



**Beilage 1**

**REGIO**nalplanungsgemeinschaft **Bregenzerwald**  
**Land Vorarlberg**  
**Stadt Bregenz**

**Bregenzerachtal**  
Geh- und Radweg  
Kennelbach – Doren

**Machbarkeitsstudie**

- Variante 0 keine Maßnahmen
- Variante 0.1 Gehweg
- Variante 1 Geh- und Radweg – Minimalmaßnahme
- Variante 2 Geh- und Radweg – Standardausbau
- Variante 2.1 Geh- und Radweg – Standardausbau + Tunnel

Technischer Bericht  
Kostenberechnung

Bregenz, im August 2021  
Projekt Nr. 20.008



## BEILAGENVERZEICHNIS

<b>Beilage Nr.</b>	<b>Plan Nr.</b>	<b>Bezeichnung</b>	<b>Maßstab</b>
1		Technischer Bericht Kostenberechnung	
2	20.008/01	Variante 0 keine Maßnahmen	1 : 10.000
3	20.008/02	Variante 0.1 Gehweg	1 : 10.000
4	20.008/03	Variante 1, Geh- und Radweg – Minimalmaßnahme	1 : 10.000
5	20.008/04	Variante 2 Geh- und Radweg – Standardausbau	1 : 10.000
6	20.008/05	Variante 2.1 Geh- und Radweg – Standardausbau + Tunnel	1 : 10.000
7	20.008/06	Alle Varianten Regelprofile, Maßnahmentypen	1 : 100

## INHALTSVERZEICHNIS

<b>1.</b>	<b>Allgemeines, Zusammenfassung</b>	<b>5</b>
<b>1.1</b>	<b>Auftragsbeschreibung</b>	<b>5</b>
1.1.1	Themenkontext	5
1.1.2	Auftraggeber	5
1.1.3	Auftrag	6
1.1.4	Bearbeitungs-Abschnitte	6
<b>1.2</b>	<b>Die Achtrasse Kennelbach – Doren</b>	<b>7</b>
1.2.1	Eigentum, Verwaltung	7
1.2.2	Rechtliche Situation	7
1.2.3	Übersicht bauliche Anlagen	8
1.2.4	Zustand Trasse, Bauwerke	8
1.2.5	Zufahrt Erschließung	9
1.2.6	Weitere Themenbereiche im Gebiet	9
1.2.7	In den vergangenen Jahren gesetzte Aktivitäten	10
<b>2.</b>	<b>Aktuelle Situation</b>	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Geologie</b>	<b>11</b>
2.1.1	Gebietsüberblick Geologie	11
2.1.2	Bestandserhebung Geologie	11
2.1.3	Bereichsweise geologische Beschreibung	11
<b>2.2</b>	<b>Zustand der Trasse und Bauwerke</b>	<b>12</b>
<b>3.</b>	<b>Machbarkeitsprüfung</b>	<b>21</b>
<b>3.1</b>	<b>Variantenüberblick</b>	<b>21</b>
<b>3.2</b>	<b>Wasserbau - Hochwasserschutz</b>	<b>22</b>
<b>3.3</b>	<b>Trassenwahl Bestand bzw. Projekt linkes Achufer</b>	<b>23</b>
<b>3.4</b>	<b>Vorschau für Weiterentwicklung ohne Maßnahmen – Variante 0</b>	<b>23</b>
<b>3.5</b>	<b>Maßnahmen</b>	<b>24</b>
3.5.1	Maßnahmenbeschreibung aller Bautypen	25
3.5.2	Bauprinzipien	25
3.5.3	Maßnahmen Variante V0	27
3.5.4	Maßnahmen Variante V0.1	27
3.5.5	Maßnahmen Variante V1	27
3.5.6	Maßnahmen Variante V2	28
3.5.7	Maßnahmen Variante V2.1	29
3.5.8	Bereich 1	30
3.5.9	Bereich 2	30
3.5.10	Bereich 3	30
3.5.11	Bereich 4	31
3.5.12	Restrisiko	31
<b>3.6</b>	<b>Betrieb</b>	<b>31</b>
3.6.1	Jahreszeitlicher Betrieb	31
3.6.2	Verwaltung, Organisation	31
<b>4.</b>	<b>Kostenermittlung – Investition</b>	<b>32</b>

4.1	Systematik der Kostenermittlung .....	32
4.2	Investitionskosten Variante V0 .....	32
4.3	Investitionskosten Variante V0.1 .....	33
4.4	Investitionskosten Variante V1 .....	34
4.5	Investitionskosten Variante V2 .....	35
4.6	Investitionskosten Variante V2.1 .....	36
4.7	Investitionen – Vergleich der Sicherungsaufwände .....	37
5.	Kostenermittlung – Unterhalt .....	39
6.	Zusammenfassung .....	40
7.	Anhang Kostenermittlung .....	42

# **1. ALLGEMEINES, ZUSAMMENFASSUNG**

## **1.1 AUFTRAGSBESCHREIBUNG**

### **1.1.1 Themenkontext**

Das Land Vorarlberg, die Region Bregenzerwald und ihre Gemeinden beschäftigen sich seit langem mit der Herausforderung, für Radfahrende attraktive Verbindungen zwischen dem Bregenzerwald und dem Vorarlberger Rheintal zu schaffen. Geografie, Topografie oder die Streulage der Siedlungen stellen dabei allerdings besondere Anforderungen dar. Ein Blick auf die bestehenden Landesradrouten zeigt, dass es keine bzw. nur unzureichende Angebote zwischen dem Bregenzerwald und dem Rheintal gibt.

Die Trasse der ehemaligen Bregenzerwaldbahn wurde und wird von verschiedenen Seiten praktisch seit Einstellung des Bahnbetriebs Anfang der 1980er-Jahre immer wieder als eine mögliche oder zumindest zu prüfende Option dafür ins Spiel gebracht. Der Ausbau der Bahntrasse zwischen Egg und Doren zu einem gut frequentierten Geh- und Radweg vor wenigen Jahren wird dabei gern als Beispiel herangezogen. Vergleichbar engagiert sind auch die Befürworter von Lösungen, welche im Gegensatz die Bahntrasse mehr oder weniger der Natur überlassen und das Tal der Bregenzerach zwischen Kennelbach und Doren lediglich über einen Wandersteig oder Pfad erschließen wollen.

Über Einladung des Landes Vorarlberg und der REGIO analysierten am 7. Juni 2019 VertreterInnen von Land, REGIO und Gemeinden mit ExpertInnen in einem Workshop die aktuelle Rad-Situation im Bregenzerwald. Sie setzten sich intensiv mit Möglichkeiten auseinander, die Radfreundlichkeit in der Region zu steigern. Neben lokalen und überörtlichen Maßnahmen und der Anbindung an Radrouten Richtung Deutschland wurde wieder die Relevanz von attraktiven Radrouten zwischen Bregenzerwald und Rheintal betont. Die REGIO Bregenzerwald hat daraufhin in Abstimmung mit dem Land Vorarlberg die Vergabe dieser Machbarkeitsstudie beschlossen.

### **1.1.2 Auftraggeber**

Auftraggeber dieser Machbarkeitsstudie ist die REGIONalplanungsgemeinschaft (REGIO) Bregenzerwald. Das Land Vorarlberg fördert den Kostenaufwand zu 70 Prozent und bringt zentrale fachliche Aspekte ein. Die Landeshauptstadt Bregenz leistet einen Kostenbeitrag.

### 1.1.3 Auftrag

Als Fortführung der Voruntersuchungen zu Hochwasserschutz, technischer Machbarkeit und Geologie aus den letzten Jahrzehnten hat die REGIO Bregenzerwald eine Variantenuntersuchung (Machbarkeitsstudie) für die Trasse der ehemaligen Bregenzerwaldbahn zwischen Doren/Bozenau und dem Bahnhof Kennelbach beauftragt.

Diese Machbarkeitsstudie bearbeitet die Strecke von der Werkskanalbrücke in Kennelbach bis zum Beginn der bereits sanierten Strecke Doren-Egg südlich des Bahnhofs Doren. Die Untersuchungslänge beträgt gesamt 8,456 km.

Die zentralen Themen:

- geologische Beurteilung und Aufzeigen von Gefährdungspotenzial
- Variantenprüfung unter Berücksichtigung von Betriebserfordernissen für
  - einen vollwertigen Geh- und Radweg-Neubau nach dem Stand der Technik;
  - eine Ertüchtigung des Bestandes zu einem vollwertigen Geh- und Radweg für einen Nutzungszeitraum von ca. zehn Jahren (Variante 1)
  - eine Ertüchtigung des Bestandes zu einem vollwertigen Geh- und Radweg für eine technisch übliche Nutzungsdauer von ca. 50 bis 70 Jahren (Varianten 2 und Variante 2.1)
  - ein Belassen des derzeitigen Bestandes („Null-Variante“) bzw. den Erhalt der Trasse als Fußweg (Variante 0.1).
- Bewertung der technischen Erfordernisse für die Kunstbauten
- Kostenermittlung für die Varianten

Auch ist ein Szenario zu beschreiben, wie sich die Schluchtstrecke ohne Möglichkeit einer Befahrbarkeit etwa für die Instandhaltung entwickelt. Hingegen sind weitergehende Betrachtungen z.B. in Richtung Naturschutz, Netzwirkung oder rechtliche Machbarkeit nicht Gegenstand dieser Variantenuntersuchungen, da aus Sicht von REGIO, Gemeinden und Land eine schrittweise bzw. thematisch strukturierte Vorgangsweise anzustreben ist.

Dieser Zugang wurde auch bei einer ergänzenden Beauftragung für die Prüfung einer weiteren Variante mit Tunneln bzw. Brücken umgesetzt.

### 1.1.4 Bearbeitungs-Abschnitte

Das Bearbeitungsgebiet wurde aufgrund der Anlagenverhältnisse in vier Abschnitte („Bereich 1, 2, 3, 4“) gegliedert, die sich auch als Umsetzungsabschnitte anbieten.

#### Bereich 1 km 0,00 – km 2,823 Werksbrücke Kennelbach – HSt Fluh

Der Abschnitt verläuft im Gemeindegebiet von Kennelbach und Bregenz. Unmittelbar am Abschnittsbeginn befindet sich die Werksbrücke über den Schindlerkanal.

#### Bereich 2 km 2,823 – km 4,641 HSt Fluh – HSt Langen Buch

Der Abschnitt verläuft im Gemeindegebiet von Langen und Bregenz. Circa in der Mitte des Abschnitts sind als besondere Kunstbauten die Wirtatobelbrücke und der Rickenbachtunnel vorhanden.

#### Bereich 3 km 4,641 – km 6,604 HSt Langen Buch – Rotachtunnel

Der Abschnitt verläuft im Gemeindegebiet von Langen und Doren.

#### Bereich 4 km 6,604 – km 8,106 Rotachtunnel – HSt Bozenau

Der Abschnitt verläuft im Gemeindegebiet von Doren. Unmittelbar nach Beginn sind als besondere Kunstbauten der Rotachtunnel und die daran anschließende Rotachbrücke zu nennen.

## **1.2 DIE ACHTRASSE KENNELBACH – DOREN**

### **1.2.1 Eigentum, Verwaltung**

Die Bahntrasse ab dem Gemeindegebiet von Langen bei Bregenz steht im Eigentum des Landes Vorarlberg und wird treuhänderisch von der Regionalentwicklung Bregenzerwald GmbH, einem Tochterunternehmen der REGIONalplanungsgemeinschaft Bregenzerwald, verwaltet.

Der Trassen-Abschnitt „Bregenz-Fluh“ ist im Eigentum der Landeshauptstadt Bregenz und wird von dieser verwaltet.

### **1.2.2 Rechtliche Situation**

Der Abschnitt Kennelbach – Doren der Trasse der ehemaligen Bahntrasse ist gesperrt und nicht als Geh- oder Wanderweg ausgewiesen.

Das Amt der Vorarlberger Landesregierung hat mit Bescheid vom 08.05.1990, Zl. Ib-612-2/90, den Österreichischen Bundesbahnen aus Gründen der öffentlichen Sicherheit und zur Wiederherstellung des Zustandes, wie er vor der Errichtung der Bregenzerwaldbahn bestanden hat, eine Reihe von Maßnahmen aufgetragen. Die Strecke Kennelbach bis zum Viadukt in Egg wurde hier mehrfach ausgenommen. Allerdings wurde etwa aufgetragen, den Riedener Tunnel begehbar zu halten, ihn aber so abzusichern, dass Unbefugte ihn nicht betreten können.

Die Bregenzerach-Schlucht ist als Natura 2000-Gebiet ausgewiesen. Auf dem Gemeindegebiet von Alberschwende, Bregenz, Buch, Doren, Kennelbach, Langen und Wolfurt sind in Summe 434 Hektar nach der europäischen Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie besonders geschützt. Ausgewiesene Schutzgüter sind Auen-, Schlucht- und Hangmischwälder, Waldmeister- oder Orchideen-Kalk-Buchenwald, alpine Flüsse mit ihrer krautigen Ufervegetation und Ufergehölzen, Kalktuffquellen, Frauenschuh, Gelbbauchunke und Koppe.

Im Jahr 1998 hat Univ.-Prof. Dr. Franz Bydlinski im Auftrag der REGIONalplanungsgemeinschaft Bregenzerwald ein Rechtsgutachten vornehmlich über die Haftungssituation beim Bau eines Radweges auf der Bahntrasse erstellt. Erkenntnisse daraus können in Folgeschritten nach diesem Machbarkeitsgutachten für die Betrachtung relevant sein.

### 1.2.3 Übersicht bauliche Anlagen

Im Projektabschnitt zwischen Kennelbach und Doren/Bozenau befinden sich diverse Kunstbauten der ehemaligen Bregenzerwaldbahn. Im Wesentlichen handelt es sich dabei

- Brücken (Werkskanalbrücke, Wirtatobelbachbrücke, Rotachbrücke, Bozenauerbachbrücke),
- Tunnel (Rickenbachtunnel und Rotachtunnel),
- zahlreiche hangseitige und flusseitige Stützbauwerke in unterschiedlicher Größe,
- Steinschlagschutzbauten,
- Durchlässe sowie
- zahlreiche Entwässerungseinrichtungen.

Die hang- und flusseitigen Stützbauwerke wurden überwiegend aus Natursteinen als vermörteltes Sandstein-Quadermauerwerk errichtet. Teilweise sind auch unvermörtelte Steinschichtungen vorhanden. Vereinzelt wurden Bestandsbauwerke bereits mittels Spritzbeton, Ortbeton und Übermörtelung saniert und verstärkt. Die Stützbauwerke besitzen Drainagen und Entwässerungsöffnungen, die nicht mehr gewartet werden und dementsprechend nur noch zum Teil funktionstüchtig sind.

Auf der Krone der hangseitigen Stützmauern wurden nach Erfordernis Steinschlagschutzsysteme angeordnet. Dabei handelt es sich um senkrechte Stahlprofile, welche mit Holzbohlen ausgefacht wurden (Bohlenwand). Daneben kamen vereinzelt auch Dämme und Steinschlagschutznetze zum Einsatz.

Die Durchlässe dienen der kontrollierten Ableitung der Wässer von querenden Bächen und Gerinnen, die dauernd oder zweitweise wasserführend sind. Zumeist handelt es sich bei den Durchlässen um Betonbauwerke (teilweise mit Stahlträgerdecken) und Betonverrohrungen.

### 1.2.4 Zustand Trasse, Bauwerke

Die Bestandstrasse wird annähernd über die gesamte Strecke berg- und/oder talseitig mit Stützbauwerken gesichert. Schon die bereits vor längerer Zeit erstellten Gesamtuntersuchungen durch beauftragte Experten haben zahlreiche bautechnisch relevante Mängel gezeigt.

Der optische Eindruck für nichtfachmännische Betrachter ist durchwegs besser als der tatsächliche technische Zustand. Die Bauwerke sind durchgehend durch Hangbewegungen, Wasser-/Frosteinwirkung, Bauwerksalterung, Einwirkung von Bewuchs und Hochwasser beeinträchtigt. Einige Kunstbauten (Brücken, Tunnel, Querungen, Hangsicherungen) erfüllen die Anforderungen an die Standsicherheit nach dem Stand der Technik nur mehr eingeschränkt.

Durch jederzeit zu erwartende Elementarereignisse (Hochwasser, Starkregen) können kurzfristig Großschäden auftreten. Mit solchen Schäden ist in den nächsten Jahren zu rechnen, wenn die Trasse im heutigen Zustand ohne weitere technische Maßnahmen belassen wird. In weiten Bereich besteht jedenfalls Handlungsbedarf, sollte die Trasse als Geh- und Radweg oder auch als Wanderweg genutzt werden.

### **1.2.5 Zufahrt Erschließung**

Die Erreichbarkeit der Trasse mit Fahrzeugen und Baumaschinen ist derzeit nur über die Endpunkte in Kennelbach (km 0) und Doren (km 8,456) gegeben. Seitliche Zufahrten auf der Trasse bestehen derzeit nicht bzw. nur in Form von Wanderwegen oder ehemaligen, nicht mehr benutzbaren Bahnhofszufahrten.

Punktuelle Maßnahmen können heute durch Lastflüge abgewickelt werden.

Die Abwicklung einer Linienbaustelle über 8,5 km bedingt eine vollwertige Erschließung über die zwei Endpunkte. Demzufolge können die Bereiche 1 (Kennelbach bis HSt Fluh) und 4 (Bozenau bis Rotachbrücke) als erste Abschnitte umgesetzt werden. Sobald diese ausgebaut sind, können nachfolgend die Bereiche 2 (HSt Fluh – HSt Langen-Buch) und 3 (HSt Langen-Buch – Rotachbrücke) über die neugeschaffenen Zufahrten der Bereiche 1 und 4 bedient werden.

Im Rahmen weiterer Untersuchungen ist zu prüfen, ob die Bahnhofszufahrt aus dem Ortsgebiet Langen bis HSt Langen-Buch (km 4,8) bzw. der nicht mehr benutzbare Güterweg von Buch-Zentrum zur HSt Langen-Buch (km 4,8) wieder reaktiviert werden können. Dazu wäre auch der Neubau einer Achquerung nach Buch erforderlich.

Von der Langener Straße zur Wirtatobelbrücke (km 3,8) besteht ebenfalls ein ehemaliger Güterweg, der heute nicht mehr benutzbar ist. Auch bei Reaktivierung dieser Güterwege auf der ursprünglichen Trasse entsprechen diese weder in der Breite noch in den Kurvenradien oder den Längsneigungen den heutigen Anforderungen an Baufahrzeuge.

Eine Intensivierung und Verbesserung der seitlichen Zufahrten verbessert neben der Bauabwicklung auch die Gebietsvernetzung bzw. den Anschluss der Anrainergemeinden in die Ortszentren. Das wäre ggf. im Rahmen von Folgeprojekten zu prüfen.

### **1.2.6 Weitere Themenbereiche im Gebiet**

Projektaufgabe in dieser Machbarkeitsstudie ist die Prüfung der bautechnischen, geologischen und geotechnischen Umsetzbarkeit und die Abschätzung der technischen Erfordernisse als Geh- und Radwegtrasse.

Die im Gebiet zahlreich vorhandenen sonstigen Interessen sind nicht Auftragsinhalt und daher im Rahmen weiterer Untersuchungen zu bewerten.

Unabhängig davon wurde bei der Auswahl von Bauverfahren, Maßnahmen und Eingriffen auf die üblicherweise von diesen Sparten zu erwartenden Rahmenbedingungen soweit möglich und absehbar Rücksicht genommen.

Die gesondert in Folge zu prüfenden Sparten und Themen sind u.a.:

- Ökologie terrestrisch und aquatisch
- Wälderbahn-Trasse als Kulturgut
- Wasserbau-Flussbau-Hochwasserschutz
- E-Wirtschaft
- Landwirtschaft
- Forstwirtschaft
- Fischerei - Jagd
- Freizeit-Naherholung

### **1.2.7 In den vergangenen Jahren gesetzte Aktivitäten**

Im Abschnitt Kennelbach-Doren wurden im vergangenen Jahr sowohl der Rotach- als auch der Rickenbachtunnel stabilisiert. Die Bezirkshauptmannschaft Bregenz hat dafür mit Bescheid vom 07.02.2020, Zl. BHBR-I-7100.00-15/2019-39, die Bewilligungen nach dem Gesetz über Naturschutz und Landschaftsentwicklung und nach dem Wasserrechtsgesetz erteilt.

Privatpersonen setzten auf der Strecke immer wieder Maßnahmen für eine leichtere Begehbarkeit der Trasse, obwohl diese gesperrt ist.

## **2. AKTUELLE SITUATION**

### **2.1 GEOLOGIE**

#### **2.1.1 Gebietsüberblick Geologie**

Das Festgestein in der Achschlucht zwischen Bozenau und Kennelbach baut sich aus den flach bis mittelsteil nach NNW fallenden Lithologien der unteren Süßwassermolasse auf, welche wiederum Teil der aufgerichteten äußeren Molasse ist. Zwischen Kennelbach und Langen folgt der Verlauf der Bregenzerach somit dem Schichtstreichen (WSW-ENE), während die Schluchtstrecke zwischen Langen und Bozenau quer zur Schichtung verläuft.

Unmittelbar nördlich von Bozenau befindet sich der tektonische Kontakt zur südlich angrenzenden, so genannten abgeschürften (subalpinen) Molasse.

Die in der Schluchtstrecke zwischen Bozenau und Kennelbach aufgeschlossenen Lithologien sind Sandstein-Mergel-Wechselagerungen, teilweise mit Konglomerateinschlüssen (Nagelfluh).

Während der letzten Eiszeit war der vordere Bregenzerwald von den Eismassen des Rheingletschers bedeckt. Dessen Moränenablagerungen und die periglaziale Sedimente der Eiszerfallsphase (Schotter und Seetone) erreichen im Bereich Fluh bis Langen Mächtigkeiten zwischen 5 und 50 Metern und bauen somit die obersten Abschnitte der Hangflanke der Achschlucht auf (80–150 m über der derzeitigen Flusssohle).

#### **2.1.2 Bestandserhebung Geologie**

Die Trasse wurde im Frühjahr 2020 durch die 3P Geotechnik ZT GmbH begangen. Dabei wurden der Zustand der Trasse sowie sämtlicher Bestandsbauwerke erhoben, dokumentiert und mit der Bestandserhebung aus dem Jahr 1999 verglichen.

Die geologische Beurteilung der rechtsufrigen Hänge der Bregenzerachschlucht hinsichtlich Erosionen, Rutschungen und Steinschlaggefahr erfolgte wie bereits 1999 durch die GEOMAC – Ingenieurbüro für Geologie GmbH.

#### **2.1.3 Bereichsweise geologische Beschreibung**

Eine wesentliche Veränderung in den geologischen Verhältnissen der Schluchtstrecke zwischen Kennelbach und Bozenau ergibt sich durch die Richtungsänderung des Flusslaufs von NW-SE auf WSW-ENE ca. 0,5 km flussauf der Haltestelle Langen-Buch. Die Bereiche 1 und 2 verlaufen parallel zum Schichtstreichen. Während auf der orographisch linken Seite in diesem Abschnitt auf Grund des hangparallelen Schichteinfallens tief greifende Hangbewegungen begünstigt werden, sind auf der orographisch rechten Seite Sturzereignisse und flachgründige Rutschungen die maßgeblichen Prozesse.

Über einen Großteil des Bereiches 3 und im Bereich 4 schneiden die Schluchteinhänge die Schichtung quer zum Streichen. Während im Bereich 3 – auch anhand der Betrachtung historischer Ereignisse – Felssturz- und Steinschlagereignisse das Geschehen dominieren, sind es im Bereich 4 kleinräumige Kriechbewegungen mit unruhiger Morphologie, welche sich in seltenen Fällen zu großvolumigen Rutschungen entwickelt haben.

## 2.2 ZUSTAND DER TRASSE UND BAUWERKE

Insbesondere in den Pralluferabschnitten der Bereiche 2 und 3 wurden die Trasse und die flusseitigen Stützmauern stark unterspült. Die Stützbauwerke wurden dadurch stark beschädigt und zum Teil vollständig zerstört, die Trasse ist dementsprechend stark erodiert.

Bei großen Hochwässern kam es zudem auch zu einer Überflutung der Trasse, sodass diese auch von oben erodiert wurde. Auch die hangseitigen Stützbauwerke wurden dabei im Fußbereich unterspült und zum Teil erodiert.

Die Prozesse haben dazu geführt, dass die Trasse in den Pralluferabschnitten hier vollständig zerstört wurde bzw. nur noch in Fragmenten vorhanden ist.

Das Versagen der Stützbauwerke führt dazu, dass sich die Erosionsprozesse zunehmend weiter in die Schluchteinhänge hinauf auswirken.



Bild 1 Vollständig erodierte Trasse bei ca. 5,4 (Bereich 3)



Bild 2 unter- und überspülter Trassenabschnitt bei ca. km 4,4 (Bereich 2)



Bild 3 zerstörtes flusseitiges Stützbauwerk bei ca. km 2,8 (Bereich 2)



Bild 4 zerstörtes Stütz- und Steinschlagschutzbauwerk bei ca. km 4,5 (Bereich 2)



Bild 5 erodierter Trassenabschnitt mit Unterspülung der hangseitigen Stützmauer bei ca. km 5,4 (Bereich 3)

Hingegen ist die Trasse in den Bereichen 1 und 4 sowie in den Gleituferabschnitten der Bereiche 2 und 3 meist noch vollständig vorhanden.



Bild 6 Trasse und Stützbauwerk in gutem Zustand bei ca. km 0,3 (Bereich 1)



Bild 7 Trasse in gutem Zustand bei ca. km 7,2

In allen Abschnitten ist die Trasse lokal durch Rutschungen, Steinschlag und umstürzende Bäume verlegt.

Die Stützbauwerke sind einer laufenden Verwitterung der Quadersteine und des Mörtels ausgesetzt. Bei zunehmender Verwitterung einzelner Sandsteinblöcke tritt ein lokales Versagen und ein fortschreitender Verfall der Mauer ein. Eine weitere Zerstörung wird durch die fehlende Wartung der Drainagen und den daraus resultierenden Wasserdruck bergseitig der Mauern verursacht.



Bild 8 lokales Versagen des Stützbauwerks bei ca. km 1,5



Bild 9 verwittertes Sandsteinmauerwerk bei ca. km 4,0

Lokal große Zerstörungen sind auf Rutschungen zurückzuführen.



Bild 10 zerstörtes Stütz- und Steinschlagschutzbauwerk bei ca. km 1,9 (Bereich 1)

Die Holzbohlen der Bohlenwände für den Steinschlagschutz sind unterschiedlich stark verwittert und durch Steinschlag und umstürzende Bäume zum Teil vollständig zerstört. Die Stahlsteher sind jedoch meistens noch vorhanden. Somit ist derzeit über den größten Teil der Strecke kein ausreichender Steinschlagschutz gegeben.



Bild 11 Steinschlagschutzbohlen fehlen teilweise bei ca. km 0,4 (Bereich 1)

Viele Durchlässe sind in Folge von Rutschungen und Murenabgängen sowie mangelnder Wartung verlegt und nicht mehr funktionstüchtig. Das Wasser fließt an einigen Stellen unkontrolliert über die Trasse ab und erodiert diese.



Bild 12 verlegter Durchlass bei ca. km 1,2 (Bereich 1)



Bild 13 zerstörter und verlegter Durchlass des Rietergrabens bei ca. km 5,95 (Bereich 3)



Bild 14 funktionstüchtiger Durchlass bei ca. km 2,8 (Bereich 2)

Die Trasse ist zusätzlich von Baumwurf und kleinräumigen Erosionen direkt betroffen.



Bild 15 Baumwurf und kleinräumige Rutschung bei ca. km 6,5

Die Tunnel wurden im vergangenen Jahr ertüchtigt. Mit Ausnahme der Rotachbrücke sind die Tragwerke der Brücken im Grunde noch intakt. Bei allen Brücken ist die Standsicherheit zu prüfen und sind Maßnahmen an den Widerlagern und zum Erosionsschutz erforderlich. Bei der Rotachbrücke ist eine umfassende Sanierung oder ein Neubau notwendig.

Durch die Zerstörung der Trasse und den fortschreitenden Verfall der Kunstbauten ist die Strecke heute an zahlreichen Stellen nur erschwert passierbar. Einzelne Rutschungen und Pralluferbereiche können nur zu Fuß auf schmalen Steigen überwunden werden.

### **3. MACHBARKEITSPRÜFUNG**

Die Machbarkeitsprüfung erfolgt ausschließlich aus bautechnischer und geologischer Sicht.

#### **3.1 VARIANTENÜBERBLICK**

Für die Bearbeitung der Machbarkeitsstudie wurden folgende Variantenannahmen vereinbart:

Variante 0	keine Maßnahmen
Variante 0.1	Gehweg
Variante 1	Geh- und Radweg – Minimalmaßnahme
Variante 2	Geh- und Radweg – Standardausbau
Variante 2.1	Geh- und Radweg – Standardausbau + Tunnel

##### Variante 0 „keine Maßnahmen“

Diese Variante stellt die Fortführung des heutigen Zustandes ohne besondere Maßnahmen dar. Solange die heutige Trasse benutzbar ist, soll diese als Steig auf eigene Gefahr ohne zusätzliche Absicherung und Investitionen begangen werden.

Die Variante 0 wurde in der Studie nicht betrachtet, da sie in ihrer Grundidee nur als alpiner Steig zu sehen wäre. Die Projektaufgabe „Geh- und Radweg“ kann sie nicht erfüllen. Auch eine gesicherte Nutzung zu Fuß ist auf der heutigen Trasse weder als alpiner Steig noch als Wanderweg denkbar.

Sollte keine Ausbauvarianten weiter verfolgt werden, ist die weitere Vorgangsweise mit den Bestandsbauten im Detail zu prüfen. Wenn keine technischen Maßnahmen gesetzt werden, ist innerhalb weniger Jahre mit einem Totalversagen großer Strecken zu rechnen, welche die Benutzung verunmöglichen. Es werden kurzfristig starke Massenbewegungen, Abrutschungen, Unterspülungen etc. auftreten, die Trasse wird unbegehrbar. Die Auswirkungen können durch fortdauernde, regressive Rutschungen sehr weitreichend werden und sich hangwärts entwickeln.

Insbesondere sind alle technischen Bauwerke so abzutragen oder zu sichern, dass sie für den nichtinformierten, fachunkundigen Besucher nicht mehr zu einer Gefahr werden können. Es sind dann jedenfalls Absperrungen, Absicherungen und Rückbauten und damit verbundene weitere Geländesicherungen erforderlich. Für diese Maßnahmen entstehen Wegebaukosten für den An- und Abtransport von Geräten und Materialien.

##### Variante 0.1 „Gehweg“

Ziel in Variante 0.1 ist der Erhalt des derzeitigen Zustand des Weges. Auf der heutigen Trasse würde ein gesicherter Wanderweg in öffentlicher Verantwortung entstehen. Dafür bleiben Zustand und Trassierung des Weges erhalten. Es sind keine Verbreiterungen geplant, auch werden keine Sanierungen durchgeführt. Lediglich die aktuell unverzüglich erforderlichen geotechnischen Maßnahmen in Form von Sicherungen werden berücksichtigt. Die tal- und bergseitigen Sicherungen werden in dieser Variante so ausgeführt werden, dass die gesicherte Begehung der Trasse möglich ist.

Zur bautechnischen Durchführung der Sicherungsarbeiten ist eine beidseitige Zufahrtsmöglichkeit für Baumaschinen erforderlich. Diese Zufahrt müsste nach Abschluss der Arbeiten wieder aufgelassen/zurückgebaut werden. Die Reaktivierung der ehemaligen Zufahrten von den Anrainergemeinden bis in die Achschlucht wäre für den Baubetrieb und den Betrieb der Anlage (Rettungsdienste, Interventionen bei Hangbewegungen) sinnvoll.

#### Variante 1: „Geh und Radweg mit Minimalmaßnahmen“

Diese Variante geht davon aus, dass auf der heutigen Trasse unter Setzung von tal- und bergseitigen Sicherungsmaßnahmen ein Geh- und Radweg mit einem Standardregelprofil nach den Qualitätsanforderungen des Vorarlberger Landes Radwegekonzeptes erstellt wird. Durch die zusätzlich zu schaffenden seitlichen Verbindungen in die Standortgemeinden ist eine Bauumsetzung in Etappen sowie die Intervention im Schadensfall sowie für Reparaturzwecke möglich.

Es werden keine optischen Ansprüche an die bis zu 7 m hohen Stützbauwerke in Form von Stahlbetonmauern bzw. Spritzbetonsicherungen/Ankerwänden gestellt. Eine eventuell durch die aus Sicht des Natur- und Landschaftsschutzes sinnvolle optische Aufwertung der Bauwerke wird bei dieser Variante nicht berücksichtigt. In rutsch- bzw. steinschlaggefährdeten Abschnitten wird die Stützmauer überhöht als Fangdamm errichtet. Das Sturzmaterial würde aus den Akkumulationszonen periodisch entnommen werden.

Zur Reduktion der Investitionskosten werden höhere Instandhaltungskosten und die Notwendigkeit früherer Folgeinvestitionen akzeptiert.

#### Variante 2: „Geh und Radweg Standardausbau“

Der Ausbauquerschnitt des Geh- und Radwegs ist identisch mit Variante 2. An die erforderlichen Sicherungs- und Stützbauwerke werden jedoch höhere optische und technische Ansprüche gestellt, was z.B. durch Verblendmauerwerke aus Natursteinen erreicht werden kann. In rutsch- bzw. steinschlaggefährdeten Abschnitten wird die Errichtung von zwei überdachten Galerien vorgesehen, deren Fundamente bis unter die Sohle der Bregenzerache reichen. Die Instandhaltungsmaßnahmen können dadurch reduziert werden.

#### Variante 2.1: „Geh und Radweg Standardausbau mit Tunnelstrecken“

Die Anforderungen sind identisch mit Variante 2. Anstatt der Galerien zur Absicherung der Trasse wurde die Errichtung von begeh- und befahrbaren Tunneln untersucht. Die Tunneltrassen umfahren die technisch aufwendigsten Bereiche. Damit werden zusätzlich ökologisch hochwertige Gebiete geschont und können von Besuchern freigehalten werden.

## **3.2 WASSERBAU - HOCHWASSERSCHUTZ**

In den Grundlagenprojekten der Abteilung Wasserbau, die in den letzten zwanzig Jahren erarbeitet wurden – u.a. Generelles Projekt, Geschiebeuntersuchungen, Untersuchung zum Einstoßen von Rutschhängen – wurde wiederholt festgestellt, dass aus Sicht der Wasserwirtschaft keine besonderen Interessen im Gebiet gegeben sind bzw. zu bearbeiten wären.

Die wasserbaulichen Interessen der Gemeinden bei Leitungsquerungen sowie jene der E-Wirtschaft erfordern jedenfalls Möglichkeiten zur Gebietszugänglichkeit.

### **3.3 TRASSENWAHL BESTAND BZW. PROJEKT LINKES ACHUFER**

Gerade die rechtsufrigen Prallufer unmittelbar vor und nach der Haltestelle Langen-Buch markieren die aus geologisch-geotechnischer Sicht kritischsten Abschnitte im Verlauf der alten Bahntrasse. Im Laufe der vergangenen Hochwässer fielen die bestehenden Uferverbauungen nahezu zur Gänze der Erosion durch die Bregenzerach zum Opfer. Dies in Kombination mit einem erhöhten Risiko durch Steinschlag und Rutschungen (hohe Ereignishäufigkeit und Intensität) legen ein Ausweichen mit der Trasse an die linken Gleitufer nahe.

Die Verlegung der Trasse an das linke Ufer kann jedoch aus geologisch-geotechnischer Sicht nur für die besagten Gleituferabschnitte empfohlen werden. Sowohl weiter talauswärts als auch taleinwärts dieser Abschnitt ist eine neu errichtete linksufrige Wegtrasse als äußerst kritisch zu bewerten bzw. nahezu unmöglich zu errichten. In Richtung Kennelbach resultiert dies aus dem hangparallelen Einfallen der Felsschichtung in der ohnehin schon instabilen Hangflanke. Taleinwärts, in Richtung Bozenau, wird das linke Ufer immer wieder durch senkrechte Wände aus brüchigem Fels unterbrochen.

Eine aus geologisch-geotechnischer Sicht durchaus sinnvolle Einbindung der linken Gleitufer in den Trassenverlauf wäre also nur über Brückenbauwerke zu bewerkstelligen.

Zusammenfassend ist die ursprüngliche Trassenwahl der Bregenzerwaldbahn entlang des rechten Ufers somit schlüssig und nachvollziehbar und soll beibehalten werden.

### **3.4 VORSCHAU FÜR WEITERENTWICKLUNG OHNE MAßNAHMEN – VARIANTE 0**

Die leichte Verwitterbarkeit des lokalen Festgesteins (Wechsellagerung aus Mergeln, Sandsteinen und Konglomeraten) spiegelt sich in den zahlreichen Steinschlag- und Felssturzereignissen in der Achslucht wieder. In Kombination mit der fluviatilen Erosion an den Prallufern führt dies – über geologische Zeiträume hinweg – zu einer stetigen Ansteilung des Oberhanges.

Hinweise auf tiefgründige Massenbewegungen konnten orographisch rechts der Bregenzerache keine festgestellt werden.

Die beschriebenen Erosionsprozesse führen zwar zu einer stetigen Regression der Prallhänge, dies jedoch mit einer Erosionsrate, aus der für die Oberlieger an der Geländekante zur Schlucht hin in absehbaren Zeiträumen keine Beeinträchtigung zu erwarten ist, insbesondere da keine Anzeichen für tiefgründige Massenbewegungen vorhanden sind (siehe auch Pkt. 3.1).

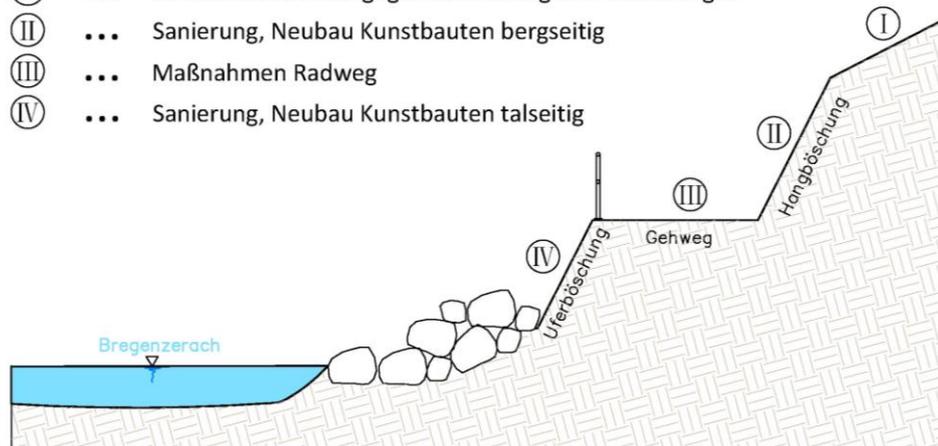
Dennoch führt der Zerfall der Verbauungsmaßnahmen der alten Bahntrasse zukünftig zu einer Beschleunigung der Erosionsprozesse, insbesondere in den Prallhängen. Sprich der fehlende Schutz durch die Verbauungen führt zu einer verstärkten Ufererosion und in weiterer Folge zu einer Häufung der gravitativen Massenbewegungen aus dem orographisch rechten Schluchteinhang.

Der Zerfall der Stützbauwerke und die rückschreitende Erosion, die zum Versagen sämtlicher Sicherungsmaßnahmen und Kunstbauten führt, macht die Trasse letztendlich über weite Strecken nicht passierbar.

### 3.5 MAßNAHMEN

Die Maßnahmen wurden je Variante für Regelprofil untersucht. Jedes Regelprofil wurde in vier Profilbereiche unterteilt, in denen üblicherweise ähnliche Maßnahmentypen erforderlich werden können. Diese Profilbereiche sind:

- Ⓘ ... Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag und Rutschungen
- Ⓜ ... Sanierung, Neubau Kunstbauten bergseitig
- ⓂⓂ ... Maßnahmen Radweg
- ⓂⓂⓂ ... Sanierung, Neubau Kunstbauten talseitig



#### Profilbereiche I

Oberhalb des Bereichs II liegender Bereich, der auch teilweise weit oberhalb liegen kann, aus dem Gefährdungen durch Rutschungen oder Steinschlag entstehen können. Die Bereiche werden mit Steinschlagschutzmaßnahmen (Netze, Auffangeinrichtungen, Mulden) abgesichert.

#### Profilbereiche II:

Unmittelbar an den Geh- und Radweg angrenzender Hangbereich der aus natürlichen Böschungen, Bruchsteinmauern, vermörtelten Bruchsteinmauern oder gesicherten Mauerkonstruktionen bestehen kann.

#### Profilbereiche III:

Geh- und Radwegtrasse im Wesentlichen entlang der ursprünglichen Bahnachse mit den dort befindlichen bestehenden Infrastrukturen, v.a. Entwässerungsquerungen, Wassergräben etc.) und Absturzsicherungen bei talseitigen Neigungen  $> 45^\circ$  und Absturzhöhen von mehr als 1 m.

#### Profilbereiche IV:

Flussseitig des Geh- und Radwegs befindliche Böschungsbereiche, die sich zwischen der Trasse und der Bregenzerrache befinden. Hier queren in den oberen Bereichen die Entwässerungseinrichtungen. Die Fußbereiche befinden sich in weiten Abschnitten im Einflussbereich des Abflusses und sind der Erosion ausgesetzt.

### 3.5.1 Maßnahmenbeschreibung aller Bautypen

Folgende Maßnahmen wurden variantenspezifisch untersucht:

B	Diverse Sanierungsmaßnahmen hangseitig
C	Diverse Sanierungsmaßnahmen flussseitig
D	Durchlass errichten / sanieren
E	teilweise Neubau Mauer hangseitig bis 3 m Höhe
F	teilweise Neubau Mauer hangseitig über 3 m Höhe
G	Neubau Mauer hangseitig bis 3 m Höhe
H	Neubau Mauer hangseitig über 3 m Höhe
H <sub>Galerie</sub>	Neubau Galerie hangseitig
I	teilweise Neubau Mauer flussseitig
J	Neubau Mauer flussseitig
K1	Steinschlagschutzdamm bewehrte Erde
K2	Steinschlagschutzdamm Steinschichtung luftseitig
K3	Steinschlagschutzdamm Eichenbohlenträgerwand
L	Rutschungsauffangbecken auf Mauerkrone
M1	Steinschlagschutzzaun (Stahldrahtnetz ohne Abspannung)
M2	Steinschlagschutzzaun (Stahldrahtnetz mit Abspannung)
N	Steinschlagschutznetz am Fels
O	Steinschlagschutz und Fußsicherung bei flachem Geländeverlauf
P1	Steinschlagschutz und Rutschungsauffangbecken
P2	Steinschlagschutz und Rutschungsauffangbecken bei Bestand (Holzbohlen)
P3	Steinschlagschutz und Rutschungsauffangbecken bei Bestand (Steinschlagnetz)
Q	Brückensanierung
R	Tunnelsanierung
S	Tunnelneubau
T	Wegebau inkl. Absturzsicherung
U	Rutschung entfernen

### 3.5.2 Bauprinzipien

Unterschiedliche Bauverfahren und Materialisierung führen bei den einzelnen Varianten zu unterschiedlichen Sicherheitsniveaus, Wirksamkeitsdauern und Nachinvestitionsaufwand. Die nachstehende Begriffsdefinition erläutert die Strategien: „Sicherung“ – „Sanierung“ – „Neubau“.

#### Sicherung:

Herstellung der Anlage in einen gebrauchsfähigen Zustand, der für eine relativ kurze Zeitspanne benutzbar ist. Aktuelle, offensichtlich erkennbare Gefahrenquellen werden beseitigt. Die Gesamtbetrachtung und die Schaffung eines einheitlichen Sicherheitsniveaus über die gesamte Strecke wird damit nicht erreicht. Die Eingriffe erfolgen ausschließlich punktuell.

Es werden ausschließlich defekte Teile ersetzt, es werden keine vorausschauenden Investitionen durchgeführt um die Gesamtlebensdauer zu erhalten oder zu verlängern. Es erfolgt keine vorausschauende Sicherung oder Sanierung aktuell nicht gefahrverursachender Bauteile.

Sicherungen führen zu geringeren aktuellen Investitionen und insgesamt zu einer kürzeren Gesamtlebensdauer der Anlagen im Vergleich mit Sanierungen oder Ersatzinvestitionen. Durch die Folgeinvestitionen aufgrund der vermiedenen vorausschauenden Instandhaltung entstehen gesamthaft deutlich höhere Investitions-/Barwerte.

Variante 1 wird als „Sicherungsmaßnahme“ untersucht. Der erreichbare Sicherheitsstandard ist geringer als bei Sanierungsmaßnahmen.

#### Sanierung:

Herstellung einer Anlage in einen gebrauchsfähigen Zustand, der für längere Zeitspanne ohne weitere Maßnahmen benutzbar ist. Es werden defekte Teile ersetzt und begleitend die unmittelbar erkennbaren, kurzfristig zu erwartenden sonstigen Investitionen durchgeführt um eine verlängerte Standzeit (gegenüber dem Zustand einer Sicherung) zu erhalten oder zu verlängern. Sanierte Bauwerke erreichen üblicherweise eine geringere technische Gesamtlebensdauer als Neu- oder Ersatzinvestitionen. Die Eingriffe erfolgen abschnittsweise.

Sie führen zu geringeren aktuellen Investitionen im Vergleich zu Neubauten. Die Gesamtlebensdauer der Anlagen ist im Vergleich zu Sicherungen deutlich länger. Im Vergleich mit Neubauten ist sie etwas kürzer. Die Sanierungsinvestitionen sind geringer als Neubauinvestitionen. Durch die Folgeinvestitionen aufgrund der verringerten vorausschauenden Instandhaltung entstehen aber gesamthaft deutlich höhere Investitions-/Barwerte.

Die Varianten 2 und 2.1 werden überwiegend als „Sanierungsmaßnahme“ untersucht, Neubauten (Stützbauwerke, Tunnel, Galerien, Steinschlagschutzmaßnahmen) sind dennoch unvermeidlich und stellen einen großen Anteil der Maßnahmen dar.

Der erreichbare Sicherheitsstandard ist höher als bei Sicherungsmaßnahmen und entspricht dem heute vorhandenen Sicherheitsniveau der Strecke Egg-Doren.

#### Neubau:

Neuerrichtung der Gesamtanlage in einem gebrauchsfähigen Zustand, der für längere Zeitspanne ohne weitere Maßnahmen benutzbar ist. Es werden alle Altanlagen abgetragen und neuwertig aufgebaut. Neubauten überschreiten üblicherweise die technische Gesamtlebensdauer von Sicherungs- und Sanierungsinvestitionen jedenfalls.

Sie führen aktuell zu den größten Investitionen und insgesamt zur längsten Lebensdauer. Sanierungsinvestitionen werden erst nach Jahrzehnten anfallen. Die sehr hohe Erstinvestition in Verbindung mit einer vorausschauenden Instandhaltung führt zu gesamthaft hohen Investitions-/Barwerte.

Der erreichbare Sicherheitsstandard ist höher als bei Sicherungsmaßnahmen und entspricht dem heute vorhandenen Sicherheitsniveau der Strecke Egg-Doren.

### 3.5.3 Maßnahmen Variante V0

Keine Maßnahmen, der Rückbau der Anlage wurde nicht untersucht

### 3.5.4 Maßnahmen Variante V0.1

- B Entwässerung Stützbauwerk Bestand, einzelne Mauersteine austauschen bzw. neu aufschlichten, Böschungsentwässerung, etc.
- E teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand, wenn möglich Trassenführung anpassen
- H Stützbauwerk Spritzbetonnagelwand unverkleidet, wenn möglich Trassenführung anpassen
- I teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand, bei unterspültem Fuß: Unterfangung mit Ortbeton, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- J Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- K2 Steinschlagschutzdamm mit Steinschichtung luftseitig
- L verankerte Stahlbetonmauer auf hangseitiger Sicherung
- N mit Felsbolzen fixierte Stahldrahtnetzte direkt am Fels
- P1 Stahlsteher mit Eichenbohlen auf verankertem Fundament auf hangseitiger Sicherung
- P2 Eichenbohlen zwischen bestehenden Stahlstehern erneuern
- P3 Eichenbohlen durch Steinschlagnetz zwischen bestehenden Stahlstehern ersetzen
- Q Brückensanierung
- T Wegebau ohne Absturzsicherung
- U Rutschung entfernen

### 3.5.5 Maßnahmen Variante V1

- B Entwässerung Stützbauwerk Bestand, einzelne Mauersteine austauschen bzw. neu aufschlichten, Böschungsentwässerung, etc.
- C Entwässerung Stützbauwerk Bestand, einzelne Mauersteine austauschen bzw. neu aufschlichten, Böschungsentwässerung, unterspülter Mauerfuß sanieren, etc.
- D Durchlass neu errichten / sanieren
- E teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand
- F teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand
- G Stützbauwerk Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung
- H Stützbauwerk Spritzbetonnagelwand unverkleidet
- I teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand, bei unterspültem Fuß: Unterfangung mit Ortbeton, bei Bedarf Sicherung der Unterfangung mit Gründungspfählen, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- J Spritzbetonnagelwand unverkleidet oder Steinschichtung, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- K1 Steinschlagschutzdamm mit bewehrte Erde Konstruktion
- K2 Steinschlagschutzdamm mit Steinschichtung luftseitig
- K3 tiefenfundierte Eichenbohlenwand bei beengten Platzverhältnissen
- L verankerte Stahlbetonmauer auf hangseitiger Sicherung
- M1 Steinschlagschutzzaun ohne Abspannung
- M2 Steinschlagschutzzaun mit Abspannung
- N mit Felsbolzen fixierte Stahldrahtnetzte direkt am Fels
- O Steinschichtung mit bergseitiger Auffangmulde
- P1 Stahlsteher mit Eichenbohlen auf verankertem Fundament auf hangseitiger Sicherung
- P2 Eichenbohlen zwischen bestehenden Stahlstehern erneuern
- P3 Eichenbohlen durch Steinschlagnetz zwischen bestehenden Stahlstehern ersetzen
- Q Brückensanierung
- R Tunnelsanierung
- T Wegebau inkl. Absturzsicherung
- U Rutschung entfernen

### 3.5.6 Maßnahmen Variante V2

- B Entwässerung Stützbauwerk Bestand, einzelne Mauersteine austauschen bzw. neu aufschlichten, Böschungsentwässerung, etc.
- C Entwässerung Stützbauwerk Bestand, einzelne Mauersteine austauschen bzw. neu aufschlichten, Böschungsentwässerung, unterspülter Mauerfuß sanieren, etc.
- D Durchlass neu errichten / sanieren teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand verkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand
- F teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand verkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand
- G Stützbauwerk Spritzbetonnagelwand verkleidet
- H Stützbauwerk Spritzbetonnagelwand verkleidet
- H<sup>Galerie</sup> Galerie anstatt Stützbauwerk verkleidet in Kombination mit Steinschlagschutz
- I teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand verkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand, bei unterspültem Fuß: Unterfangung mit Ortbeton, bei Bedarf Sicherung der Unterfangung mit Gründungspfählen, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- J Stahlbetonsockel - bei Bedarf tiefenfundiert, Steinsatz vermörtelt oder Spritzbetonnagelwand, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- K1 Steinschlagschutzdamm mit bewehrte Erde Konstruktion
- K2 Steinschlagschutzdamm mit Steinschichtung luftseitig
- K3 tiefenfundierte Eichenbohlenwand bei beengten Platzverhältnissen
- L verankerte Stahlbetonmauer auf hangseitiger Sicherung
- M1 Steinschlagschutzzaun ohne Abspannung
- N mit Felsbolzen fixierte Stahldrahtnetzte direkt am Fels
- O Steinschichtung mit bergseitiger Auffangmulde
- P1 Stahlsteher mit Eichenbohlen auf verankertem Fundament auf hangseitiger Sicherung
- P2 Eichenbohlen zwischen bestehenden Stahlstehern erneuern
- P3 Eichenbohlen durch Steinschlagnetz zwischen bestehenden Stahlstehern ersetzen
- Q Brückensanierung
- R Tunnelsanierung
- T Wegebau inkl. Absturzsicherung
- U Rutschung entfernen

### 3.5.7 Maßnahmen Variante V2.1

- B Entwässerung Stützbauwerk Bestand, einzelne Mauersteine austauschen bzw. neu aufschlichten, Böschungsentwässerung, etc.
- C Entwässerung Stützbauwerk Bestand, einzelne Mauersteine austauschen bzw. neu aufschlichten, Böschungsentwässerung, unterspülter Mauerfuß sanieren, etc.
- D Durchlass neu errichten / sanieren
- E teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand verkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand
- F teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand verkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand
- G Stützbauwerk Spritzbetonnagelwand verkleidet
- H Stützbauwerk Spritzbetonnagelwand verkleidet
- H<sup>Galerie</sup> Galerie anstatt Stützbauwerk verkleidet in Kombination mit Steinschlagschutz
- I teilweise Neubau mit Spritzbetonnagelwand verkleidet oder Steinschichtung, Entwässerung Bestand, bei unterspültem Fuß: Unterfangung mit Ortbeton, bei Bedarf Sicherung der Unterfangung mit Gründungspfählen, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- J Stahlbetonsockel - bei Bedarf tiefenfundiert, Steinsatz vermörtelt oder Spritzbetonnagelwand, Kolkschutz mit Flussbausteinen
- K1 Steinschlagschutzdamm mit bewehrte Erde Konstruktion
- K2 Steinschlagschutzdamm mit Steinschichtung luftseitig
- K3 tiefenfundierte Eichenbohlenwand bei beengten Platzverhältnissen
- L verankerte Stahlbetonmauer auf hangseitiger Sicherung
- M1 Steinschlagschutzzaun ohne Abspannung
- N mit Felsbolzen fixierte Stahldrahtnetzte direkt am Fels
- O Steinschichtung mit bergseitiger Auffangmulde
- P1 Stahlsteher mit Eichenbohlen auf verankertem Fundament auf hangseitiger Sicherung
- P2 Eichenbohlen zwischen bestehenden Stahlstehern erneuern
- P3 Eichenbohlen durch Steinschlagnetz zwischen bestehenden Stahlstehern ersetzen
- Q Brückensanierung
- R Tunnelsanierung
- S Tunnelneubau
- T Wegebau inkl. Absturzsicherung
- U Rutschung entfernen

### 3.5.8 **Bereich 1**

Bei der Variante 0.1 - Gehweg sind in Bereich 1 hangseitig und flussseitig jeweils nur einzelne neue Stützbauwerke bzw. Sicherungsmaßnahmen projektiert. Über die hang- und flussseitigen Maßnahmen hinaus sind örtlich Steinschlagschutzbauwerke nötig.

Bei einem Ausbau als Geh- und Radweg sind bei den Varianten 1, 2, und 2.1 jeweils weitere Sicherungsmaßnahmen fluss- und hangseitig sowie zusätzliche Steinschlagschutzvorrichtungen vorgesehen. Neben der Sanierung bestehender Steinschlagschutzvorrichtungen sind Neuerrichtungen notwendig. Am Ende von Bereich 1 ist zudem ein Steinschlagschutznetz am Fels projektiert.

Bei etwa km 2 wird bei den Varianten 2 und 2.1 die Errichtung einer Galerie empfohlen. Die Wegtrasse wird durch die Errichtung und Sanierung von Durchlässen und dem generellen Wegebau mit Absturzsicherungen etc. ertüchtigt.

### 3.5.9 **Bereich 2**

Während im Bereich 2 nach der Haltestelle Fluh anfangs nur einzelne Maßnahmen zur hang- und flussseitigen Sicherung sowie zum Steinschlagschutz der Wegtrasse notwendig sind, verstärkt sich die Intensität der Maßnahmen im Bereich der Prallufer.

Im Nahbereich der Wirtatobelbrücke sowie etwas talauswärts der Haltestelle Langen – Buch sind flussseitige und hangseitige Sicherungsneubauten nötig. Weiters sind die hangseitigen Stützbauwerke durch Steinschlagschutzbauwerke (z.B. Stahldrahtnetze und Mauererhöhungen mit Rutschungsauffangbecken) zu ergänzen.

Beim Prallufer talauswärts der Haltestelle Langen – Buch ist in Variante 2 eine Galerie vorgesehen. Bei der Variante 2.1 ist ab ca. km 4,0 bis knapp vor die Haltestelle Langen – Buch ein etwa 490 m langer Tunnel projektiert.

Die Arbeiten an der Trasse setzen sich aus der Ertüchtigung des Rickenbachtunnels und der Wirtatobelbachbrücke, dem Wegebau samt Absturzsicherungen sowie der Errichtung und Sanierung von Durchlässen zusammen.

### 3.5.10 **Bereich 3**

Besonders kritisch ist in Bereich 3 das Prallufer taleinwärts nach der Haltestelle Langen – Buch. Es sind flussseitig und hangseitig neue Sicherungsbauwerke notwendig. Ebenfalls müssen Steinschlagschutzbauwerke errichtet werden. Die Varianten 0.1 und 1 sehen die Neuerrichtung von Stützbauwerken und Steinschlagschutzbauten vor, während bei der Variante 2 eine Galerie und bei Variante 2.1 ein etwa 570 m langer Tunnel vorgesehen ist.

Weiter taleinwärts sind mit Ausnahme von Variante 0.1 lokal flussseitig und hangseitig Sicherungsmaßnahmen sowie neue Stützbauwerke nötig. Als Steinschlagschutz sind in weiten Teilen der Strecke Steinschlagschutzdamm – Systeme geplant. Bei ca. km 6,0 sind Steinschlagschutznetze am Fels notwendig.

Die Trasse selbst wird durch die Errichtung und Sanierung von Durchlässen sowie Wegebauarbeiten mit Absturzsicherungen ertüchtigt.

### **3.5.11 Bereich 4**

Mit dem Rotachtunnel und der Rotachbrücke beginnt der Abschnitt 4. In der Variante 0.1 sind außer der Sanierung der Rotachbrücke und der Bozenauerbachbrücke keine Maßnahmen vorgesehen. Bei den anderen Varianten ist zudem die Sanierung des Rotachtunnels geplant.

Weiters ist vereinzelt die Sicherung oder der Neubau von hang- und flusseitigen Stützbauwerken geplant. In wenigen Bereichen sind zudem Steinschlagschutzmaßnahmen (Steinschlagschutzdamm – Systeme und Stahldrahtnetze) nötig.

Auf der Wegtrasse sind neben der Ertüchtigung der Brücken und des Tunnels auch die Sanierung und Neuerrichtung von Durchlässen sowie Wegebauarbeiten mit Absturzsicherungen notwendig.

### **3.5.12 Restrisiko**

Festzuhalten ist, dass auch durch die geplanten Maßnahmen die Gefährdung durch die geologischen Prozesse (Steinschlag, Rutschungen) oberhalb der Trasse sowie durch Baumfall nicht vollständig verhindert werden können. Davon ausgenommen sind die Tunnel und Galerien.

Flussseitig können weiterhin Erosionen auftreten, sofern diese nicht durch entsprechende Befestigungen verhindert werden oder die Mauergründung durch Sanierungsmaßnahmen ausreichend tiefergeführt wird.

## **3.6 BETRIEB**

### **3.6.1 Jahreszeitlicher Betrieb**

Die Anlage soll ausschließlich für den Betrieb außerhalb der Winterzeit ausgelegt werden. Bei Schneefall- und Eisgefahr sind Sperren vorgesehen. Eine Schneeräumung und Salzstreuung sind nicht absehbar.

Extremhochwässer, die zu Trassenüberflutungen führen, können fallweise Sperrungen erfordern, ebenso Extremniederschläge hoher Intensität oder von langer Dauer, die erhöhte Gefahren mit sich bringen.

### **3.6.2 Verwaltung, Organisation**

Die Anlage befindet sich in einem sehr großen Gebiet, das im Wesentlichen nur von zwei Seiten gut zugänglich ist. Auch bei technisch bester Sanierung verbleiben Restrisiken durch Baumfall, Rutschungen, Steinschlag etc. Im Betriebskonzept sind deshalb die Verantwortlichkeiten, Kontroll-, Entscheidungs- und Instandhaltungsvorgänge für den regulären Betrieb und für Sondersituationen vorzugeben.

Der Betreiber muss davon ausgehen, dass der nichtfachmännische Besucher nicht in der Lage ist, Naturrisiken vollumfänglich zu erkennen. Die Erwartungshaltung des Besuchers ist, dass er ein offenkundig begehbare Gebiet mit einem üblichen Ausmaß an Sorgfalt gefahrlos begehen kann.

Die Betriebsorganisation hat deshalb neben ihren Standardaufgaben (Organisation, Betriebswirtschaft, Instandhaltung) auch die Sicherheit der Anlage zu gewährleisten. In einem solchen Gremium können auch Fragen der Finanzierungs- und Steuerabwicklung gut geregelt werden.

## **4. KOSTENERMITTLUNG – INVESTITION**

### **4.1 SYSTEMATIK DER KOSTENERMITTLUNG**

Die Investitionskosten wurden je Bautyp für Musterstrecken im Detail ermittelt und auf Laufmeterkosten umgerechnet.

Die Nebenkosten wurden je nach Schwierigkeit der Bauaufgabe zwischen 10 und 15 % abgestuft.

Die Reserven für „Unvorhergesehenes“ und „Wagnis“ wurden – auch im Hinblick auf die Bauzeit von einigen Jahren – auf 10 % angesetzt.

Einen wesentlichen Kostenfaktor stellen die allgemeinen Baustelleneinrichtungskosten dar, die je nach Schwierigkeit der Bauaufgabe zwischen 8 und 12 % abgestuft wurden.

Die abschnittsbezogenen Detailkostenermittlungen je Variante sind im Anhang enthalten.

Im Hinblick auf die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten wurden für alle Varianten Barwerte ermittelt. Die Barwertermittlung basiert auf folgenden Grundsätzen:

- Die Ermittlung erfolgt für einen Zeitraum von 50 Jahren
- Bei Variante 0.1 sind nach einer Dauer von 10 Jahren die Maßnahmen der Variante 1 erforderlich
- Ein Teil der Maßnahmen der Variante 1 hat eine kalkulierte Lebensdauer von 20 Jahren, demzufolge sind diese Investitionen während des Betrachtungszeitraums zweimal zu wiederholen
- Für die Berechnung wurde ein Barwertzinssatz von 1 % angesetzt
- Die Unterhaltskosten wurden in der Barwertermittlung als jährlich wiederkehrende gleichbleibende Zahlung bei allen Varianten angesetzt (siehe Kapitel 5.). Sie haben für alle Varianten dieselbe Höhe, da es sich um die Kosten für den Regelbetrieb handelt. Sonderkosten in Folge von Naturereignissen oder für Investitionen mit geringer Nutzungswirksamkeit sind separat zu finanzieren, bzw. wurden in der Lebensdauer der einzelnen Maßnahmen berücksichtigt.

Bei der Variante 1 „Sicherung“ sind während der Betrachtungsdauer hohe Reinvestitionen durch kürzere Nutzungswirksamkeit der gesetzten Maßnahmen zu erwarten. Bei den Varianten 2 und 2.1. sind die Reinvestitionen geringer. Maßnahmen mit längerer Wirkdauer (Lebenserwartung, Lebensdauer) führen zu einem höheren Sicherheitsniveau während der Nutzungsdauer.

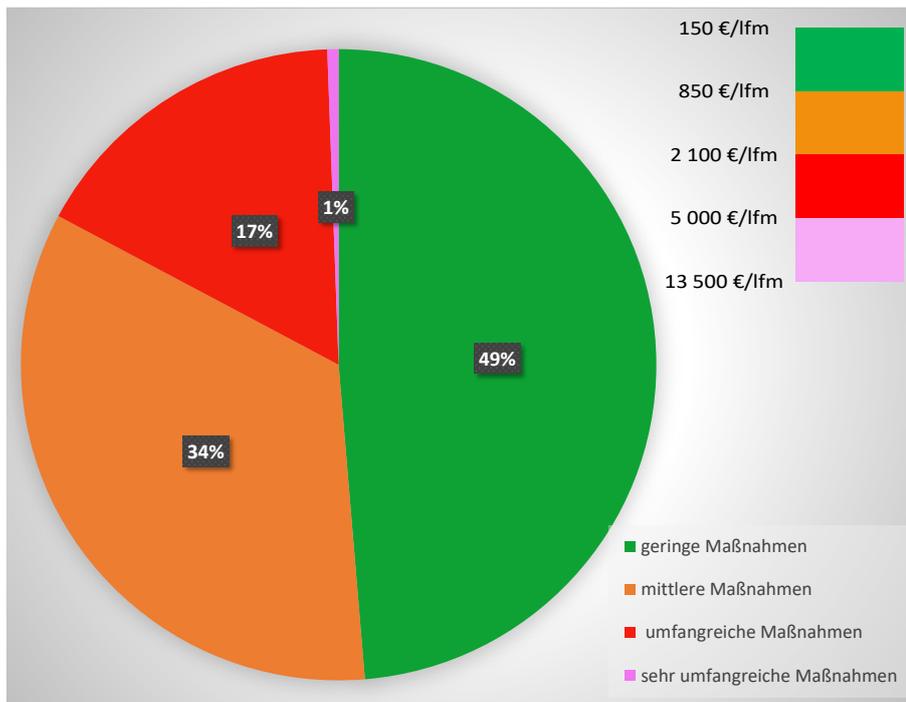
### **4.2 INVESTITIONSKOSTEN VARIANTE V0**

Der Rückbau der Anlage wurde nicht untersucht.

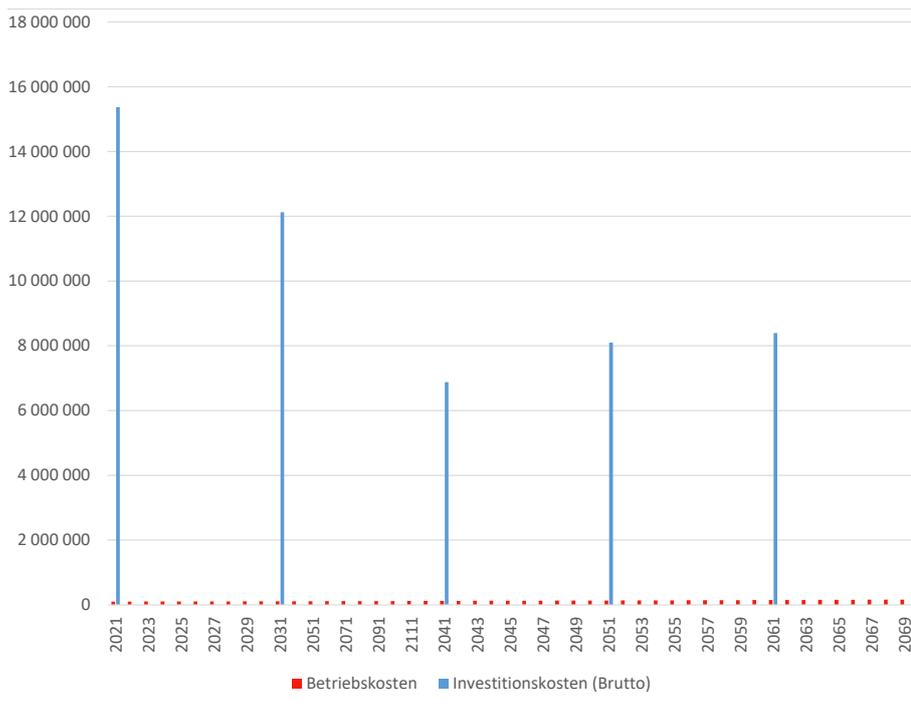
### 4.3 INVESTITIONSKOSTEN VARIANTE V0.1

Investitionskosten gesamt      brutto EUR      15 600 000 €  
 Projektkostenbarwert (50 J)      brutto EUR      50 900 000 €

#### Maßnahmenüberblick



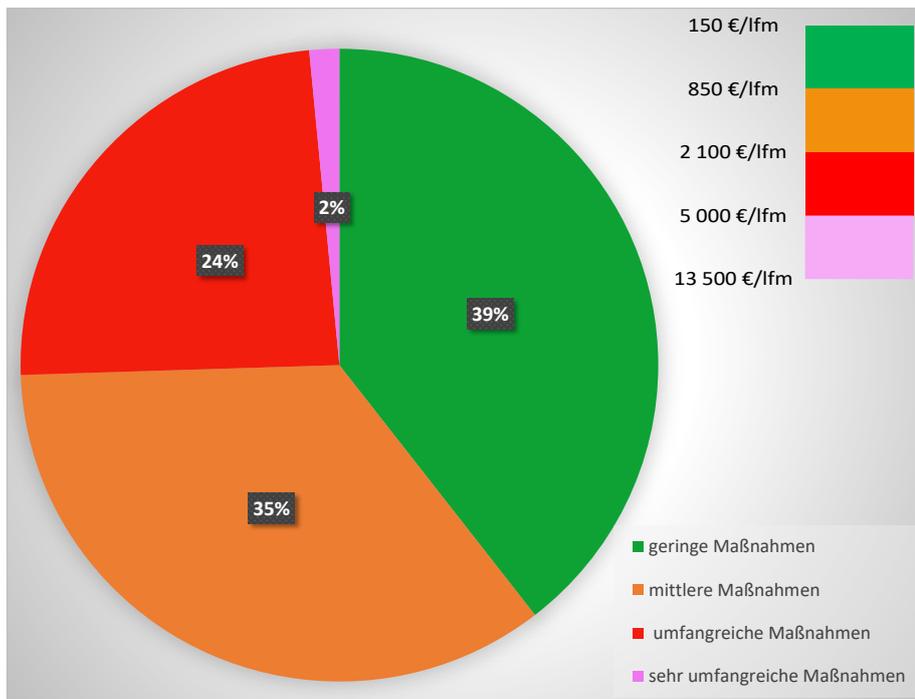
#### Investitionskosten



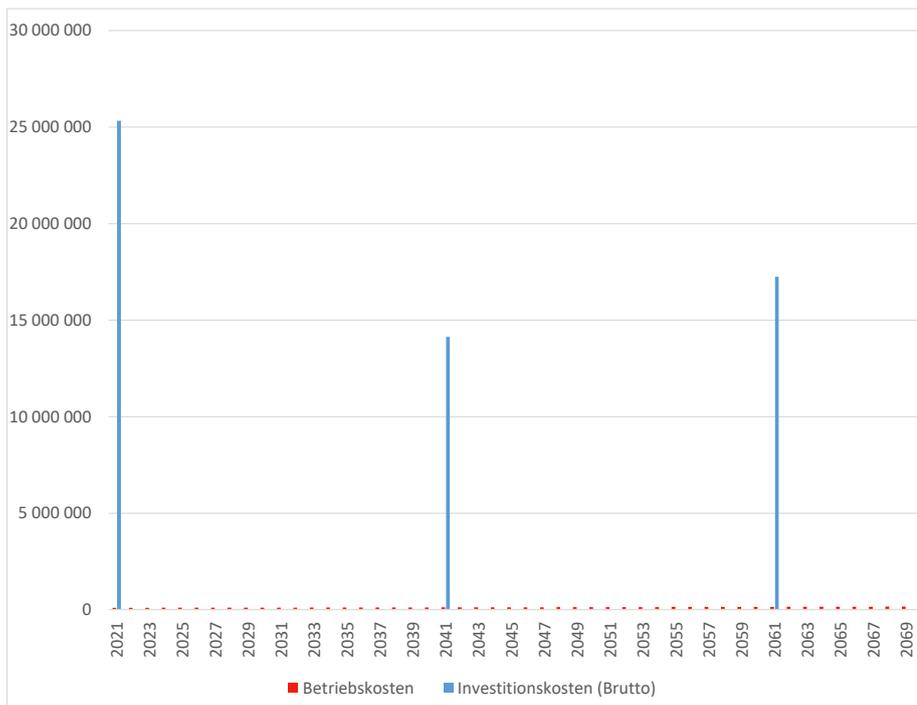
## 4.4 INVESTITIONSKOSTEN VARIANTE V1

Investitionskosten gesamt brutto EUR 26 400 000 €  
 Projektkostenbarwert (50 J) brutto EUR 56 800 000 €

### Maßnahmenüberblick



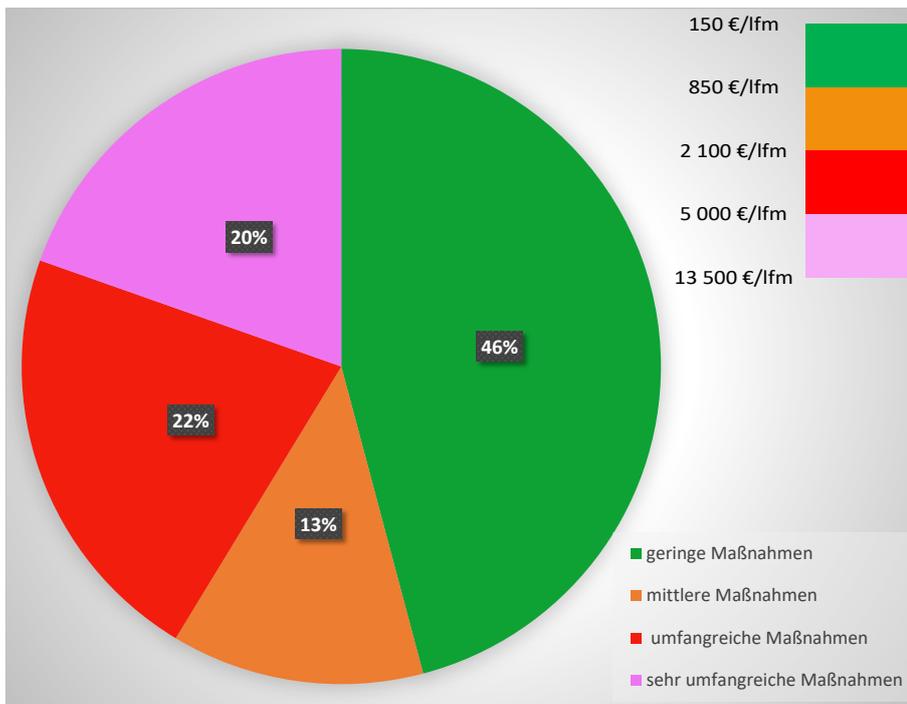
### Investitionskosten



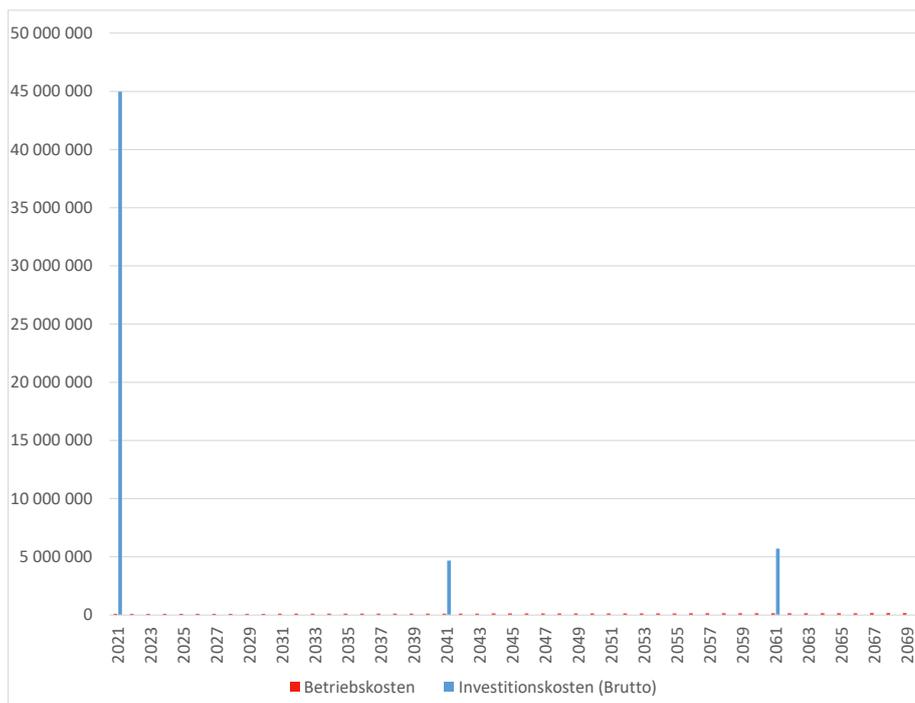
## 4.5 INVESTITIONSKOSTEN VARIANTE V2

Investitionskosten gesamt	brutto EUR	45 600 000 €
Projektkostenbarwert (50 J)	brutto EUR	55 400 000 €

### Maßnahmenüberblick



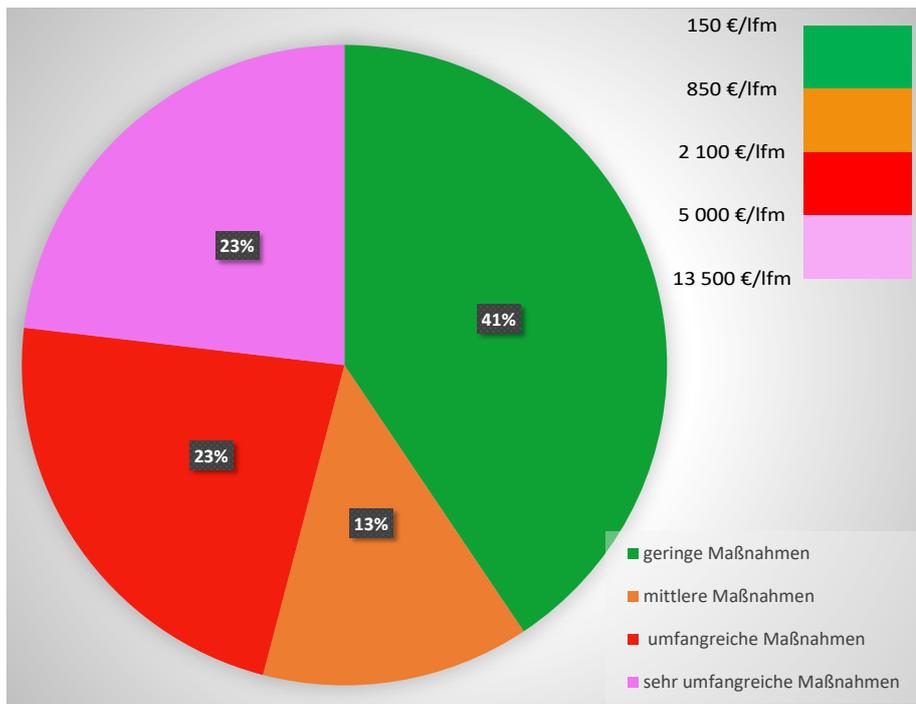
### Investitionskosten



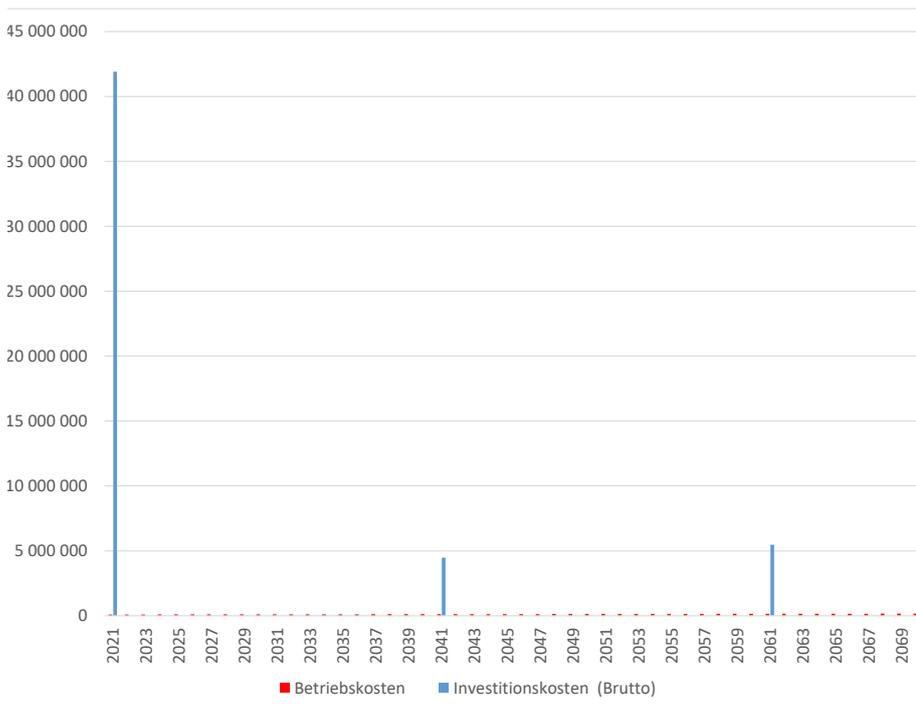
## 4.6 INVESTITIONSKOSTEN VARIANTE V2.1

Investitionskosten gesamt	brutto EUR	42 000 000 €
Projektkostenbarwert (50 J)	brutto EUR	51 900 000 €

### Maßnahmenüberblick



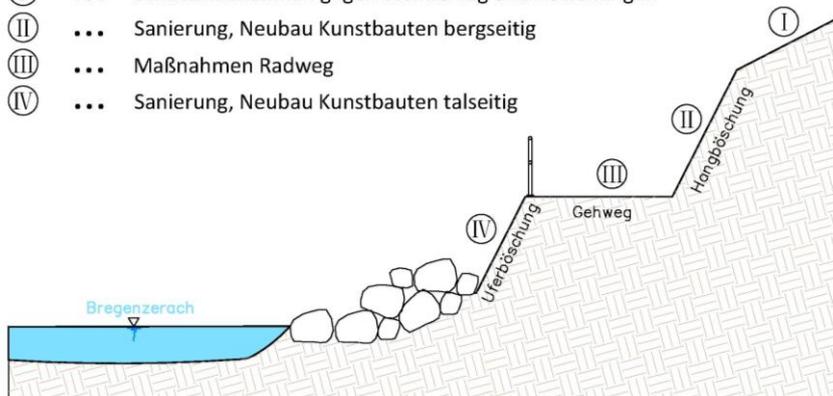
### Investitionskosten



## 4.7 INVESTITIONEN – VERGLEICH DER SICHERUNGSaufwÄNDE

Die Investitionskostenanteile für Sicherungen der Varianten unterscheiden sich in folgenden Hauptpunkten bezogen auf die einzelnen Profilbereiche des Maßnahmenbandes:

- Ⓘ ... Schutzmaßnahmen gegen Steinschlag und Rutschungen
- Ⓜ ... Sanierung, Neubau Kunstbauten bergseitig
- Ⓝ ... Maßnahmen Radweg
- Ⓞ ... Sanierung, Neubau Kunstbauten talseitig



Die nachstehende Tabelle listet alle Sicherungsmaßnahmen gegliedert nach Profilbereichen und Varianten auf.

Profilbereich		Variante 1	Variante 2	Variante 2.1	
I	K1	497.028	497.028	497.028	
	K2	354.059	268.335	268.335	
	K3	625.668	625.668	625.668	
	L	896.935	896.935	896.935	
	M1	1.672.179	1.672.179	1.672.179	
	M2	2.394.448	0	0	
	N	923.896	923.896	923.896	
	O	231.172	231.172	191.827	
	P1	281.648	281.648	281.648	
	P2	60.522	60.522	60.522	
P3	98.185	98.185	45.617		
	<b>Gesamt</b>	<b>8.035.741</b>	<b>5.555.570</b>	<b>5.463.657</b>	
II	B	482.754	449.613	415.728	
	E	271.723	673.263	673.263	
	F	472.667	1.210.028	1.210.028	
	G	117.418	447.655	387.007	
	H	2.535.680	4.288.524	4.029.297	
	H Galerie	0	11.837.000	1.836.938	
	<b>Gesamt</b>	<b>3.880.242</b>	<b>18.906.082</b>	<b>8.552.261</b>	
III	D	313.075	313.075	240.654	
	Q	1.323.670	1.323.670	1.323.670	
	R	499.521	499.521	499.521	
	S	0	0	11.144.681	
	T	1.978.567	1.978.567	1.978.567	
	<b>Gesamt</b>	<b>4.114.834</b>	<b>4.114.834</b>	<b>15.187.094</b>	
IV	C	918.579	918.579	818.306	
	I	1.075.009	1.970.850	1.721.452	
	J	1.955.786	4.889.466	2.636.209	
		<b>Gesamt</b>	<b>3.949.374</b>	<b>7.778.894</b>	<b>5.175.967</b>
	U	1.124.762	1.124.762	543.562	
	<b>Gesamt netto</b>	<b>22.000.000,00 €</b>	<b>38.000.000,00 €</b>	<b>35.000.000,00 €</b>	
	<b>Gesamt brutto</b>	<b>26.400.000,00 €</b>	<b>45.600.000,00 €</b>	<b>42.000.000,00 €</b>	

Die Variante 1 erfordert hohe Investitionen im Profilbereich I gegen Steinschlag und Rutschungen, die allerdings nur 10 Jahre wirksam sind.

Die Variante 2 erfordert hohe Investitionen in den Profilbereichen I, II und IV für Sicherungsmaßnahmen, die für eine erhöhte Lebensdauer und Sicherheit ausgelegt sind. Bei der Variante 2 verursacht dies vor allem die Errichtung der Galerien entlang der heutigen Trasse.

Die Variante 2.1 erfordert hohe Investitionen in den Profilbereichen II und IV für Sicherungsmaßnahmen, die für eine erhöhte Lebensdauer und Sicherheit ausgelegt sind. Die Aufwände im Profilbereich IV sind im Verhältnis zur Variante 2 deutlich geringer, da die neuen Tunnel besonders aufwändige Sanierungsabschnitte im Uferbereich umgehen. Investitionskosten für diesen Profilbereich sind geringer. Im Vergleich aller Varianten wird hier das höchste Sicherheitsniveau erreicht.

## 5. KOSTENERMITTLUNG – UNTERHALT

Für den Betrieb der Anlage gelten die folgend erläuterten Instandsetzungsgrundsätze. Die Vornahme von Reparaturen ist eine Strategie, welche für die Variante 1 angewendet wird, für die anderen Varianten wird die Regelwartung laut untenstehenden Begriffsdefinition empfohlen.

### Instandhaltung:

Inspektion + Wartung + Instandsetzung (Reparatur)

### Inspektion:

Prüfende Tätigkeit (Kontrolle) zur Feststellung zur Beurteilung des Ist-Zustandes

### Wartung:

Planmäßige Maßnahme zur Verzögerung des Abbaus der Abnutzung. Sie wird planmäßig ausgeführt. Ziel ist eine möglichst lange Lebensdauer und ein geringer Verschleiß.

### Instandsetzung (Reparatur):

Ein defektes Objekt wird wieder in einen funktionsfähigen Zustand zurückversetzt, die ursprünglich erwartbare Lebensdauer wird dadurch nicht oder nur gering verlängert.

Es wird davon ausgegangen, dass durch konsequente Ersatzinvestition laut obiger Barwertermittlung des Sicherheitsniveau der Anlage für alle Varianten für die Benutzung gleich hoch gehalten wird. Demzufolge sind die Betreuungs- und Wartungskosten für alle Varianten gleich.

Aufgrund des exponierteren Geländes und der längeren Strecke werden die bekannten mittleren jährlichen Kosten des Abschnittes Doren – Egg nach einer Betriebszeit von rund 10 Jahren mit einem Aufschlag von 50 % versehen. Der Kostenansatz von EUR 100.000 pro Jahr begründet sich wie folgt:

Instandhaltungskosten Egg-Doren	EUR 40.000
Sonderzahlungen (Windwurf, Hochwasser,...)	EUR 20.000
<b>Gesamt Instandhaltung Egg-Doren</b>	<b>*jährlich EUR 60.000</b>
<i>*Grundlage 5-jährlicher Durchschnitt</i>	
Aufschlag Mehrlänge Kennelbach – Doren + 50 %	+ 50 %
<b>Gesamt Instandhaltung Kennelbach-Doren</b>	<b>EUR 100.000</b>

## 6. ZUSAMMENFASSUNG

Das Land Vorarlberg und die Gemeinden des Bregenzerwaldes arbeiten an attraktiven Radverbindungen zwischen der Region und dem Rheintal. Die Trasse der ehemaligen Bregenzerwaldbahn zwischen Doren und Kennelbach wurde dafür immer wieder ins Gespräch gebracht.

Auf der Trasse der Bregenzerwaldbahn kann die Bestandsinfrastruktur zu einem Geh- und Radweg nach dem Stand der Technik und der Vorarlberger Radstrategie entwickelt werden. Die Trasse stellt eine kurze Verbindung mit geringstmöglichem Höhenunterschied zwischen den Regionen dar.

Die Würdigung und der Erhalt des historischen Baudenkmals ist parallel mit der Nutzung als Geh- und Radweg vorstellbar. Das zeigt auch der Abschnitt Egg-Doren.

Ökologische, wasserbautechnische, verkehrsplanerische und andere Belange sind in gegenständlichem Bericht nicht enthalten und in Folgeprojekten zu bewerten.

Die Hauptergebnisse der bautechnischen und geologischen Machbarkeitsuntersuchung sind:

### **Variante 0.1 Gehweg (ohne Radweg)**

Die Variante 0.1 Gehweg (ohne Radweg) wurde zu Beginn der Untersuchung diskutiert. Auch für eine reine Gehwegnutzung gilt: die Sicherheit für die Benutzer erfordert hohe Investitionen.

Für Bau und Absicherung eines Gehweges ist die Errichtung einer vollständigen Baustraße erforderlich. Die Baustraße ist wieder zurückzubauen, da sie bestimmungsgemäß keinen Radweg ergeben soll.

Die Projektvorgabe einer Radwegverbindung wird dadurch verfehlt. Die Variante wird nicht weiter verfolgt.

### **Variante 1 Gehweg und Radweg – Minimalmaßnahme**

Die Variante 1 Geh- und Radweg als Minimalmaßnahme hat bei der Ersterrichtung den minimalsten, vertretbaren Sicherheitsstandard. Die getätigten Erstinvestitionen haben eine Wirkungsdauer von 10 Jahren.

Die Variante 1 hat Erstinvestitionskosten von 26,4 Mio EUR.

Die Gesamtkosten über 50 Jahre betragen für Variante 1 Geh- und Radweg als Minimalmaßnahme 56,8 Mio EUR.

Die Gesamtkosten über 50 Jahre sind die höchsten aller untersuchten Varianten.

### **Variante 2 Gehweg und Radweg – Standardausbau**

#### **Variante 2.1 Gehweg und Radweg – Standardausbau mit Tunnel**

Die Variante 2 Geh- und Radweg im Standardausbau und die Variante 2.1 Geh- und Radweg im Standardausbau mit Tunnelstrecken haben automatisch ein durchgehend hohes Sicherheitsniveau. Die Variante 2 sichert die Trasse gegen Rutschungen von oben bzw. den Angriff durch Hochwässer mit Galeriebauwerken ab.

Die Variante 2.1 verlässt die Bahntrasse an der bautechnisch und ökologisch anspruchsvollsten Stelle. Dort bilden zwei kurze Radwegtunnel die neue Trasse.

Die Variante 2.1 hat Erstinvestitionskosten von 42 Mio EUR.

Die Variante 2.1 hat die geringsten Gesamtkosten über die Lebensdauer.

Die Gesamtkosten über 50 Jahre betragen für Variante 2.1 Geh- und Radweg im Standardausbau mit Tunnelstrecken 51,9 Mio EUR an.

Der Altbestand ist bereits stark angegriffen. Der Erhalt erfordert intensive Maßnahmen.

Alle Varianten erfordern hohe Basisinvestitionen für die bautechnische Zugänglichkeit (Transporte, Materialbewegung).

Varianten, die den Bestand nur sichern, aber technisch nicht weiterentwickeln, führen zu hohen Folgeinvestitionen, um das Sicherheitsniveau langfristig aufrecht zu erhalten.

Bregenz, im August 2021

.....  
RGPZT | Dipl.-Ing. Michael H. Gasser

Andelsbuch, im August 2021

.....  
Mprove | Mag. (FH) Alois Mätzler

Bregenz, im August 2021

.....  
3P Geotechnik West | Dipl.-Ing. Clemens Krösbacher

Egg, im August 2021

.....  
Geomac | Dipl.-Ing. Marcus Oberhauser

Projektverfasser:

Melanie Gantner  
Bernhard Kempf  
Michael Fink  
Laura Zerlauth

## 7. ANHANG KOSTENERMITTLUNG

- **Anhang A** Variante 0.1 Gehweg
- **Anhang B** Variante 1 Geh- und Radweg – Minimalmaßnahme
- **Anhang C** Variante 2 Geh- und Radweg – Standardausbau
- **Anhang D** Variante 2.1 Geh- und Radweg – Standardausbau + Tunnel

# ANHANG A





# ANHANG B





# ANHANG C





# ANHANG D



