

# Nutzen-Kosten-Untersuchung zum Hochwasserrückhaltebecken am Schlaibach in Laupheim-Untersulmetingen

für die  
Rapp + Schmid Infrastrukturplanung GmbH

## Bericht

erstellt von



ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und  
Umwelttechnik mbH  
Turpinstraße 19, 52066 Aachen

Aachen, den 08.08.2017

## Impressum

Nutzen-Kosten-Untersuchung zum Hochwasserrückhaltebecken am Schlaibach in Laupheim-Untersulmetingen  
Bericht

Projektbearbeitung

Dipl.-Ing. Christoph Hoffmann

Aachen, den 08.08.2017

Jegliche anderweitige, auch auszugsweise, Verwertung des Berichtes, der Anlagen und ggf. mitgelieferter Projekt-CDs außerhalb der Grenzen des Urheberrechts ist ohne schriftliche Zustimmung des Auftragsgebers unzulässig. Dies gilt insbesondere auch für Vervielfältigungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik mbH,  
Turpinstraße 19, 52066 Aachen

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Untersuchungsgebiet</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Schadenspotenziale</b>	<b>3</b>
3.1	Schadenspotenziale für den Istzustand	3
3.1.1	Methodik	3
3.1.2	Hydrologisch-hydraulische Belastung	3
3.1.3	Überflutungsflächen	4
3.1.4	Landnutzung	4
3.1.5	Schadensdaten und -funktionen	4
3.1.6	Hochwasserschadensberechnung und -bewertung	5
3.1.7	Hochwasserbelastung	6
3.2	Hochwasserschäden im Istzustand	7
3.3	Abschätzung der Schadensminderung	7
3.4	Berechnung der jährlichen Kosten	7
3.5	Nutzen-Kosten-Verhältnis	8

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1:	Lage des Untersuchungsgebietes (orange) mit HW-gefährdeten Objekten (magenta) und geplantem HRB-Standort (grün)	2
Abbildung 3.1:	Schema zur Berechnung des Schadenserwartungswertes	6

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 3.1:	Übersicht der hochwassergefährdeten Objekte je Ereignis	7
Tabelle 3.2:	Übersicht der Hochwasserschäden und des Schadenserwartungswerts	7

# 1 Einleitung

Die Rapp + Schmid Infrastrukturplanung GmbH erarbeitet im Auftrag der Stadt Laupheim die Genehmigungsunterlagen zum Hochwasserrückhaltebecken am Schlaibach im Ortsteil Untersulmtingen. Zur Beurteilung der Wirtschaftlichkeit dieser Hochwasserschutzmaßnahme wurde die ProAqua Ingenieurgesellschaft für Wasser- und Umwelttechnik mbH mit der Erstellung einer Nutzen-Kosten-Untersuchung beauftragt.

Die Untersuchung orientiert sich an den „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen“ (KVR-Leitlinien der LAWA/DWA, Stand 2012). Die berechneten Wasserspiegellagen, auf deren Grundlage Überschwemmungsgebiete ermittelt und die Berechnung der Schadenspotenziale erfolgte, wurden durch die Rapp + Schmid Infrastrukturplanung GmbH für die Bearbeitung zur Verfügung gestellt.

Die Berechnungen der monetären Hochwasserschäden wurden mit HWSCalc durchgeführt, die Schadensfunktionen und Vermögenswerte, die der Berechnung zugrunde liegen, sind aus dem Projekt *HWSPAS-BWL - Abschätzung der Hochwasserschadenspotenziale in Baden-Württemberg landesweit* (Arbeitsgemeinschaft RRZB / PlanEVAL / Geomer / ProAqua im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2015) übernommen.

Ziel der Nutzen-Kosten-Untersuchung ist die Gegenüberstellung des erwarteten Nutzens (den durch die Hochwasserschutzmaßnahmen verhinderten Schaden) mit den erwarteten Kosten (im Wesentlichen die Investitionskosten) der Maßnahmen.



## 2 Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet erstreckt sich entlang des Schlaibachs, der in weiten Teilen des Siedlungsgebietes in einer Verdolung geführt wird. Die Länge des untersuchten Gewässerabschnittes beträgt 1,9 km.



Abbildung 2.1: Lage des Untersuchungsgebietes (orange) mit HW-gefährdeten Objekten (magenta) und geplantem HRB-Standort (grün)

## 3 Schadenspotenziale

Hauptbestandteil der Nutzen-Kosten-Untersuchung zum Bau des Hochwasserrückhaltebeckens am Schlaibach in Laupheim-Untersulmetingen ist die Gegenüberstellung des Nutzens der geplanten Maßnahme und der durch die Maßnahme verursachten Kosten für den Planungszustand. Der Nutzen der Hochwasserschutzmaßnahmen ergibt sich aus den verhinderten Hochwasserschäden des Planungszustandes gegenüber dem Istzustand. Da die Hochwasserschäden an eine Jährlichkeit (= Wahrscheinlichkeit) gekoppelt sind, wird dieser Nutzen in jährliche Schadenserwartungswerte umgerechnet und finanzmathematisch nach den Vorgaben der KVR-Leitlinien der LAWA (Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser) den Kosten der Hochwasserschutzmaßnahmen gegenübergestellt.

Die wesentlichen Bausteine zur Ermittlung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses sind die

- Ermittlung der Schadenspotenziale für den Istzustand
- Abschätzung der Schadensminderung
- Berechnung der jährlichen Kosten

### 3.1 Schadenspotenziale für den Istzustand

#### 3.1.1 Methodik

Die Hochwasserschadenspotenziale resultieren im Wesentlichen aus dem Zusammenwirken von zwei Systemen:

- Wasserwirtschaftliches System
- Sozio-ökonomisches System

Zur Beschreibung der o.g. Komponenten wurden hydronumerische Berechnungen des Schlaibachs durchgeführt, die resultierende Überschwemmungsgebiete ermittelt und die Landnutzung auf Grundlage von ALKIS-Daten ermittelt.

#### 3.1.2 Hydrologisch-hydraulische Belastung

Als maßgebender hydrologisch-hydraulischer Belastungsparameter wurde für die Untersuchung der maximale Wasserstand an den Gebäuden verwendet. Die untersuchten Gebäude wurden als flächenhafte Objekte abgebildet (Grundlage waren die Gebäudeumrisse aus ALKIS-Daten) und mit den abgeschätzten Überflutungstiefen verschnitten. Für jedes betroffene Objekt wurde somit für jedes untersuchte Szenario (Jährlichkeit) die maximale Überflutungstiefe berechnet.

### 3.1.3 Überflutungsflächen

Die Überflutungsflächen am Schlaibach wurden auf Grundlage hydropnumerischer Berechnungen ermittelt, die von der Rapp + Schmid Infrastrukturplanung GmbH durchgeführt wurden. Die Wasserspiegellagen für die Szenarien HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>50</sub>, HQ<sub>100</sub> und HQ<sub>100\_Klima</sub> wurden entsprechend zur Verfügung gestellt.

Die Ermittlung der Überflutungsausbreitung erfolgte durch den Verschnitt der berechneten Wasserspiegellagen mit dem hydraulisch relevanten, digitalen Geländemodell im geografischen Informationssystem. Die Fließtiefen ergeben sich durch Differenz zwischen Wasserspiegellage und Gelände.

Im Bereich *Murrstraße / Oberdorf* besteht eine Verdolung, die ab HQ<sub>100</sub> überlastet ist, so dass es zu oberflächigem Abfluss kommt. In diesem Bereich wurde die Überflutungsausbreitung mittels eines vereinfachten 2D-Ansatzes mit dem Programm FloodArea berechnet. Das Modell wurde verwendet, um den oberflächlichen Abfluss unterhalb der hydraulisch überlasteten Verdolung abzubilden und damit die 1D-Ergebnisse zu ergänzen. Für das 100-jährliche Ereignis wurde 0,5 m<sup>3</sup>/s und für das HQ<sub>100\_Klima</sub> 1,0 m<sup>3</sup>/s als Oberflächenabfluss angesetzt (stationäre Berechnung).

### 3.1.4 Landnutzung

Zur Charakterisierung des Untersuchungsgebietes und der Landnutzung im Hinblick auf die Schadensanfälligkeit bei Hochwasser wurden die aktuellen ALKIS-Daten verwendet. Die Attribute der ALKIS-Daten wurden für die Zuordnung der Objekte zu sog. Vermögenswerttypen (Wohnen, Produktion, Dienstleistung, Landwirtschaft) und Zeitwertklassen verwendet.

### 3.1.5 Schadensdaten und -funktionen

Zur Bestimmung des Hochwasserschadens an einem Objekt über eine Schadensfunktion muss diesem ein volkswirtschaftlicher Vermögenswert zugeordnet werden. Dies erfolgt über sog. Schadensfunktionen, die den Zusammenhang zwischen monetärem Hochwasserschaden und einem hochwasserbedingten Parameter (wie z.B. Einstauhöhe) für ausgewählte Schadensarten und Bebauungsarten beschreiben.

Jeder Nutzung (Gebäude) wurden drei Funktionen zugewiesen:

- Schaden an der Bausubstanz (Wohnen, Dienstleistung, Landwirtschaft)
- Schaden am Vorrat / Hausrat (Wohnen, Dienstleistung, Landwirtschaft)
- Schaden an der Ausrüstung (Dienstleistung, Landwirtschaft)
- Schaden am KFZ (Wohnen)

Die verwendeten Schadensfunktionen und Vermögenswerte sind der Untersuchung *HWSPAS-BWL - Abschätzung der Hochwasserschadenspotenziale in Baden-Württemberg landesweit* (Arbeitsgemeinschaft RRZB / PlanEVAL / Geomer / ProAqua im Auftrag der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg, 2015) entnommen.

### 3.1.6 Hochwasserschadensberechnung und -bewertung

Sind die volkswirtschaftlichen Parameter und deren räumliche Verteilung bekannt, können durch Überlagerung lastfallspezifischer Überflutungsbereiche (siehe Kapitel 3.1.3) mit den Nutzungsobjekten die Hochwasserschäden an diesen berechnet werden. Voraussetzung für die Schadensberechnung ist, dass Schadensfunktionen abgeleitet bzw. vorhanden sind.

Auf der Basis von

- Belastungssituation (Jährlichkeit + Überflutungstiefe + Gebäudefläche),
- Landnutzung (Typ + Lage + Höhe) und
- Schadensfunktionen (volkswirtschaftliche Parameter eingeschlossen)

wurden die monetären Hochwasserschäden berechnet.

Die monetären Schäden und jährliche Schadenserwartungswerte wurden auf der Basis von Nutzungen, Schadensfunktionen und Überflutungstiefen für verschiedene Jährlichkeiten mit Hilfe von HWSCalc, dem Programmsystem zur Abschätzung von Hochwasserschadenspotenzialen des Landes Nordrhein-Westfalen, berechnet.

Eine Bewertung der Hochwassergefährdung erfolgt auf der Grundlage der sogenannten jährlichen Erwartungswerte der Hochwasserschäden. Der jährliche Schadenserwartungswert wird durch Integration der Verteilungsfunktion des Schadens berechnet (siehe auch Abbildung 3.1). Der Schadenserwartungswert gibt die durchschnittliche jährliche Schadensbelastung wieder. Damit wird die Bedeutung des Verhältnisses zwischen Schadenshäufigkeit (durch die schadenverursachende Hochwasserjährlichkeit gegeben) und Höhe des monetären Schadens deutlich.

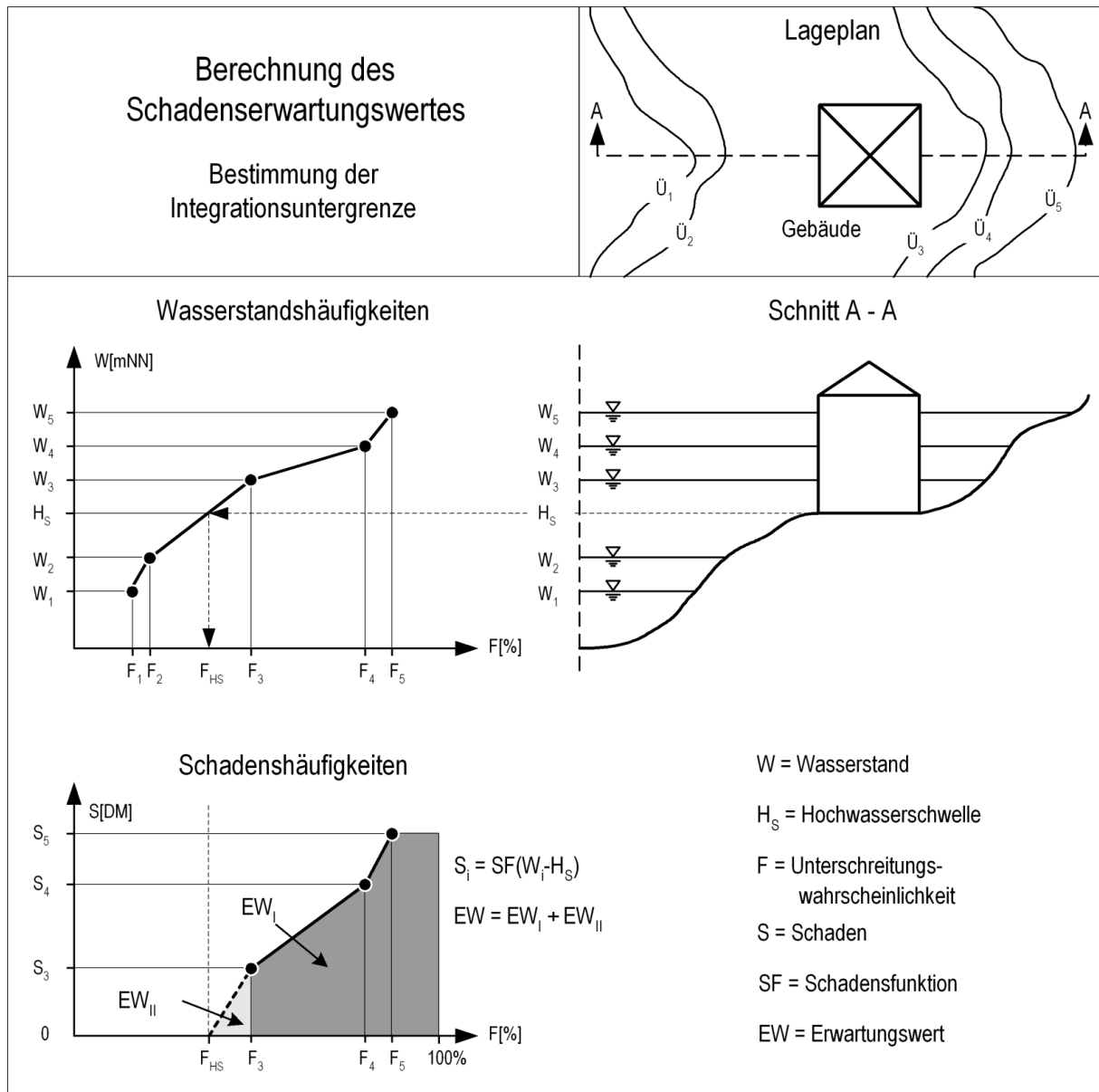


Abbildung 3.1: Schema zur Berechnung des Schadenserwartungswertes

### 3.1.7 Hochwasserbelastung

Bei den Hochwasserbelastungen handelt es sich um die ereignisspezifische Einstauhöhen an betroffenen Objekten. Ermittelt wurden diese auf Basis der Wassertiefenraster für die Szenarien HQ<sub>10</sub>, HQ<sub>50</sub>, HQ<sub>100</sub>, und HQ<sub>100\_Klima</sub>.

Es wurden durch Überlagerung der Gebäudeumrisse mit den jeweiligen Wassertiefenrastern die Hochwasserbelastungen an den entsprechenden Objekten berechnet (Raster-Vektor-Operation). Als sog. Schadensausmaß für die nachfolgende Berechnung der Hochwasserschäden wurde die maximale Wassertiefe am Objekt verwendet.



Tabelle 3.1 beschreibt die Anzahl der betroffenen Objekte im Untersuchungsraum.

Tabelle 3.1: Übersicht der hochwassergefährdeten Objekte je Ereignis

Anzahl hochwassergefährdeter Objekte				
HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>50</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>100_Klima</sub>	
5	11	33	41	

## 3.2 Hochwasserschäden im Istzustand

Ab dem HQ<sub>100</sub> sind signifikante Hochwasserschäden zu verzeichnen, die sich im Lastfall HQ<sub>100\_Klima</sub> etwa verdoppeln.

Für die Berechnung des mittleren jährlichen Schadens – dem sog. Schadenserwartungswert – müssen den Ereignissen statistische Wiederkehrintervalle zugeordnet sein. Für den Lastfall HQ<sub>100\_Klima</sub> wurde dieses mit T = 200 a angesetzt.

Tabelle 3.2: Übersicht der Hochwasserschäden und des Schadenserwartungswerts

Hochwasserschäden in EUR				Schadenserwartungswert in EUR/Jahr
HQ <sub>10</sub>	HQ <sub>50</sub>	HQ <sub>100</sub>	HQ <sub>100_Klima</sub>	
1 872	35 139	132 653	237 544	4 430

## 3.3 Abschätzung der Schadensminderung

Die Schadensminderung ergibt sich durch die Wirkung der geplanten Hochwasserschutzmaßnahmen und der daraus resultierenden Verhinderung der Überflutungen im Untersuchungsraum. Für die vorliegende Untersuchung wurde die idealisierte Annahme getroffen, dass nach Umsetzung der Maßnahmen keine Schäden mehr zu verzeichnen sind und somit die Schadensminderung gleich der Hochwasserschäden im Istzustand in Höhe von 4 430 €/a beträgt.

## 3.4 Berechnung der jährlichen Kosten

Zur Ermittlung der jährlichen Kosten der Hochwasserschutzmaßnahmen wurde die Methode angewendet, die in den „Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen“ (KVR-Leitlinien der LAWA/DWA, Stand 2012) beschrieben ist.

Ausgehend von geschätzten Herstellungskosten in Höhe von 653 000 EUR wurden die resultierenden jährlichen Kosten ermittelt. Für die Diskontierung gemäß der dynamischen Kostenvergleichsrechnung wurden folgende Annahmen getroffen:

- Realer Zinssatz: 2%
- Laufzeit: 80 a

Die jährlichen Kosten, die aus dem Bau des HRB Schlaibach resultieren, belaufen sich auf 16 400 €/a. Sonstige laufende Kosten, die sich ggf. für Betrieb und Unterhaltung der Hochwasserschutzanlagen ergeben, wurden zusätzlich mit 2 000 €/a veranschlagt, sodass sich jährliche Gesamtkosten in Höhe von 18 400 €/a ergeben.

### 3.5 Nutzen-Kosten-Verhältnis

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis ergibt sich aus der Gegenüberstellung des erwarteten Nutzens und der Kosten der Maßnahmen, hier bezogen auf die mittleren jährlichen Werte für Schadensminderung und jährliche Kosten.

$$NKV = \frac{\text{Schadensminderung}}{\text{Jährliche Kosten}} = \frac{4\,430 \text{ EUR/a}}{18\,400 \text{ EUR/a}} = 0,24$$

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis von rund 0,24 zeigt an, dass die erwarteten Kosten den Nutzen übersteigen.

Aachen, den 08.08.2017



Dipl.-Ing. C. Hoffmann (Projektleiter)



