ist eine Kostenvergleichsrechnung (KVR) durchzuführen. Die Grundlagen hierfür werden in den DWA-Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien) erläutert und hier kurz skizziert. Dabei werden - vor dem Hintergrund dieser Vorgehensweise für eine vereinfachte Abschätzung der Wirtschaftlichkeit von Rückhaltemaßnahmen - vereinfachende Annahmen getroffen. Ferner werden die in den DWA-Leitlinien vorgeschlagenen 80 Jahren Nutzungsdauer einer Maßnahme und ein Zinssatz von 3% zugrunde gelegt, mit deren Hilfe zukünftig anfallende Kosten auf die Gegenwart diskontiert werden.

Der Kosten-Nutzen-Vergleich kann entweder auf dem Vergleich der jährlichen Kosten JK [€/a] und des jährlichen Nutzens (jährlicher Erwartungswert der Schadensminderung) EWS [€/a] einer Rückhaltemaßnahme beruhen, oder auf dem Vergleich des Projektkostenbarwerts PKBW [€] und dem Nutzenbarwert NBW [€] (dem auf den jetzigen Zeitpunkt bezogenen monetären Wert des Gesamtnutzens) einer Rückhaltemaßnahme.

Vergleich der jährlichen Schadensminderung (EWS) mit den Jahreskosten (JK)

Die Projektkosten für eine Rückhaltemaßnahme setzen sich in der Regel aus den Investitionskosten IK (Planungskosten, Baukosten etc.) und den laufenden Kosten LK (z.B. Unterhaltungskosten) zusammen. Der auf die Nutzungszeit der Maßnahme hochgerechnete jährliche Anteil der Investitionskosten ergibt sich durch Multiplikation der Investitionskosten mit dem Kapitalwiedergewinnungsfaktor KFAKR:

$$KFAKR(i, n) = \frac{i * (1 + i)^n}{(1 + i)^n - 1}$$

Hierbei ist i der Zinssatz für die Diskontierung und n die Nutzungsdauer in Jahren. Bei einem Zinssatz von 3% und einer Nutzungszeit der Maßnahme von 80 Jahren beträgt dieser Faktor 0,03311. Für die laufenden jährlichen Kosten LK wird in der Regel ein Pauschalwert verwendet, der auf Basis der erwarteten Unterhaltungsmaßnahmen abgeschätzt wird. Dieser muss zum jährlichen Anteil der Investitionskosten addiert werden, um die gesamten jährlichen Kosten der Maßnahme zu erhalten.

Der aus den Projektkosten berechnete Jahreswert der Kosten JK kann nun mit dem jährlichen Erwartungswert der Schadensminderung EWS [€/a] (entspricht dem Nutzen der Maßnahme, wie oben ermittelt) verglichen werden. Ist der Jahreswert der Kosten deutlich niedriger, so ergibt die vereinfachte Abschätzung der Wirtschaftlichkeit der betrachteten Maßnahme, dass sie unter den getroffenen Annahmen voraussichtlich wirtschaftlich ist.

Rechenbeispiel: Die bereits im ersten Beispiel betrachtete Rückhaltemaßnahme hat einen jährlichen Erwartungswert der Schadensminderung EWS von 27.513 €. Ihre Investitionskosten IK werden nun auf 400.000 € geschätzt. Die jährlichen laufenden Kosten LK werden auf 4.000 €/a geschätzt. Der auf die Nutzungszeit der Maßnahme ($n = 80$ Jahre) hochgerechnete jährliche Anteil der Investitionskosten beträgt in diesem Fall

$$\begin{aligned} JK &= IK * KFAKR(3,80) + LK \\ &= 400.000 \text{ €} * 0,03311 + 4.000 \text{ €/a} \\ &= 13.244 \text{ €/a} + 4.000 \text{ €/a} \\ &= 17.244 \text{ €/a} \end{aligned}$$

In diesem Rechenbeispiel ergibt die vereinfachte Abschätzung somit, dass die betrachtete Maßnahme voraussichtlich wirtschaftlich ist

(Jahreskosten JK: 17.244 €/a < jährliche Schadensminderung EWS: 27.513 €/a).

Vergleich des Nutzenbarwerts (NBW) mit dem Projektkostenbarwert (PKBW)

Aus den wie oben beschrieben ermittelten Jahreskosten der Maßnahme JK bzw. dem jährlichen Erwartungswert der Schadensminderung EWS können die zugehörigen Barwerte berechnet werden, also die auf den jetzigen Zeitpunkt bezogenen monetären Werte der Gesamtkosten (PKWB) und des Gesamtnutzens (NBW) einer Rückhaltemaßnahme.

Da die Investition zum jetzigen Zeitpunkt stattfindet, muss sie nicht umgerechnet werden. Der Barwert der laufenden Kosten LK ergibt sich durch Multiplikation der jährlichen laufenden Kosten LK mit dem Diskontierungsfaktor für gleichförmige Kostenreihen DFAKR:

$$DFAKR(i, n) = \frac{(1 + i)^n - 1}{i * (1 + i)^n}$$

Hierbei ist i wieder der Zinssatz und n die Nutzungsdauer in Jahren. Bei Annahme einer Nutzungsdauer der Maßnahme von 80 Jahren und einem Zinssatz von 3% für die Diskontierung ergibt sich der Faktor 30,2008. Die Summe aus Investitionskosten und Barwert der laufenden Kosten ist der Barwert der Projektkosten.

Rechenbeispiel: Die oben betrachtete Rückhaltemaßnahme verursacht Investitionskosten IK in Höhe von 400.000 €. Die jährlichen laufenden Kosten LK werden mit 4.000 €/a angenommen. Der Projektkostenbarwert zum jetzigen Zeitpunkt beträgt daher

$$\begin{aligned} PKBW &= IK + DFAKR(3,80) * LK \\ &= 400.000 \text{ €} + 4.000 \text{ €/a} * 30,2008 \\ &= 400.000 \text{ €} + 120.800 \text{ €} \\ &= 520.800 \text{ €} \end{aligned}$$

Der Projektkostenbarwert der Maßnahme beträgt somit 520.800 €.

Analog ergibt sich der Nutzenbarwert (NBW) der Maßnahme (bei gleichen Annahmen bez. Nutzungszeit und Zinssatz) durch Multiplikation des jährlichen Erwartungswertes der Schadensminderung EWS mit dem Faktor 30,2008. Liegt der Nutzenbarwert deutlich über dem Projektkostenbarwert, so kann angenommen werden, dass die betrachtete Maßnahme unter den getroffenen Annahmen voraussichtlich wirtschaftlich ist.

Rechenbeispiel: Die oben betrachtete Rückhaltemaßnahme hat einen jährlichen Erwartungswert der Schadensminderung EWS von 27.513 €/a. Daraus ergibt sich ein Nutzenbarwert NBW der Maßnahme von

$$\begin{aligned} \text{NBW} &= \text{DFAKR}(3,80) * \text{EWS} \\ &= 30,2008 * 27.513 \text{ €/a} \\ &= 831.000 \text{ €}. \end{aligned}$$

Wie bereits beim Rechenbeispiel für die Jahreswerte festgestellt wurde, ergibt die vereinfachte Abschätzung, dass die betrachtete Maßnahme voraussichtlich wirtschaftlich ist (Projektkostenbarwert PKBW: 520.800 € < Nutzenbarwert NBW: 831.000 €).

ERLÄUTERUNG DER WIRTSCHAFTLICHKEITS-ABSCHÄTZUNG

Die Erläuterung zur vereinfachten Abschätzung der Wirtschaftlichkeit einer Rückhaltemaßnahme muss übersichtlich und vollständig sein. Insbesondere müssen alle zugrunde gelegten Daten und die getroffenen Annahmen transparent dargestellt werden. Dazu gehört auch die nachvollziehbare Begründung der Auswahl der betroffenen Objekte (Wohngebäude etc.) und der Wirkung der Maßnahme auf das Überflutungsgeschehen bei der Ermittlung der erwarteten Schadensminderung. Ebenso müssen alle durchgeführten Rechenschritte und die dabei verwendeten Parameter klar und verständlich dargelegt werden, einschließlich Erläuterung aller verwendeten Kürzel und Variablen. Eine sachgerechte Erläuterung der Wirtschaftlichkeitsabschätzung spart in erheblichem Maße Zeit bei der Prüfung und vermeidet Rückfragen.

QUELLEN

Arbeitshilfe zur Bewertung von Hochwasserschutzmaßnahmen in Baden-Württemberg (2019). Erstellt im Auftrag des Landes Baden-Württemberg, vertreten durch das Regierungspräsidium Stuttgart, von Dipl.-Ing. Peter Zeisler (Ruiz Rodriguez Zeisler Blank Ingenieurgesellschaft für Wasserbau und Wasserwirtschaft, Wiesbaden) und Dr. Walter Pflügner (Plan + EVAL, München).

DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (2012): Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien).

Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (2017): Förderrichtlinien der Wasserwirtschaftsverwaltung – FöRiWWV.

Ministerium für Umwelt, Energie, Ernährung und Forsten Rheinland-Pfalz (24.04.2018): Rundbrief zur Förderung von Hochwasserschutzmaßnahmen zur Starkregenvorsorge.