

# Generalplan Küstenschutz

## Erhöhung Landesschutzdeich in Bremen-Werderland

planungsgruppe

**grün**

**Sellhorn**  
INGENIEURGESELLSCHAFT

### Variantenuntersuchung Deichabschnitt 9

#### Vorentwurf



#### Auftraggeber:

Bremischer Deichverband am rechten Weserufer

#### Ort, Datum:

Bremen, 08.09.2017

# Generalplan Küstenschutz

## Erhöhung Landesschutzdeich in Bremen-Werderland

planungsgruppe

**grün**

**Sellhorn**  
INGENIEURGESELLSCHAFT

## Variantenuntersuchung Deichabschnitt 9

### Vorentwurf

#### Auftraggeber:

Bremischer Deichverband am rechten  
Weserufer

#### Verfasser:

planungsgruppe grün gmbh

#### Projektleitung:

Dipl.-Ing. Markus Baritz

#### Bearbeitung:

Dipl.-Ing. Markus Stilz

Dipl.-Ing. Rainer König

#### Projektnummer:

2646

#### Bearbeitet / Korrekturen:

08.09.2017

Arbeitsgemeinschaft:

**planungsgruppe grün**

Freiraumplanung | Umweltplanung

D-28203 Bremen

Tel. 0421 - 33 752 - 0

Fax 0421 - 33 752 - 33

E-Mail: bremen@pgg.de

**Sellhorn**  
INGENIEURGESELLSCHAFT

D-28359 Bremen

Tel. 0421 – 22 08 - 144

Fax 0421 – 22 08 - 150

E-Mail: info@sellhorn-hamburg.de

[www.pgg.de](http://www.pgg.de)

[www.sellhorn-hamburg.de](http://www.sellhorn-hamburg.de)

# Generalplan Küstenschutz

Erhöhung Landesschutzdeich in Bremen-Werderland

planungsgruppe

**grün**

**Sellhorn**  
INGENIEURGESELLSCHAFT

## Erläuterungsbericht

---

## INHALTSVERZEICHNIS

|          |                                                                             |          |
|----------|-----------------------------------------------------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Einleitung .....</b>                                                     | <b>1</b> |
| <b>2</b> | <b>Grundlagen.....</b>                                                      | <b>2</b> |
| 2.1      | Planerische Umsetzung .....                                                 | 2        |
| 2.2      | Statische Untersuchung .....                                                | 2        |
| 2.3      | Kostenvergleichsrechnung .....                                              | 2        |
| <b>3</b> | <b>Ergebnisse der Untersuchung .....</b>                                    | <b>3</b> |
| 3.1      | Querprofil 4 .....                                                          | 3        |
| 3.2      | Querprofil 7 .....                                                          | 3        |
| 3.3      | Querprofil 9 .....                                                          | 3        |
| <b>4</b> | <b>Variantenplanung.....</b>                                                | <b>4</b> |
| 4.1      | Variante 1 .....                                                            | 4        |
| 4.2      | Variante 2 .....                                                            | 4        |
| 4.3      | Variante 3 .....                                                            | 5        |
| <b>5</b> | <b>Kostenvergleich .....</b>                                                | <b>6</b> |
| 5.1      | Eignung der Kostenvergleichsrechnung .....                                  | 6        |
| 5.2      | Kostenermittlung (s. Anhang II / Tab. 1.1, 2.1, 3.1) .....                  | 6        |
| 5.3      | Finanzmathematische Aufbereitung .....                                      | 7        |
| 5.4      | Ermittlung der projektkostenbarwerte (s. Anhang II / Tab. 1.2 bis 1.4)..... | 7        |
| 5.5      | Kostengegenüberstellung.....                                                | 7        |
| 5.6      | Empfindlichkeitsprüfung .....                                               | 8        |
| 5.7      | Gesamtbeurteilung .....                                                     | 8        |

## ANHANG

- I. Planwerk
- II. Kostenvergleichsrechnung
- III. Statische Untersuchung  
„Standssicherheit im Sturmflutfall im Deichabschnitt 9“

## 1 EINLEITUNG

Der Generalplan Küstenschutz vom März 2007 sieht für den Landesschutzdeich in Bremen-Werderland eine Verstärkung mit neuen Bestickhöhen vor.

Im Deichabschnitt 9 (km-Stat. 47+600 bis 48+575) wird die Deichhöhe derzeit durch ein Spundwandbauwerk erreicht. Die vorhandene Spundwand weist etwa das Maß der neuen Bestickhöhe für diesen Abschnitt von NN+7,60 m auf. Aufgrund der bisher in den Deichabschnitten 5 bis 8 zu den Spundwänden gewonnenen Erkenntnisse (geringere Einbindetiefen als in den früheren Entwurfsplänen angegeben; stellenweise unterschiedliche Längen) sind die Einbindelängen der Spundwand ausführlicher untersucht worden.

Auf der Grundlage dieser Messergebnisse sowie ergänzender Bodenuntersuchungen wurde eine Risikobetrachtung durchgeführt. An insgesamt 6 Querschnitten wurde ein Standsicherheitsnachweis geführt und gemäß den Berechnungsgrundsätzen für Hochwasserschutzwände, Flutschutzanlagen und Uferbereiche der Freien und Hansestadt Hamburg (BHFU) fünf Sturmflut-Lastfallkombinationen (LFK) berechnet.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Spundwände grundsätzlich am Limit der nachweisbaren Tragfähigkeit bewegen und an drei Querschnitten konnte die Standsicherheit in unterschiedlichen LFK nicht nachgewiesen werden. Somit ist die Spundwand im Deichabschnitt 9 in Teilen nicht standsicher. Das Erhalten des Spundwandbauwerkes wie ursprünglich geplant kann demnach nicht umgesetzt werden.

Aus diesem Grund erfolgte in Abstimmung mit dem SUBV in Vorbereitung für die weiteren Planungsschritte (Entwurfs- und Genehmigungsplanung) eine Variantenuntersuchung im Abschnitt 9, mit dem Ziel, möglichst einen Erddeich bzw. eine Kombination mit technischen Einbauten zu erarbeiten.

Hierzu sind folgende Bearbeitungsschritte vorgesehen:

- Variantenentwicklung und Ausarbeitung der Varianten
- Statische Untersuchung der technischen Einbauten
- Kostenvergleich und Bewertung (Kostenvergleichsrechnung über 100 Jahre für die Varianten gem. DWA)

Dem Variantenvergleich wurden Bewertungsfelder (Kriterien) wie z.B. Wirtschaftlichkeitsbetrachtung, Umweltverträglichkeit und bautechnische Umsetzbarkeit zugrunde gelegt.

Für die Betrachtung und Entscheidungsfindung wurden drei unterschiedliche Varianten planerisch erarbeitet und entsprechend der Kostenvergleichsrechnung bewertet.

## **2 GRUNDLAGEN**

Die Variantenuntersuchung im Deichabschnitt 9 erfolgte auf Grundlage der vorhandenen Daten und Ergebnisse:

- aktueller Lageplan / Katasterplan
- Bestandsplan / Vermessung
- Baugrunduntersuchung (Bodengutachten)
- Stationären und instationären Durchsickerungsberechnungen
- Setzungsberechnungen
- Statischen Voruntersuchungen der Querschnittsvarianten / Risikobetrachtung

Die neue Deichbestickhöhe ist mit +7,60 mNN definiert (Vorsorgemaß plus 0,75 m). Für die Bemessung der Spundwände wurde das Vorsorgemaß berücksichtigt und ein Bemessungswasserstand von +7,10 mNN im Sturmflutlastfall angesetzt.

### **2.1 PLANERISCHE UMSETZUNG**

Planerisch wurde die Variantenuntersuchung an drei Querprofilen dargestellt, die exemplarisch für die Örtlichkeit angewendet wurden und an deren Stellen ebenfalls Bohrprofile vorliegen.

Es handelt sich hierbei um die Querprofile P4 (bei km 47+974), P7 (bei km 48+279) und P9 (bei km 48+426).

Auf Basis dieser Schnittbetrachtung erfolgte entsprechend die Lageplandarstellung der jeweiligen Varianten (siehe Anhang I).

### **2.2 STATISCHE UNTERSUCHUNG**

Die Umplanungen des Deiches beinhalten zum Teil auch die Herstellung eines Spundwandbauwerkes. Hierzu erfolgte unter Berücksichtigung der Standsicherheit im Sturmflutfall eine statisch-konstruktive Untersuchung (Tragwerksplanung) der Varianten.

Die Parameter und Ergebnisse der Risikobetrachtung sind in dem Bericht „Standsicherheit im Sturmflutfall im Deichabschnitt 9 – Risikobetrachtung“ vom 05.02.2016 zusammengefasst (siehe Anhang III)

### **2.3 KOSTENVERGLEICHSRECHNUNG**

Auf der Grundlage der Ergebnisse zur Variantenuntersuchung erfolgte zusätzlich eine Wirtschaftlichkeitsberechnung über 100 Jahre gem. den Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnungen (KVR-Leitlinien) der DWA Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. in der 8. überarbeiteten Auflage, Stand Juli 2012 (siehe Kap. 5 und Anhang II).

### **3 ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG**

Die Betrachtung und Untersuchung der verschiedenen Parametern an den drei Querprofilen ergab folgende Ergebnisse, die der entsprechenden Variantenplanung zugrunde gelegt wurden.

#### **3.1 QUERPROFIL 4**

- Aufgrund des fehlenden Platzes im Außendeich für die Herstellung eines Erddeiches ist die Herstellung einer neuen Spundwand mit einer Länge von mind. 6,50 m erforderlich (Verlängerung um 1m gegenüber Bestandsspundwand)
- Die Binnenböschung ist für den Lastfall SLW 60 nicht standsicher
- Der Aufschwimmnachweis am Deichfuß ist nicht gegeben, so dass eine binnenseitige Abführung des Sickerwassers (Graben, Dränage) erforderlich ist.
- Nach Durchsickerungsberechnung ist mit einer Ableitungsmenge von ca. 0,065 l/s pro m zu rechnen.

#### **3.2 QUERPROFIL 7**

- Das Bohrprofil weist u.a. Torfschichten auf, die kaum Erdwiderstand bieten.
- Bei Herstellung eines Erddeiches ist der Aufschwimmnachweis am Deichfuß ist nicht gegeben, so dass eine binnenseitige Abführung des Sickerwassers (Graben, Dränage) erforderlich ist.
- Bei Herstellung eines Spundwanddeiches ist aufgrund der statischen Anforderungen der Einbau einer neuen Spundwand mit einer Länge von 12,60 m erforderlich. Hierfür ist keine binnenseitige Dränage erforderlich.
- Nach Durchsickerungsberechnung ist bei der Erddeich-Variante mit einer Ableitungsmenge von ca. 0,065 l/s pro m zu rechnen.

#### **3.3 QUERPROFIL 9**

- Das Bohrprofil weist zwei Grundleiter mit wasserdurchlässigen Schichten auf, so dass eine hohe Wasserdurchsickerung gegeben ist.
- Bei Herstellung eines Erddeiches ist die binnenseitige Abführung der Sickerwassers des oberen Grundwasserleiters erforderlich. Aufgrund der binnenseitigen Bestandsgebäuden kann nur eine entsprechende Auflastdränage vorgesehen werden.
- Bei Herstellung eines Spundwanddeiches ist die neue Spundwand so zu dimensionieren, dass sie den oberen Grundwasserleiter abtrennt, so dass auf eine binnenseitige Dränage verzichtet werden kann. Hierfür ist eine Spundwand mit einer Länge von 8,20 m erforderlich.
- Alternativ kann der obere Grundwasserleiter auch mit einer außendeichseitigen Fußspundwand abgetrennt werden. Hierbei kann ein Erddeich hergestellt und gleichzeitig auf eine binnenseitige Dränage verzichtet werden. Die Fußspundwand ist mit einer Länge von 5,0 m zu dimensionieren.
- Nach Durchsickerungsberechnung ist bei der Erddeich-Variante mit einer Ableitungsmenge von ca. 5,85 l/s pro m zu rechnen (entspricht ca. 2x DN 700)



## 4 VARIANTENPLANUNG

Auf Basis der Untersuchungsergebnisse erfolgte die Erarbeitung von drei Planungsvarianten. Für die Variantengegenüberstellung wird der Abschnitt 9 in vier Teilbereiche A bis D aufgegliedert, die die unterschiedlichen örtlichen Gegebenheiten darstellen.

- Teilbereich A: km 47+625 bis km 47+815  
(direkte Bebauung binnenseits, außendeichs geringer Abstand zur Weser)
- Teilbereich B: km 47+815 bis km 48+060  
(tiefe Binnenböschung, außendeichs geringer Abstand zur Weser)
- Teilbereich C: km 48+060 bis km 48+360  
(tiefe Binnenböschung, außendeichs ausreichend Abstand zur Weser)
- Teilbereich D: km 48+360 bis km 48+570  
(direkte Bebauung binnenseits entlang des Deichverteidigungsweges, außendeichs ausreichend Abstand zur Weser)

Im Teilbereich A ist aufgrund des fehlenden Platzes im Außendeich und den binnenseitigen Bestandsgebäuden generell der Einbau einer Spundwand erforderlich. Nach statischer Erfordernis ist hier der Einbau einer Spundwand mit einer Länge von 6,50 m ausreichend. Für diesen Teilbereich sind dementsprechend keine Planungsvarianten möglich.

### 4.1 VARIANTE 1

Die Variante 1 sieht die Herstellung eines Spundwandbauwerks auf gesamter Abschnittslänge vor. Die Spundwände sind so dimensioniert, dass diese den statischen Anforderungen entsprechen. Die Spundwandlängen sind außerdem so gewählt, um die wasserführenden Schichten im Untergrund abzusperren, so dass auf eine binnenseitige Abführung des Sickerwassers in Form von Dränage oder offenen Gräben verzichtet werden kann.

Die neue Spundwand ist mit mind. 10 mm Mindestdicke auszubilden (z.B. AZ13-700-10/10 mit 110 kg/m<sup>2</sup> in S240 GP).

Es ergeben sich für die einzelne Teilbereiche folgende Spundwandlängen:

- Bereich A: L= 6,50 m
- Bereich B: L= 12,60 m
- Bereich C: L= 12,60 m
- Bereich D: L= 8,20 m

### 4.2 VARIANTE 2

Die Variante 2 sieht die Herstellung eines Erddeiches in den Bereichen C und D vor (hier ausreichender Abstand bis zur Weser), kombiniert mit einem Spundwandbauwerk in den Bereichen A und B. Zusätzlich erfolgt außendeichs der Einbau einer Fußspundwand im Teilbereich D (Länge 5,0 m), mit welcher der obere Grundwasserleiter abgetrennt wird, so dass auf eine binnenseitige Dränage im Bereich D verzichtet werden kann.

Die Spundwand im Bereich B ist so dimensioniert, dass diese den statischen Anforderungen entspricht. Die obere wasserführende Schicht wird mit dieser Spundwand nicht abgetrennt, so dass eine entsprechende binnenseitige Dränage (alternativ Graben) erforderlich wird. Eine Abführung des Sickerwassers wird auch im Teilbereich C (Erddeich) erforderlich.



Im Übergangsbereich zwischen den Bereichen B und C (Kurvenbereich) ist aufgrund des geringen Abstandes zur Weser die Außendeichböschung in einem Teilstück steiler als 1:4 auszubilden. In diesem Teilabschnitt ist die Außendeichböschung entsprechend zu befestigen (Deckwerkssteine).

Die neue Spundwand ist mit mind. 10 mm Minstdicke auszubilden (z.B. AZ13-700-10/10 mit 110 kg/m<sup>2</sup> in S240 GP).

Es ergeben sich für die einzelne Teilbereiche folgende Parameter:

- Bereich A: Spundwand L= 6,50 m
- Bereich B: Spundwand L= 6,50 m mit binnenseitiger Dränage (ca. 13 l/s)
- Bereich C: Erddeich mit binnenseitiger Dränage (ca. 19 l/s)
- Bereich D: Erddeich mit Fußspundwand L= 5,0 m

#### 4.3 VARIANTE 3

Die Variante 3 sieht die Herstellung eines reinen Erddeiches in den Bereichen B, C und D vor, kombiniert mit einem Spundwandbauwerk im Bereich A (hier kein Erddeich möglich).

Um im Teilbereich B jedoch einen Erddeich realisieren können, muss die Deichachse in diesem Bereich verändert und um ca. 20 bis 40 m in Richtung Hinterland versetzt werden. Hieraus resultiert ein erforderlicher Abriss der Bestandsgebäude im Kurvenbereich (im Übergang zwischen B und C) sowie eine Verlegung der Lesumbroker Landstraße in diesem Teilabschnitt.

Bei der Herstellung dieser Erddeichvariante ist eine Abführung des Sickerwassers im gesamten Abschnitt (außer Teilbereich A) erforderlich. Aufgrund eines zweiten oberen Grundwasserleiters ergibt sich im Teilbereich D gem. der Durchsickerungsberechnung eine binnenseitige Ableitungsmenge von ca. 5,85 l/s pro m (ca. 1229 l/s). Dies entspricht einer Dränageleitung von 2x DN 700, welche direkt angrenzend entlang der Bestandsgrundstücke geführt werden muss.

Es ergeben sich für die einzelne Teilbereiche folgende Parameter:

- Bereich A: Spundwand L= 6,50 m
- Bereich B: Erddeich mit geänderter Deichachse und Dränage (ca. 19 l/s)
- Bereich C: Erddeich mit binnenseitiger Dränage (ca. 17 l/s)
- Bereich D: Erddeich mit binnenseitiger Dränage (ca. 1229 l/s !)

## **5 KOSTENVERGLEICH**

Im Rahmen von Planungen des Hochwasserschutzes sind für infrastrukturelle Schutzmaßnahmen grundsätzlich Kostenvergleichsrechnungen für Planungsvarianten durchzuführen. Die vorliegende Variantenuntersuchung wurde nach den DWA-Leitlinien zur Durchführung dynamischer Kostenvergleichsrechnung (Juli 2012) erstellt.

Die angewendeten Kalkulationsparameter und Umrechnungsfaktoren sind den Anlagen der DWA-Leitlinien entnommen.

Die Kostenermittlung, die Kostenbarwertermittlung, die Empfindlichkeitsprüfung sowie der Variantenvergleich sind in Form von Tabellen im Anhang II zusammengestellt. Im Folgenden werden die Vorgehensweise und Ergebnisse der Kostenvergleichsrechnung dargestellt.

### **5.1 EIGNUNG DER KOSTENVERGLEICHSRECHNUNG**

Dient eine Kostenvergleichsrechnung (KVR) in der Regel dazu, eine Auswahl aus Lösungsalternativen vornehmen zu können, geht es für den Deichabschnitt 9 lediglich darum, für die drei Varianten die Kosteneffizienz zu untersuchen.

Die drei Varianten unterscheiden sich in den Investitionskosten (IK), Reinvestitionskosten (IKR) und in den laufenden Kosten (LK).

### **5.2 KOSTENERMITTLUNG**

(s. Anhang II / Tab. 1.1, 2.1, 3.1)

Die Investitionskosten wurden im Rahmen der Vorplanung auf der Grundlage von Massenermittlungen, Material- und Einheitspreisen ermittelt (Kostenschätzung, Anhang II / Tab. 0.1 bis 0.4). Dabei wurden Erfahrungswerte aus vergleichbaren Baumaßnahmen zugrunde gelegt.

Entstehende Kosten für erforderliche Kompensationsmaßnahmen sowie Entsorgungskosten für vermutliche Altlasten können zu dieser Planungsphase nur abgeschätzt werden und bürden bezüglich der Größenordnung ein Risiko.

Als Basisgrößen für die KVR werden für die Herstellung der drei Varianten folgende Investitionskosten angesetzt:

- Variante 1: IK von ca. 3,65 Mio. € (brutto)
- Variante 2: IK von ca. 3,28 Mio. € (brutto)
- Variante 3: IK von ca. 4,95 Mio. € (brutto)

In den Reinvestitionskosten sind die Kosten für die Instandhaltung und Sanierung der Spundwände und Unterhaltungswege enthalten, die je nach Variante in unterschiedlicher Höhe anfallen.

Aufgrund der unterschiedlichen Längen der Spundwände ergeben sich für die drei Varianten erhebliche Unterschiede für die Reinvestitionskosten.

Die laufenden Kosten, wie auch die Reinvestitionskosten für die Unterhaltungswege, unterscheiden sich in den einzelnen Varianten nur geringfügig.

Die laufenden Kosten für die Unterhaltung wurden im Zuge der Kostenermittlungen mit Deichverband intensiv abgestimmt.

Um einen Variantenvergleich durchführen zu können, ist eine finanzmathematische Aufbereitung der ermittelten Kosten erforderlich.

### **5.3 FINANZMATHEMATISCHE AUFBEREITUNG**

Der Untersuchungszeitraum wird gemäß durchschnittlicher Nutzungsdauer für Hauptdeiche auf 100 Jahre festgelegt. Die Höhe des Zinssatzes wird mit dem Standardwert für langfristige eine realwirtschaftliche Betrachtungen von real 3 % p.a. angesetzt.

In diesem Zeitraum fallen die aufgeführten Investitions- und Reinvestitionskosten sowie die laufenden Kosten zur Erhaltung des Hochwasserschutzes an.

Für die Sanierung der Spundwände wird ein Zeitraum von 80 Jahre angesetzt. Die Sanierung der Unterhaltungswege erfolgt ebenso wie die Instandhaltung des Schutzanstriches der Spundwand alle 25 bzw. 20 Jahre.

Bezugszeitpunkt ist der Fertigstellungszeitpunkt des jeweiligen gesamten Maßnahmenpakets.

Die laufenden Kosten werden als jährliche Ausgaben eingerechnet.

Da sich die drei Varianten bezüglich der Reinvestitions- und laufenden Kosten nicht unterscheiden, wird auf die grafische Darstellung der Kostenreihen verzichtet.

### **5.4 ERMITTLUNG DER PROJEKTKOSTENBARWERTE**

(s. Anhang II / Tab. 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7 als Beispielrechnung für Variante 1)

Die Investitionskosten IK 1 bedürfen keiner Umrechnung, da die Bauzeit für den Deichabschnitt 9 nur ca. 1 Jahr beträgt.

Für die Erneuerung der Spundwand IKR 1.2.1 wurde der Barwert zum Bezugszeitpunkt mittels des Diskontierungsfaktor  $DFAKE(3;80)$  ermittelt.

Die Reinvestitionskosten für die Instandhaltung des Schutzanstriches IKR 1.2.2 und für erforderlichen Sanierung der Unterhaltungswege IKR 1.3 wurden entsprechend ihrer Wiederkehrzeit als Einzelzahlungen mit dem Diskontierungsfaktor  $DFAKE(3;20+40+...)$  bzw.  $DFAKE(3;25+50+75)$  in Barwerte zum Bezugszeitpunkt umgerechnet.

Die laufenden Kosten wurden mit dem Faktor  $DFAKR(3;100)$  diskontiert. Die Addition der berechneten Barwerte ergibt die Projektkostenbarwerte für die untersuchten Alternativen.

### **5.5 KOSTENGEGENÜBERSTELLUNG**

Auf Grundlage der geschätzten Investitionskosten und unter Berücksichtigung einer Kostenbarwertermittlung mit einem Zinssatz von 3% ergibt die Kostenvergleichsrechnung über 100 Jahre gem. den KVR-Leitlinien der DWA folgenden Projektkostenbarwerte (PKBW):

Variante 1: PKBW von ca. 5,02 Mio. € (brutto)

Variante 2: PKBW von ca. 4,62 Mio. € (brutto)

Variante 3: PKBW von ca. 6,18 Mio. € (brutto)

## **5.6 EMPFINDLICHKEITSPRÜFUNG**

(s. Anhang II / Tab. 1.8, 2.8, 3.8, 4.1)

Mit der Empfindlichkeitsprüfung wird die Entwicklung des kapitalisierten Kostenvorteils der Variante II in Abhängigkeit abweichender Zinssätze sowie der Einfluss einer Preissteigerung ermittelt und anschließend mit den anderen beiden Varianten verglichen.

Zuerst wird die Veränderung der Projektkostenbarwerte bei Zinssätzen von 2 % und 4 % p.a. gegenüber dem standardmäßigem Ansatz von 3 % im Vergleich der drei Varianten zueinander betrachtet.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Kostenersparnisse aus den geringeren Investitionskosten der Variante II bei einem Zinssatz von 2 % p.a. erhöhen und bei 4 % p.a. verkleinern, aber auch, dass die Variante II stets die kosteneffizientere Lösung bleibt.

In einer weiteren Empfindlichkeitsprüfung wird der Einfluss einer realer Preissteigerungsrate von 1 % für die Reinvestitions- und laufenden Kosten untersucht. Die Berechnungen sind im Anhang II, Tabelle 4.1 wiedergegeben.

Auch hier zeigt sich, dass die Variante II die kosteneffizientere Lösung bleibt.

## **5.7 GESAMTBEURTEILUNG**

Bei einem Zinssatz von real 3 % p. a. ist Variante II die kostengünstigere Lösung im Vergleich zu den beiden anderen Varianten.

Dieses Ergebnis ändert sich auch nicht, wenn von veränderten Zinssätzen ausgegangen oder eine Preissteigerung eingerechnet wird.

Die Variante II ist somit stets die kostengünstigste Lösung.

### Anhang I – Planwerk

2.1.0 – Bestandslageplan

2.1.1 – Lageplan Variante 1

2.1.2 – Lageplan Variante 2

2.1.3 – Lageplan Variante 3

2.2.1 – Querprofil P4 / Variante 1

2.2.2 – Querprofil P4 / Variante 2

2.2.3 – Querprofil P4 / Variante 3

2.2.4 – Querprofil P7 / Variante 1

2.2.5 – Querprofil P7 / Variante 2 + 3

2.2.6 – Querprofil P9 / Variante 1

2.2.7 – Querprofil P9 / Variante 2

2.2.8 – Querprofil P9 / Variante 3

# Generalplan Küstenschutz

Erhöhung Landesschutzdeich in Bremen-Werderland

planungsgruppe

**grün**

**Sellhorn**  
INGENIEURGESELLSCHAFT

---

## Anhang II – Kostenvergleichsrechnung

---

# Generalplan Küstenschutz

Erhöhung Landesschutzdeich in Bremen-Werderland

planungsgruppe

**grün**

**Sellhorn**  
INGENIEURGESELLSCHAFT

---

## Anhang III – Statische Untersuchung

---