



## Nationalstrassen

Strassen-Nr.

# N06

Unterhaltsabschnitt

## 32

Autobahnklasse

**1. Klasse**

**Muri – Rubigen**

EU-Strassen-Nr.

Projektphase

## Projektauftrag

Projekt- / Berichtsbezeichnung

# EP Muri - Rubigen

## Synthesebericht

Projektkurzbezeichnung

**N00.F2-016**

Projekt-Nr. / TDCost-Nr.

**120098**

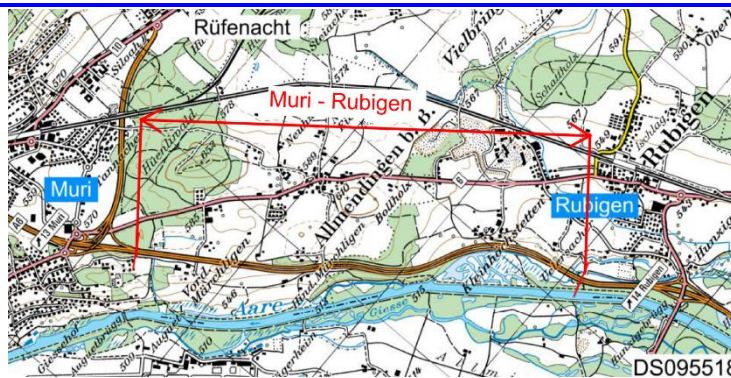
Inventarobjekt-Nr.

**02.06.32.301.01**

Unterhaltskilometer

**8.000 – 11.630**

RBBS



Projektverfasser:

**Weber + Brönnimann AG**  
Munzingerstrasse 15  
3007 Bern  
Tel. 031 370 92 11  
Fax 031 372 49 08  
[info@webroe.ch](mailto:info@webroe.ch)

K:\5292-Studie N6 Muri-Rubigen\tec\Neuer Statusbericht\2015\_06\_26 Bericht N32.06 EP Wankdorf-Rubigen, PG Synthesebericht PA definitiv.docx/kh/sm

Dokumenten-Nr. (PV):

**5292-1**

Doku.-Nr. (ASTRA):

-

Format:

A4

Version:

1.0

Erstellt:

kh

Datum:

25.06.2015

Projektleitung:

**Bundesamt für Strassen**  
Filiale Thun  
Uttigenstrasse 54  
3600 Thun

Geprüft durch FaS EP

Stl

Kurzz.:

nn.nn.20nn

Geprüft durch FBL:

Stl

Kurzz.:

nn.nn.20nn

Freigabe BL EP:

Lip

Kurzz.:

nn.nn.20nn

## Zusammenfassung

Dieser Projektauftrag dient als Grundlage zur Erarbeitung des EK „Globales Erhaltungskonzept“.

Vorliegende Projektdefinition beschreibt das Erhaltungsprojekt N06.32 EP Muri – Rubigen. Es handelt sich um eine Nationalstrasse der 1. Klasse. In Form einer Machbarkeitsstudie werden pro Fachbereich die Anlagen bezüglich Ist-Zustand, Normkonformität und Risiken analysiert. Auf Basis dieser Situationsanalyse werden Ziele definiert und wo sinnvoll Szenarien erarbeitet. Anschliessend werden Lösungsvarianten aufgezeigt und Massnahmenempfehlungen abgegeben. Die Massnahmen werden mit Erfahrungswerten oder Durchschnittskosten aus aktuellen Projekten bepreist.

Es wird davon ausgegangen, dass die nachfolgenden Planungsphasen so terminiert werden können, dass die Instandstellung ab 2023 starten kann. Aufgrund der ermittelten Kosten von CHF 48 Mio. und den engen Platzverhältnissen, welche den Bauablauf unter Verkehr sehr erschwert, wird davon ausgegangen, dass die Bauzeit über mind. 2 Jahre dauern wird.

### Trasse und Umwelt

- Im Abschnitten 8.000 – 11.630; Ersatz Deckbelag, Binderschicht und Tragschicht, Deckbelag wird mit lärmarmem Belag ersetzt.
- Lärmschutz gemäss technischem Bericht 2013 von Aegerter + Bosshardt und entsprechender Prüfung der Wirtschaftlichkeit in den darauffolgenden Phasen.
- Die bestehende Entwässerung hat einen mittelmässigen Zustand und einzelne Abschnitte müssen vorgängig saniert werden.  
Die Strassenentwässerung muss an die zukünftige SABA Rubigen und Muri angeschlossen werden.
- Planung der SABA Muri erfolgt mit diesem Abschnitt
- Ersatz der Signale mit reflektierender Folie
- Markierung durch den Belagsersatz zwangsweise erneuert.
- FZRS und Zäune sind grundsätzlich normkonform und der Zustand generell gut. Nur kleinere Anpassungen sind notwendig.

### Kunstbauten

- Gemäss Tabelle 12 sind bei 8 Instandsetzungen und Verstärkungsmassnahmen vorzunehmen. Beim Bauwerk T22 Überführung Hintermärchliweg ist der Anprallschutz normgemäss auszubilden.
- Im heutigen Zustand können die Durchlässe nur mit einer Oberflächensanierung instand gestellt werden. Der Durchlass T23C Giesse muss bezüglich betrieblicher Sicherheit überprüft werden.
- Im Abschnitt befindet sich die Stützmauer Raintalwald und die Steinschlagschutzwand Raintalwald.
- Gemäss aktuellen Normen (SIA 267 usw.) sind "Verstärkungsmassnahmen" notwendig, damit die Funktionstüchtigkeit aufrecht gehalten werden kann.

### Freileitungen

- Es queren zwei Freileitungen den Abschnitt.

### Tunnel und Geotechnik

- Sekundärkriechung km 10.6 - 10.7 muss stabilisiert werden.
- Teilweises Offenlegen von verrohrter Hangentwässerung.

### Betriebs- und Sicherungsanlage BSA

- BSA Tiefbau  
Es ist auf der gesamten Strecke beidseitig ein durchgehender Kabelrohrblock 6PE DM 120 zu erstellen.

# Inhalt

<b>ZUSAMMENFASSUNG .....</b>	<b>2</b>
<b>1 EINLEITUNG .....</b>	<b>5</b>
1.1 Vorgehensmethodik und Bearbeitungstiefe .....	5
1.2 Verwendete Normen und Richtlinien .....	5
1.3 Mut zur Lücke .....	5
<b>2 GESAMTPROJEKT .....</b>	<b>6</b>
2.1 Projektperimeter .....	6
2.2 Betrieb .....	7
2.3 Eigentum .....	8
2.4 Richt- und Nutzungspläne .....	8
2.5 Projekte Dritter .....	8
<b>3 TRASSE / UMWELT (T/U) .....</b>	<b>9</b>
3.1 Umwelt (11) .....	9
3.2 Verkehr (12) .....	9
3.3 Landerwerb (13) .....	9
3.4 Strassenbau (20) .....	10
3.5 Entwässerung (30) .....	15
3.6 BSA Tiefbau (40) .....	18
3.7 Fahrzeugrückhaltesysteme (50) .....	18
3.8 Zäune (60) .....	18
3.9 Signalisation und Markierung (70) .....	18
3.10 Lärmschutz (80) .....	18
<b>4 KUNSTBAUTEN (K) .....</b>	<b>21</b>
4.1 Brücken, UEF & UNF .....	21
4.2 Durchlässe .....	24
<b>5 TUNNEL / GEOTECHNIK (T/G) .....</b>	<b>25</b>
5.1 Hangsicherungen .....	25
5.2 Naturgefahren .....	43
5.3 Stützbauten .....	43
<b>6 BETRIEBS- UND SICHERHEITSANLAGEN (BSA) .....</b>	<b>46</b>
6.1 Energie (01) .....	46
6.2 Beleuchtung (02) .....	46
6.3 Lüftung (03) .....	46
6.4 Signalisation (04) .....	46
6.5 Überwachungsanlagen (05) .....	46
6.6 Kommunikation und Leittechnik (06) .....	46
6.7 Kabelanlage (07) .....	46
6.8 Nebeneinrichtungen (08) .....	46
<b>7 KOSTEN .....</b>	<b>47</b>
<b>8 RISIKEN .....</b>	<b>49</b>
<b>9 UNTERSCHRIFTEN .....</b>	<b>50</b>
Anhang 1: Zustandserfassung Trasse ZET .....	ii
Anhang 2: Kostenschätzung Trasse/Umwelt .....	i

Anhang 3:	Kostenschätzung BSA.....	i
Anhang 4:	Kostenschätzung Kunstbauten .....	ii
Anhang 7:	Überprüfung Erdbebbensicherheit Kunstbauten.....	iv
Anhang 8:	T/G Gefahrenhinweiskarte GHK 06.32.08 (Raintalwald) .....	v
Anhang 9:	Zustandsaufnahmen Belagsaufbau durch IMP .....	vi
Anhang 10:	Zustandserfassung der Tragfähigkeit durch sacr .....	vii
Anhang 11:	Bericht R3 Folienersatz .....	viii
Anhang 12:	Beurteilung der Schächte inkl. x/y/z .....	ix
Anhang 13:	Kurzbericht Untersuchung Entwässerungsanlage .....	x
Anhang 14:	Geotechnischer Berichte .....	xi
Anhang 15:	Bauwerksinformation .....	xii
Quellenverzeichnis .....		xv
Abbildungsverzeichnis .....		xvii
Normen und Richtlinien .....		xix

# 1 Einleitung

## 1.1 Vorgehensmethodik und Bearbeitungstiefe

### Vorgehensmethodik

Der Ablauf für die materielle Bearbeitung der einzelnen Fachbereiche resp. die Kapitelstruktur ergibt sich aus der nachfolgenden Vorgehensmethodik:

- Situationsanalyse
- Ziele und Lösungsvorschläge
- Massnahmenempfehlungen
- Kostenschätzung

Mit einer Situationsanalyse werden die Anlagen bezgl. Ist-Zustand, Normkonformität und Risiken beschrieben.

Basierend darauf werden Ziele und Lösungsvorschläge in Form von Szenarien und Varianten ausgearbeitet. Für das gewählte Szenario oder Variante werden Massnahmen empfohlen und mit Durchschnittskosten aus aktuellen Projekten bepreist. Die Genauigkeit der Kostenschätzung beträgt +/- 40 %.

### Bearbeitungstiefe

Die Projektdefinition soll einen ersten Überblick verschaffen und keinesfalls jedes Problem im Detail erörtern und lösen. Es geht darum, die wesentlichen Knackpunkte, Störfaktoren und kostentreibende Sanierungselemente aufzuzeigen und komprimiert darzustellen. Die Kunst ist es, mit begrenztem Wissen zu einer brauchbaren Projektdefinition zu kommen.

## 1.2 Verwendete Normen und Richtlinien

Die Projektdefinition basiert auf den aktuell gültigen Standards, Normen und Richtlinien. Neue Erkenntnisse sind aus aktuellen Erhaltungsprojekten eingeflossen. Die vollständige Liste der verwendeten Unterlagen bzw. Normen und Richtlinien ist unter **Verwendete Unterlagen** dargestellt.

## 1.3 Mut zur Lücke

Wo keine gesicherten Datengrundlagen vorliegen und die Folgerungen auf Annahmen beruhen, werden diese gekennzeichnet (Lücke). Dokumente und Fakten, die durch weitere Untersuchungen für das Erhaltungskonzept zu beschaffen sind, sind in den **Fehlenden Unterlagen** aufgelistet.

## 2 Gesamtprojekt

### 2.1 Projektperimeter

Die Unterhaltsplanung Nationalstrassen (UPlaNS) sieht vor, die N06 zwischen Muri und Rubigen einer Sanierung zu unterziehen. Bauherr ist das UVEK vertreten durch das ASTRA. Die Federführung liegt in der Filiale Thun bei Rolf Stöckli, Gesamtprojektleiter N06 Muri – Rubigen.

Der Projektperimeter der Sanierung liegt zwischen dem Anschluss Muri und Rubigen zwischen km 8.000 bis km 11.630.



Abbildung 1: Darstellung Perimeter Gesamtprojekt

Die Tabelle zeigt die Projektdaten für das Erhaltungsprojekt Muri– Rubigen.

Art	Bezeichnungen / Projektdaten	
<b>Nationalstrasse</b>	N06	
<b>Klasse</b>	1. Klasse	Inbetriebnahme: 1966 / 1973
<b>Kanton</b>	Bern	
<b>Gemeinden</b>	Muri / Allmendingen / Rubigen	
<b>Projektbezeichnung</b>	Erhaltungsprojekt Muri – Rubigen	
<b>Kurzbezeichnung</b>	N00.F2-016	
<b>TD-Cost-Nummer</b>	120098	
<b>Projektkürzel</b>	EP MuRu	
<b>Kategorie</b>		
<b>Unterhaltsabschnitt</b>	N06.32	Wankdorf – Rubigen
<b>Unterhaltskilometer (UH-km)</b>	km 8.000 – km 11.630	
<b>Streckenlänge des UA</b>	3.63 km	Hauptachse
<b>Erhaltungsprojekt km</b>	km 8.000 – km 11.630	Die restlichen km werden in den Nachbarprojekten (PUN, RUTS) instandgesetzt.
<b>Streckenlänge des EP</b>	3.630 km	Hauptachse

Tabelle 1: Die wichtigsten Projektdaten des EP WARU auf einen Blick

Inventarobjekt-Typ (exkl. TRA)	Anzahl Objekte im Projektperimeter
Brücken	1
Durchlässe	3
Stützmauern	1
Steinschlagschutz	1
Überführungen	1
Unterführungen	3

Tabelle 2: Mengengerüst Inventarobjekte

Synthesepan 1. Globales Erhaltungskonzept und der Synopthischeplan liegen diesem Bericht als Anhang bei.

## 2.2 Betrieb

Für den Betrieb während den Bauarbeiten wurde untersucht, ob für die Bauarbeiten eine 4/0 Verkehrsführung möglich ist. Ohne Bauliche Massnahmen ist dies nicht möglich. Somit muss in der weiteren Projektphase die Verkehrsführung 3/1 berücksichtigt werden.

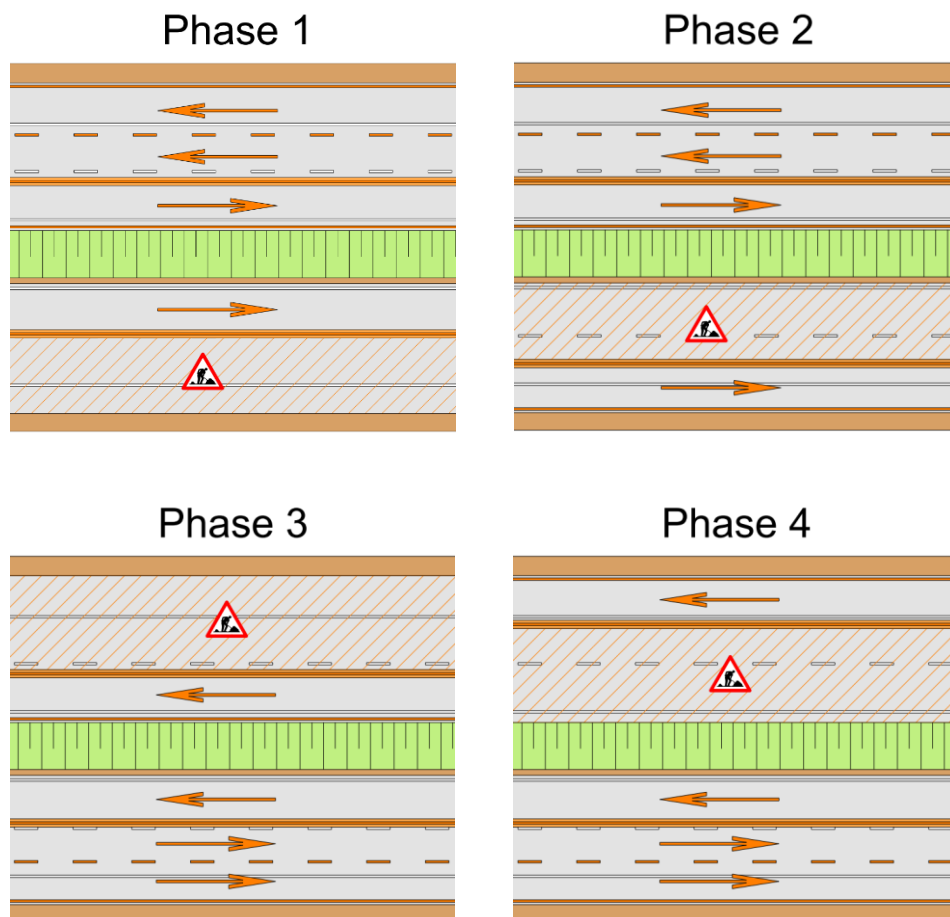


Abbildung 24 Bauphasen

Bezüglich Unfallschwerpunkts ist in diesem Abschnitt kein Handlungsbedarf. Die Unfallstatistik zeigt erst eine Häufung der Unfälle im Bereich der Autobahnaus- und Autobahneinfahrt Rubigen.

## 2.3 Eigentum

Da in den Abmessungen der Autobahn keine Änderungen vorgenommen werden, ist kein Landbedarf notwendig. Bei dem Offenlegen der Hangentwässerung sind Dienstbarkeitsverträge mit den betroffenen Landeigentümern abzuschliessen.

## 2.4 Richt- und Nutzungspläne

Verkehr, Raumplanung, Landschaft, Gewässer, Bau- und Zonenordnungen, Empfindlichkeitsstufen

[http://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub\\_ris&language=de](http://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub_ris&language=de)

## 2.5 Projekte Dritter

Der Kanton beabsichtigt im Bereich des angrenzenden Giessen eine Entwässerungskorrektur vorzunehmen. Sobald sich die Lösungen für die Hangentwässerung und die Böschungssanierung konkretisiert ist dies mit dem Kanton abzustimmen. Ansonsten sind zurzeit keine andere Projekte Dritter bekannt.

Die folgenden Projekte der ASTRA sind ebenfalls als Projekte Dritter auszuführen:

- Hangsicherung Raintalwald
- PUN Wankdorf – Muri
- Anpassung Anschluss Muri
- EP RUTS
- GHGW Muri - Allmendingen



## 3 Trasse / Umwelt (T/U)

### 3.1 Umwelt (11)

Zu beachten sind die übergeordneten Pläne, dazu gehören (Aufzählung nicht abschliessend):

- National und international geschützte Landschaften (z.B. BLN)
- Raumplanung Schweiz (z.B. Sachplan Verkehr)
- Kantonale Richtpläne (z.B. Siedlung + Verkehr, Mobilitätsstrategie des Kantons Bern)
- Kommunale Pläne (z.B. Zonenplan)
- Heimatschutz
- Schutzzonen (z.B. Gewässerschutz, Grundwasserschutz, Naherholungsgebiet)

Die Aarelandschaft Thun – Bern (Objekt Nr. 1314) mit einer Gesamtfläche von 953 ha gehört zum Bundesinventar der Landschaften von nationaler Bedeutung (BLN).

Der Abschnitt Muri – Rubigen befindet sich in der Grundwasserschutzzone B und Au.

Die in der Aarelandschaft Thun-Bern befindliche Märchligen-Au und die Kleinhöchstetten-Au sind vom Gewässerschutzamt des Kantons Berns zum Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> mit einer hohen Grundwasser Vulnerabilität eingestuft.

Gemäss [http://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub\\_ris&language=de](http://www.map.apps.be.ch/pub/synserver?project=a42pub_ris&language=de) sind im Projektperimeter keine Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung vorhanden = keine Massnahmen notwendig.

### 3.2 Verkehr (12)

Der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) betrug im Jahr 2004 58'000 Fahrzeuge pro Tag.

Damals wurde der durchschnittliche tägliche Verkehr (DTV) für das Jahr 2015 auf 70'000 Fz/Tag (Muri-Rubigen) prognostiziert. Die neusten Verkehrszahlen von 2013 zeigen, dass der Anstieg des Verkehrs nicht so schnell von sich geht wie berechnet wurde. Im Jahr 2013 wurden 58'950 Fahrzeug/Tag gemessen.

Die Tagesganglinie zeigt eine deutliche Morgenspitze Richtung Bern und eine ausgeprägte Abendspitzenstunde in beiden Fahrtrichtungen.

Die zukünftig zu erwartenden Verkehrsbelastungen wurden unter Berücksichtigung der Entwicklung der Fahrleistung des privaten Motorfahrzeugverkehrs, des Strassengüterverkehrs sowie der Verkehrszunahme aufgrund der lokalen Strukturentwicklung prognostiziert. Im Jahr 2030 wurde ein DTV von 77'600 Fahrzeuge/Tag berechnet. Im weiteren Projektierungsverlauf muss mit der prognostizierten Zahl weiter gerechnet werden, sollen aber kritisch hinterfragt werden.

Die Verkehrsdaten wurden vom Technischen Bericht Lärmschutz vom 29.07.2013 entnommen.

### 3.3 Landerwerb (13)

Aus heutiger Sicht ist kein dauernder Landerwerb notwendig (keine platzbeanspruchende Neubauten/Umbauten durch beispielweise Lärmschutzmassnahmen, Verlängerung von Unterführungen usw.). In der Nächsten Phase muss zwar die SABA in Muri mit einbezogen werden und soll im gleichen Projekt bearbeitet werden. Dies ist in der nächsten Projektphase resp. mit entsprechendem Projektfortschritt zu verifizieren. Ein möglicher Landerwerb kann zu diesem Zeitpunkt nicht ausgewiesen werden.

### 3.4 Strassenbau (20)

Der Deckbelag des **Trasses** besteht aus Asphaltbeton AC 10/16 und SMA 11, eingebaut in den Jahren 1993 resp. 2004. Die Binder- und Tragschicht und der Unterbau sind in gutem bis genügenden Zustand. Das Normalprofil weist anfangs und Ende des Abschnittes inkl. Mittelstreifen eine Breite von 24 – 25.75 m (ohne Bankett) auf. Der Grösste Abschnitt ist durch den Höhenversatz getrennt und geböscht (keine Möglichkeit einer Überfahrt). Das Normalprofil (Belagsfläche) Muri – Rubigen weist eine Breite von 10.5 – 11.0 m und Rubigen – Muri eine Breite von 10.5 m – 11.5 m auf. Das nicht normkonforme Quergefälle beträgt 1.5 – 5.3%. Die minimale Lichte Höhe beträgt bei der Überführung Hintermärchigen Richtung Thun 8.00 Meter und Richtung Bern 5.80 Meter, somit ist die minimale Lichte Höhe von 4.5 Meter eingehalten.

Das Erhaltungsziel für die Trasse ist die Wiederherstellung der Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit, das Einrichten einer 3/1-Verkehrsführung im Baubetrieb. Die PUN wurde in diesem Bereich vom Bund verworfen und wird nicht weiterverfolgt.

#### Mengengerüst

Das Mengengerüst des Trasses ist in der Tabelle 2 aufgelistet. Insgesamt handelt es sich um 84'100 m<sup>2</sup> bestehende Strassenoberfläche.

Abschnitt	Normalspur [m <sup>2</sup> ]	Überholspur [m <sup>2</sup> ]	Pannestreifen [m <sup>2</sup> ]	Total [m <sup>2</sup> ]
N6+ Muri - Rubigen	14'900	14'200	10'900	40'000
N6+ Rubigen - Muri	14'900	14'200	12'500	41'600
Befahrbarer Mittelstreifen				2'500
Total Bestand	29'800	28'400	23'400	<b>84'100</b>

Tabelle 3: Mengengerüst Trasse

Der Hangseitige Pannestreifen ist am Anfang und Ende des Abschnittes 2.75 Meter und weitet dann auf 3.5 Meter auf.

#### Oberbau / Strukturschäden

Im Anhang 1 ist die Zustandserhebung gemäss Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF) nach SN 640 925b dargestellt. Informationen zu folgenden Indizes stehen zur Verfügung:

- I<sub>0</sub> Oberflächenschäden (ohne Spurrinnen)
- I<sub>2</sub> Ebenheit in Längsrichtung
- I<sub>3</sub> Ebenheit in Querrichtung
- I<sub>4</sub> Griffigkeit

Aus der Datenbank MISTRA TRA liegen die Zustandsindizes I<sub>0</sub> (visuelle Oberflächenbeurteilung, IA2/IA4/IA5) I<sub>2</sub> (Ebenheit in Längsrichtung), I<sub>3</sub> (Ebenheit in Querrichtung), I<sub>4</sub> (Griffigkeit) und die Wassertiefen der Zustandserhebung ZEBNS13 aus dem Jahr 2013 vor (siehe Anhang 1). Mit nachstehender Farbcodierung kann pro Indizes folgende Beurteilung gemacht werden.

gut	annehmbar	schadhaft	schlecht	alarmierend	keine Beurteilung
-----	-----------	-----------	----------	-------------	-------------------

Tabelle 4 Zustand Trasse

Visuelle Oberflächenbeschaffenheit:

Der Streckenabschnitt zeigt sich in einem annehmbaren bis guten Zustand. Einzelne kleiner Abschnitte sind als schlecht klassifiziert.

Längsebenheit (I2):

Die Werte liegen mehrheitlich zwischen einem guten bis annehmbaren Zustand. Vereinzelt kleiner Abschnitte in einem schadhafte Zustand und sogar Schadhafte Zustand.

Querebenheit (I3):

Der Abschnitt ist zum grössten Teil in einem guten bis annehmbaren Zustand.

Griffigkeit (I4):

Die Indexwerte I4 zeigen einen guten Zustand.

Wassertiefen:

Die Richtwerte sind eingehalten

**Normprüfung (Prognose)**

Die Fahrbahn zeigt sich mehrheitlich in einem guten visuellen Zustand. Einige Werte der Längs- und Querebenen sind jedoch im Bereich schadhafte. Eine negative Wert-Zunahme ist unter Berücksichtigung der Verkehrszunahme resp. der normative Entwicklungsprognose wahrscheinlich.

**Unterbau / Dimensionierung**

Im Auftrag des Tiefbauamtes des Kt. Bern, Nationalstrassen Betrieb Spiez, hat die SACR AG am 17.10.2014 eine Zustandserfassung der Tragfähigkeit und Verstärkungsbedarf auf der N6 Muri – Rubigen durchgeführt. Die Messungen wurden mit dem Lacroix Deflektographen und einer Hinterachslast von 10 t ausgeführt. Bei der Auswertung der Resultate wurden die gemessenen Strecken, was die Deflektion anbelangt, in homogene Abschnitte aufgeteilt (siehe Norm SN 640'733b). diese Teilstücke wurden, mit Angabe der entsprechenden charakteristischen Deflektion  $d_v$ , auf die beiliegenden graphischen Darstellungen übertragen. Die Deflektionen sind in 1/100 mm angegeben.

**Für eine Nutzungsdauer von 20 Jahren weisen die gemessenen Strecken, was die Tragfähigkeit anbelangt, folgenden Verstärkungsbedarf auf:**

- Muri – Rubigen, km 8.000 – 12.000      **kein Verstärkungsbedarf**
- Rubigen – Muri, km 12.000 – 8.000      **kein Verstärkungsbedarf**

Eine globale Beurteilung der Ergebnisse sollte die folgenden Punkte ebenfalls berücksichtigen:

- Der momentane Belagszustand muss auch berücksichtigt werden. Ein stark gerissener Belag kann einen deutlich verminderten Tragfähigkeitswert aufweisen (siehe Tab. 1 /SN 640'733).
- Die Tragfähigkeitswerte gelten für den gesamten Oberbau. Eine für die vorhandene Verkehrsbelastung zu dünne Belagsstärke kann trotz genügender Tragfähigkeit nicht ausgeschlossen werden (Folge: zu hohe Spannungen auf der Belagsunterkante mit entsprechender Rissbildung). **Mindestdicke Verkehrslastklasse T5: 22 cm / T6: 27 cm Belag** (inkl. Deckschicht).

Zusätzlich zu diesen Arbeiten wurde durch IMP Bautest AG Bohrkerne entnommen. Die Belagsstärken variieren zwischen 17.0 bis 22.3 cm. Die Mindestdicken des Belages für die Verkehrslastklasse T5 sind 22 cm und die für T6 27cm. Dies zwingt in der weiteren Projektierungsphase den Belagsaufbau nochmals zu hinterfragen.

Aufgrund der prognostizierten Verkehrszunahme wurde für diese Phase die Verkehrslastklasse T6 mit einer Stärke von 27 cm angenommen.

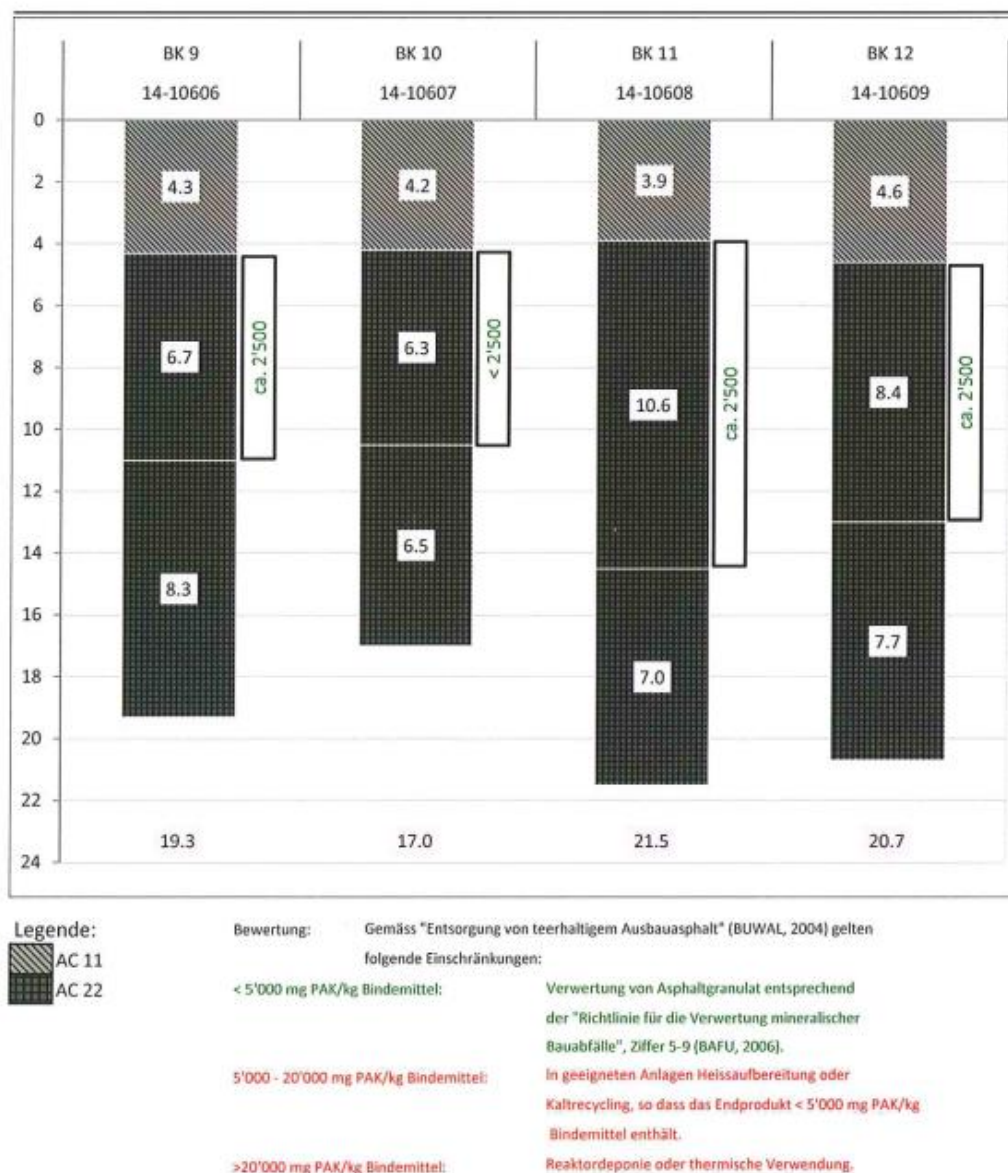


Abbildung 2: Belagsaufbau (Auswertung Bohrkern)



Bild 10: BK 10 (14-10607)

Abbildung 3 Bohrkern

### Rückrechnung Nutzungsdauer:

Um eine Gegenüberstellung der Gebrauchsdauer machen zu können wurde der Streckenabschnitt in deren Erstellungsjahre (Inverkehrsetzung) unterteilt:

Abschnitt	Inverkehrsetzung (Inbetriebnahme)	Instandstellung	Heutige Nutzungsdauer	Nutzungsdauer UPlaNS (2024)
Km 8.000-11.630	1973	2004*	11 Jahre	20 Jahre** 51 Jahre***

Tabelle 5 Nutzungsdauer

\* nur Deckbelagsersatz und Binderschicht \*\* auf Deckbelag und Binderschicht \*\*\* Tragschicht

Der Restnutzungswert pro Belagsschicht wurde mit folgenden Werten bestimmt:

- Deckbeläge → 15 Jahre
- Binderschicht → 30 Jahre
- Tragschicht → 45 Jahre
- (Fundationsschicht → 100 Jahre)

Daraus ergeben sich theoretisch folgende Restnutzungswerte (in Jahren) nach der geplanten Instandsetzung (Abschluss Realisierung UPlaNS 2024):

Abschnitt	Deckbelag	Binderschicht	Tragschicht
Km 8.000-11.630	-5	10	-6

Tabelle 6 Restnutzungswert

Aufgrund der durchgeführten Rückrechnung können folgende Aussagen bezüglich der Nutzungsdauer gemacht werden:

- Die Deckbeläge haben ab 2019 ihre Nutzungsdauer erreicht und sind auf dem gesamten Abschnitt zu erneuern
- Die Tragschicht hat ab 2018 ihre Nutzungsdauer erreicht und muss auf dem gesamten Abschnitt ersetzt werden.
- Einzig die Binderschicht hätte zum Zeitpunkt der Umsetzung der Massnahmen noch eine Lebensdauer von 10 Jahren.

### Massnahmen

Da bei der Realisierung als einziges die Binderschicht noch 10 Jahre gebrauchstauglich sei und die Deck- und Tragschicht die Lebensdauer überschritten hat, sowie die Aufbaustärke nicht den Normen entspricht, muss über die ganze Strecke der Belag ersetzt werden.

Je nach Entwicklung der Belagsqualität können aus wirtschaftlichen Gründen auch andere Lösungsansätze zum Zuge kommen.

Die Breite des Normalprofils wird nicht geändert. Die Quergefälle werden nicht normkonform ausgeführt. Die Betriebs- und Sicherheitsanlagen der offenen Strecke sind gemäss den aktuellen Sicherheitsstandards zu ersetzen.

## Normalprofil

Für den Normalbetrieb besteht momentan auf dem ganzen Abschnitt eine 2/2-Verkehrsführung. Das geometrische Normalprofil weist im gesamten Projektperimeter je zwei Fahrbahnen pro Richtung mit einer Breite von 3.7 bis 4.0 m und je einen durchgehenden Pannestreifen mit einer Breite von 2.5 bis 3.5 m auf.

Im Raum **Muri/Vordermärchligen** (km 8.300 – km 8.500) und im Raum **Kleinhöchstetten/Rubigen** (km 11.240 – km 12.200) ist der Mittelstreifen begrünt und mehr oder weniger horizontal. Die Lichtraumbreite der Normal- und Überholspur mit (3.7-) 4.0 m ist normkonform. Der grüne Mittelstreifen beträgt 4.0 m.

Pro Fahrtrichtung steht eine Fahrbahnbreite von nur **10.5 m** zur Verfügung. Das ist hinsichtlich einer 4/0-Verkehrsführung für den Betrieb Unterhalt um 2.00 m zu schmal. Mit der Reduktion des 4.00 m breiten Mittelstreifens auf 2.0 m könnte auf jeder Seite 1.00 m an Breite dazu gewonnen werden. Dazu müsste das Bankett bzw. eine Verbreiterung von je 1.00 m an den Rändern noch addiert werden (s. Abbildung 4).

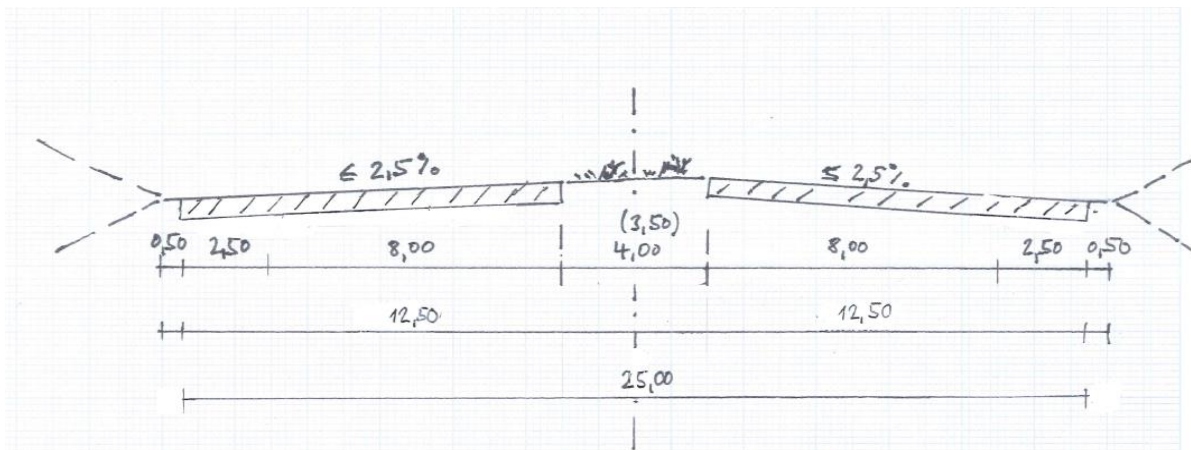


Abbildung 44: Typisches Normalprofil mit grünem Mittelstreifen (km 8.300– 8.500; 11.450 – 12.200)

Im Bereich **Vordermärchligen-Raintalwald-Kleinhöchstetten** (km 8.500 – km 11.240) werden die Fahrbahnen versetzt geführt. Die Höhenunterschiede variieren zwischen 0.3 und 6 m. Der geneigte „Mittelstreifen“ ist 4 bis 11 m breit. Pro Fahrtrichtung stehen zurzeit rund **10.5 m** Belagsfläche zur Verfügung. Auf der N6- Rubigen-Muri zwischen km 10.910 – km 8.840 (fast 2 km) wurde der Pannestreifen als „Kriechspur“ mit einer Breite von 3.50 m erstellt. Somit stehen hier  $4.0 + 4.0 + 3.5 \text{ m} = 11.50 \text{ m}$  zur Verfügung.

Für eine 4/0-Verkehrsführung im Baubetrieb müssten Verbreiterungen mittels geotechnischen Stützmassnahmen (z.B. Bankettverbreiterung mit Winkелеlementen, Steilböschungen, Bohrpfählen usw.) erstellt werden.

Die Hanglage stellt generell ein geringes jedoch langfristig bestehendes Risiko für Setzungen, Hangrutsche und -muren dar. An 1-2 kritischen Stellen ist die Böschung bereits seit der Erstellung der N6 in Bewegung. Sie muss überwacht und eventuell mit Verstärkungsmassnahmen geotechnisch gesichert werden, siehe Kapitel 5.2

## Normkonformität

Das Quergefälle von 1.5% bis 5.3% ist gemäss Norm ungenügend. Das Quergefälle muss in Geraden nach der SN 640 120 [F] mindestens 3.0 % aufweisen. In den Kurven mit Radien < 900 m wird grundsätzlich ein Gefälle von 7% verlangt, wobei eine Reduktion von höchstens um 2% zulässig ist, wenn die Projektierungsgeschwindigkeit grösser gleich ist, als die signalisierte Höchstgeschwindigkeit:  $v_p \geq v_{max}$ . Eine Anpassung von 2.5% auf 3.0% auf einer Breite von 10 m würde eine Höhenänderung von 5 cm bewirken. Diese Höhenänderung könnte als Tieferlegung oder als Erhöhung des Fahrbahnniveaus erfolgen.

Die benötigte Mindest-Lichttraumhöhe für LKW inkl. Bewegungsspielraum und Sicherheitszuschlag nach der SN 640 201 [G] beträgt 4.50 m. Die gemessenen lichten Höhen unter den Kunstbauobjekten, Signalportalen und Signaltafeln betragen auf der Stammachse mindestens 4.50 m, vielerorts sogar über 4.60 m und sind somit normkonform.

## Risiken Trasse

In den nächsten Projektphasen sind folgende Risiken vertieft zu untersuchen:

- Tragfähigkeit Fahrbahn, Mittelstreifen und Pannestreifen
- Konflikte mit Leitungen (BSA Tiefbau)

## Ziele und Lösungsvorschläge

Die vorliegende Projektdefinition hat unter Einhaltung der aktuellen Normen, Richtlinien und Fachhandbücher die Substanzerhaltung der bestehenden Anlagen zum Ziel. Die künftigen Verkehrszunahmen und auch Kapazitätserweiterungsmassnahmen werden nicht in Betracht gezogen.

## Strassenaufbau

Aufgrund der Zustandserfassung ist ein Ersatz der kompletten Fahrbahn für das nächste Erhaltungsprojekt erforderlich. Gemäss Norm müsste die Belagsstärke erhöht werden.

Auf dem ganzen Erhaltungsabschnitt werden keine normkonformen Quergefälle umgesetzt.

In der EK-Projektphase ist die Tragfähigkeits- und Frostdimensionierung – in Funktion der zukünftigen Verkehrsbelastungen – vertieft zu behandeln.

## 3.5 Entwässerung (30)

Das Erhaltungsziel für den Umweltschutz ist der Vollzug der aktuellen Gesetze, Normen und Richtlinien. Das bestehende **Entwässerungssystem** innerhalb der Trasse muss angepasst werden. Im Abschnitt Muri - Rubigen sollen das Strassenabwasser in die Strassenabwasserbehandlungsanlage SABA Muri und SABA Rubigen eingeleitet werden. Der Abschnitt Vordermächli - Rubigen ist in die SABA Rubigen zu entwässern. Das restliche Strassenwasser wird in die SABA Muri eingeleitet.

Der Abschnitt Muri – Rubigen verläuft mehrheitlich im **Grundwasserschutzbereich A<sub>u</sub>** mit hoher Vulnerabilität. Das Entwässerungssystem der Nationalstrasse aus den 1960er - und 1970er Jahren leitet das **Strassenabwasser** teilweise unbehandelt ab. Im ganzen Abschnitt wird grössten Teils das Sickerwasser mit dem Strassenwasser vermischt. Teilweise fliesst das Wasser über einen Ölabscheider in den Vorfluter (Aare) oder ohne Vorbehandlung direkt in den Vorfluter. Der bauliche Zustand der Entwässerungsleitung wurde im Jahr 2010/2011 aufgenommen und ausgewertet. Der Zustand ist in den Synoptischen Plänen Nr. si5292\_4 und si5292\_5 festgehalten. Zusätzlich wurden 2014 neue Aufnahmen im Abschnitt km 10.6 bis 10.7 erstellt. Im vorgenannten Abschnitt handelt es sich um den Bereich, wo sich ständig Risse und Setzungen im Pannestreifen und der Fahrspur bilden, siehe Bericht Anhang 12. Im Allgemeinen ist der Zustand gut und kann ohne Rohrleitungersatz und mit Innensanierungen in Stand gestellt werden. Die Einlaufschächte und Kanalisationsschächte wurden im November 2014 und die restlichen im Frühjahr 2015



aufgenommen. Von den 429 aufgenommenen Schächten müssen nur 6 sofort saniert werden. Die restlichen Schächte können mit der Realisierung dieses Abschnittes instand gestellt werden. Bei dem Schlammssammler sind die Schlammssäcke zu klein ausgebildet und bei den meisten fehlt der Tauchbogen. Einzelne Abschnitte und die 6 Schächte müssen vorgängig als VOMA saniert werden.

## Zustand der Kontroll- und Einlaufschächte

### Zusammenfassung

#### Legende

- 1: guter Zustand
- 2: annehmbarer Zustand
- 3: schadhafter Zustand
- 4: schlechter Zustand
- 5: alarmierender Zustand



Schachtabsnitte	1	2	3	4	5	keine Daten/nicht zugänglich
Rubigen-Muri Pannenstreifen	14	43	19	0	0	3
Rubigen-Muri ausserhalb Autobahn	3	15	13	0	0	2
Muri-Rubigen Pannenstreifen	21	57	30	0	0	1
Muri-Rubigen ausserhalb Autobahn	4	28	11	0	0	21
Rubigen-Muri Mittelstreifenbereich	20	18	13	3	0	1
Muri-Rubigen Mittelstreifenbereich	7	34	23	3	0	4
Entwässerung Stützmauer Raintalwald			1			17
<b>Total Schächte pro Zustandsklasse</b>	<b>69</b>	<b>195</b>	<b>110</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>49</b>
<b>Total Schächte</b>	<b>429</b>					

Abbildung 5 Zustand Kanalisations- und Einlaufschächte

Die Rohrkapazitäten für das neue Trennsystem und die Einleitung in die SABA muss im weiteren Projektverlauf geprüft werden.

Im Rahmen der weiteren Planung ist eine SABA beim Anschluss Muri zu planen und die Strassenabwässer aus dem Abschnitt Muri-Vordermärchligen in dieser Anlage zu behandeln. Wie viel Wasser vom Abschnitt Ostring – Muri in die SABA eingeleitet werden soll, muss in der weiteren Planungsphase definiert werden.

Südlich vom Kulminationspunkt Vordermärchligen (km 8.500 – km 12.450; s. Abbildung 3) wird das Strassenabwasser – bedingt durch die Topographie in die **SABA Rubigen** abgeleitet. Die SABA Rubigen im EP Rubigen-Thun-Spiez (RUTS) benötigt durch das Strassenabwasser des UA 32 Vordermärchligen - Rubigen eine zusätzliche Fläche von knapp 1800 m<sup>2</sup> (4 km Autobahn-Einzugsfläche).



Abbildung 6: Mögliche SABA Standorte / Kulminationspunkt Vordermärchligen km 8.5



Die Vulnerabilität (Empfindlichkeit) des Grundwassers ist mittel bis hoch einzustufen. Das im Gewässerschutzbereich A<sub>u</sub> anfallende Strassenabwasser ist gemäss der BAFU Wegleitung [K] in Strassenabwasserbehandlungsanlagen (SABA) zu behandeln, danach zu versickern oder in den Vorfluter einzuleiten.

- km 9.500 – km 11.000: Raintalau, Kleinhöchstetten-Au (in unmittelbarer Nähe der Stammachse)
- km 11.000 – km 12.450: Uelersacher, Hunzigerüti

Das heutige Entwässerungssystem leitet das Strassenabwasser in die Kanalisation bzw. über ein Ölrückhaltebecken in einen natürlichen Vorfluter. Bei einzelnen Fällen gelangt das Strassenwasser direkt in den Vorfluter. Die Abflusskapazität der Strassenentwässerung ist mit der heutigen Lösung ausreichend (Bemessung alt: Z5, Bemessung neu: Z1), doch mit dem Systemwechsel (Ableitung in die SABA's) wir es Änderungen geben.

Nach den heute gültigen Normen und Richtlinien [I] [J] [K] [L] sind – bei hoher Vulnerabilität des Grundwassers und hoher Abwasserbelastung die Strassenabwasser in die dafür vorgesehenen Behandlungsanlagen zu leiten. Nach [M] sind die Abwasserbehandlungsanlagen von einer Zentrale aus steuerbar zu erschliessen.

Da im ganzen Bereich das Sickerwasser mit dem Strassenwasser vermischt wird und die Leitungen gemäss Aufnahmen von 2010 - 2012 in der Funktion beeinträchtigt sind und leicht beschädigt sind, muss in der nächsten Phase das ganze Entwässerungssystem überarbeitet werden. Das Strassenwasser muss vom Sickerwasser getrennt werden und in die SABA's eingeleitet werden. Die Schlamm-sammler sind fast zu 100 % zu klein dimensioniert und somit auch ersetzt werden. Das Sickerwasser muss im eigenen Entwässerungssystem in den Vorfluter geleitet werden. Die Ausläufe der Vorfluter sollen nach dem kreuzen der Autobahn möglichst offen geführt werden, siehe auch unter Punkt 5.1 Hangsicherung.

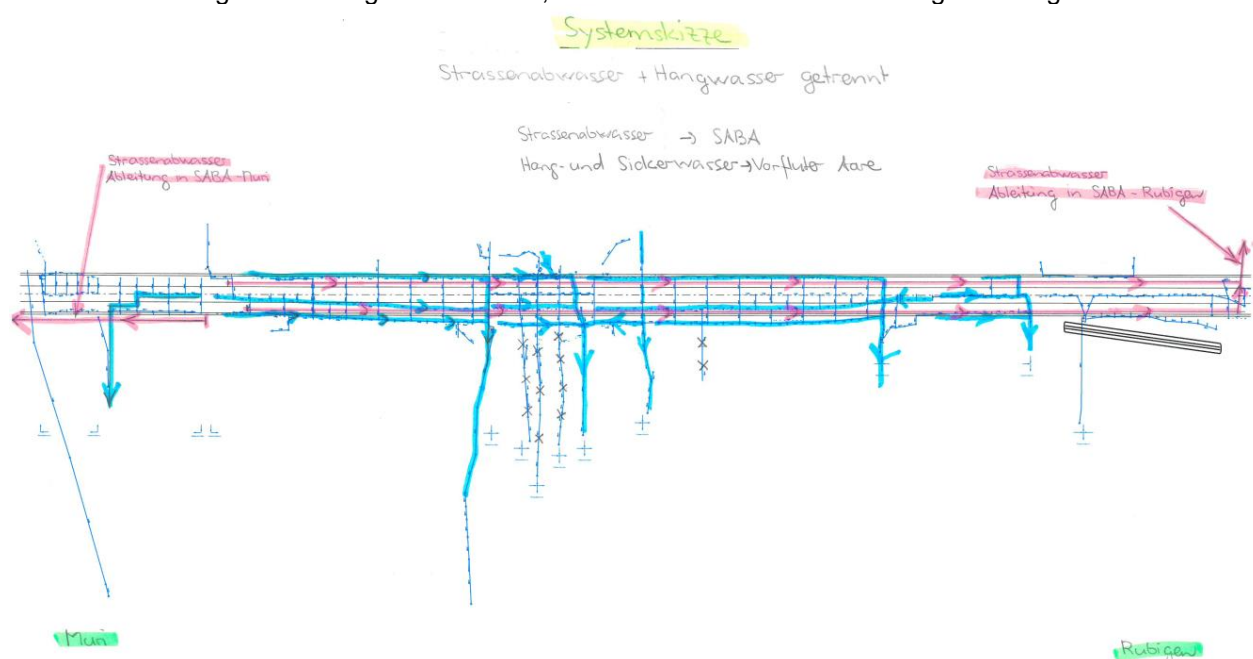


Abbildung 7 Systemskizze für Trennsystem

### 3.6 BSA Tiefbau (40)

Auf Grund der Betriebsdauer von 20 Jahren entsprechen die BSA nicht mehr dem heutigen technischen und technologischen Stand resp. den aktuellen Vorgaben des ASTRA. Die ungenügenden Anlagen und die neuen Anforderungen an die Sicherheit erhöhen die Störanfällig- und Ausfallhäufigkeit.

Beschaffungsprobleme für Ersatzteile und fehlende Supportdienstleistungen der Lieferanten erschweren die Wartungsarbeiten der Gebietseinheit im Störfall. Ein Ersatz der ungenügenden BSA lässt sich für das Gewährleisten der Betriebssicherheit nicht länger aufschieben.

Das Haupttrasse der heutigen BSA verläuft nach den Plänen des ausgeführten Werkes im Pannenstreifen Muri-Rubigen und hat sehr viele Querungen zum Pannenstreifen Rubigen – Muri, siehe dazu auch den beiliegenden Synthesenplan.

Die Kabelanlage soll längs der Strassenachse auf beiden Seite mit einem Rohrblock von 6 PE-Rohre Ø 120 neu gebaut werden. Die heutigen vielen Querverbindungen sollen reduziert werden. Die notwendigen Querungen und Kabelschächten müssen ebenfalls neu gebaut werden.

### 3.7 Fahrzeugrückhaltesysteme (50)

Im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung (EK) sind die Fahrzeugrückhaltesysteme (FZRS) auf dem gesamten Streckenabschnitt auf die Normkonformität zu überprüfen. Es ist davon auszugehen, dass zum Teil Anpassungen vom FZRS notwendig werden. Die Leitplanken Typen sind im Synthesenplan abgebildet.

### 3.8 Zäune (60)

Im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung (EK) sind die Anlageteile Zäune und Tore zu untersuchen. Die Zäune, Tore und Barrieren haben einen guten Zustand und wurden ständig unterhalten. Sie entsprechen den heutigen Vorschriften.

### 3.9 Signalisation und Markierung (70)

Im Rahmen der weiteren Projektbearbeitung (EK) ist die Signalisation auf dem gesamten Streckenabschnitt normkonform zu planen und auszubilden. Die Signale werden grundsätzlich unbeleuchtet und dementsprechend mit Rückstrahlwert Klasse R3 ausgeführt.

### 3.10 Lärmschutz (80)

Im Teil-Abschnitt Anschluss Muri – Rubigen werden die Grenzwerte bei vielen Objekten um ca. 1 bis 2 dBA nur in der Nacht und meistens nur in den obersten Geschossen überschritten. Durch den Ersatz der vorhandenen SMA-Beläge durch einen lärmgünstigeren ACMR8-Belag zwischen den Unterhaltskilometern 8.000 (Anschluss Muri) und 13.000 (Anschluss Rubigen) wird eine effektive Lärmreduktion von 1 bis 2 dBA an der Quelle erreicht. Da bei den lärmbeeinträchtigten Gebieten in Allmendingen und Rubigen die Nationalstrasse mit Abstand die bedeutendste Lärmquelle ist, kann am Empfangsort mit einer vergleichbaren Lärmreduktion gerechnet werden.

Im Teil-Abschnitt Anschluss Muri – Rubigen können die Grenzwerte allein mit dem Belagersatz bei **25** von insgesamt **40** Objekten mit Grenzwertüberschreitung in den Gemeinden Allmendingen, Rubigen und Belp (vgl. Anhang 3.1) eingehalten werden, die meisten davon in Rubigen zwischen UH-km 11.500 und UH-km 12.500. Obwohl die Belagssanierung in den übrigen Gebieten mit Grenzwertüberschreitung eine deutlich geringere Wirksamkeit aufweist, stellt diese die einzige vertretbare Lösung zur Reduktion der Lärmimmissionen dar und wird deshalb ebenfalls zur Realisierung empfohlen.

#### **Zusammenfassung:**

- Belagersatz empfohlen: UH-km 11.500 bis 12.500.
- Belagersatz empfohlen (geringe Wirksamkeit): UH-km 8.000 bis 9.500 + UH-km 10.500 bis 11.500
- Belagersatz nicht empfohlen (kein Bedarf): UH-km 9.500 bis 10.500 + UH-km 12.500 bis 13.000

Grundsätzlich gilt der Abschnitt Muri – Rubigen bezgl. Lärmschutz als Erstsaniert [Z]

Im Jahr 2013 wurde ein technischer Bericht bezüglich Lärmschutz durch Aegerter + Bosshardt erstellt. Dieser zeigt auf, dass mit Einsatz lärmarmen Belag für Muri – Rubigen gearbeitet werden soll.

Heute sind im Projektperimeter vorwiegend SMA11-Beläge mit Baujahr zwischen 1990 und 1999 sowie AC11-Deckschichten mit Baujahr zwischen 1998 und 1999 vorhanden. Für den Planungshorizont mit vorhandenem Lärmschutz (Zustand Normprüfung 2030) wird von denselben Belägen ausgegangen wie im Zustand heute.

Im Planungshorizont mit erweitertem Lärmschutz (Lösungsvorschlag 2030) ist ein Ersatz der vorhandenen Fahrbahnbeläge, auf dem ganzen Abschnitt, durch einen lärmarmen Belag SDA 8 Klasse A vorgesehen. Diese Massnahme betrifft bis auf wenige Ausnahmen den ganzen Projektperimeter.




Emissionsabschnitte und Zubringer T10	Emissionen Stammlinie (beide Richtungen) inkl. Korrekturen									
	v	Heute  (2013)			Normprüfung  (2030)			Lösungsvorschlag  (2030)		
		DTV	Tag	Nacht	DTV	Tag	Nacht	DTV	Tag	Nacht
		[Fz/T]	[dBA]	[dBA]	[Fz/T]	[dBA]	[dBA]	[Fz/T]	[dBA]	[dBA]
Beschreibung										
Nationalstrasse N06/32										
Anschluss Muri	120	58980	92.6	85.8	77600	93.8	87.0	77600	91.7	85.0
Anschluss Rubigen										

Tabelle 7: Emissionswerte Lärmschutz

Abschnitt von UH-km	bis UH-km	Lärmschutzmassnahmen im Ausbreitungsweg	
		N06, Richtung Thun	N06, Richtung Zürich
8.000	8.500	2 Obj. >GW*: LSD bereits vorhanden (LSD Vordermärchli T621). Kosten einer Erhöhung im Vergleich zum Nutzen unverhältnismässig.	kein Lärmschutzbedarf
8.500	9.000	kein Lärmschutzbedarf	1 Obj. >GW*: LSD bereits vorhanden (LSD Vordermärchli T623). Kosten einer Erhöhung im Vergleich zum Nutzen unverhältnismässig.
9.000	9.500	1 Obj. > GW*: Neue LSW zum Schutz einer Liegenschaft unverhältnismässig.	3 Obj. >GW*: Wegen der ungünstigen Topographie (Gebäude in Hanglage) ist durch LSM entlang der N06 keine ausreichende Lärmreduktion möglich
9.500	10.500	kein Lärmschutzbedarf	kein Lärmschutzbedarf
10.500	11.000	kein Lärmschutzbedarf	2 Obj. >GW*: Das erste Obj. Kann wegen der ungünstigen Topographie (Hanglage) mit einer LSW nicht geschützt werden. Eine LSW nur für das zweite Obj. ist unverhältnismässig.
11.000	11.500	kein Lärmschutzbedarf	1 Obj. >GW*: Neue LSW zum Schutz einer Liegenschaft unverhältnismässig.

Tabelle 8: Lärmschutzmassnahmen

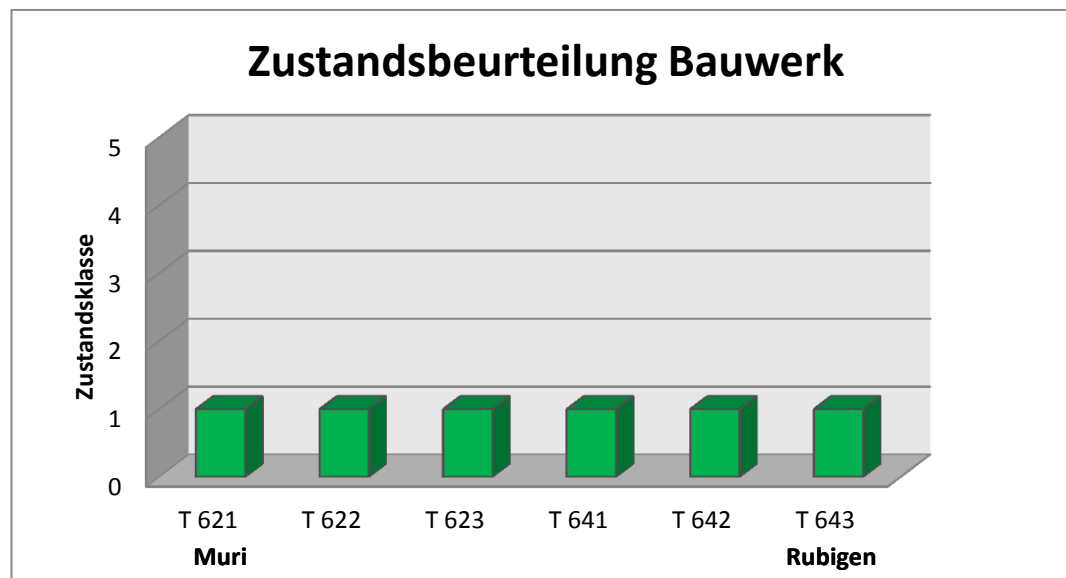


Abbildung 9 Zustandsbeurteilung Bauwerk

## Massnahmen

Bauliche Massnahmen sind keine geplant oder wären unverhältnismässig umzusetzen. Daher soll auf dem ganzen Abschnitt ein lärmarmen Belag eingebaut werden. Für das EK sollen die neusten Erkenntnisse der lärmarmen Beläge eingeholt werden.

## 4 Kunstbauten (K)

### 4.1 Brücken, UEF & UNF

#### Situationsanalyse

Der bauliche Zustand der 10 Kunstbauten variiert zwischen gut bis schadhaft. Einzig die Stützmauer Raintalwald ist schadhaft. Die Kunstbauten genügen teilweise den Anforderungen bezüglich Tragfähigkeit (Querkraft), Erdbeben und Anprallschutz nicht (Erfahrungswerte anderer Streckenabschnitte im Filialgebiet). Die Absturzsicherungen der Überführungen entsprechen wahrscheinlich nicht mehr den aktuellen Sicherheitsstandards.

Das Erhaltungsziel ist Substanzerhaltung sowie Gewährleistung der Sicherheit und der Verfügbarkeit. Mit dem EP sind alle Kunstbauten im Projektperimeter in Abhängigkeit des baulichen Zustandes und der Normkonformität instand zu setzen.

#### Ist-Zustand

Die Kunstbauten im Projektperimeter stammen vorwiegend aus der Zeit von 1963-1972. Die meisten Bauwerke erfuhren eine erste Instandsetzung Anfang der 90er Jahre. Das zahlen- und flächenmässige Mengengerüst der Brücken, Über- und Unterführungen (UEF/UNF) und Bachdurchlässe (DL) ist in Tabelle 1 dargestellt.

Inspektionsberichte existieren zu sämtlichen Brücken und Durchlässe. Die Beurteilung im Abschnitt Muri – Rubigen reicht von guten bis annehmbaren Zustandsklassen (Zustandsklasse ZK 1-2; Abbildung 10).

Die Verbauungen Märchligenbach und drei Vorfluter sind bezüglich Zustands noch nicht erfasst und müssen im EK noch geprüft werden.



Abbildung 8: Verbauung Märchligenbach

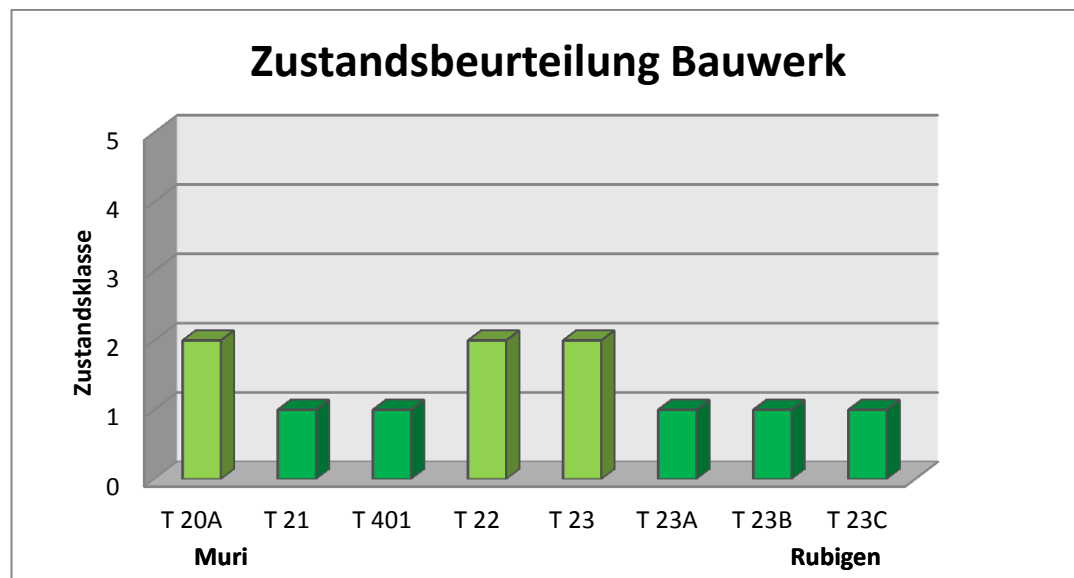


Abbildung 9: Zustandsbeurteilung Kunstbauten

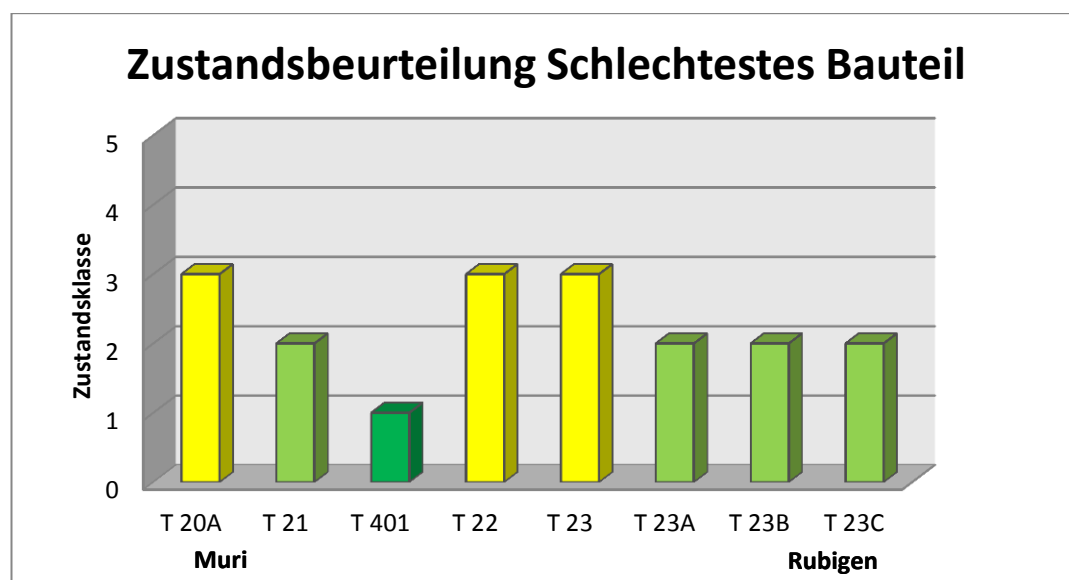


Abbildung 10: Zustandsbeurteilung „schlechtestes Bauteil“ der Kunstbauten

## **Normkonformität**

Die Normkonformität der Kunstbauten ist nach den heute geltenden Normen SIA 260 [O], SIA 261 [P] usw. und nach den ASTRA Richtlinien [Q] [R] – besonders wegen der Zunahme der Lasten – hinsichtlich Tragfähigkeit (Biegung, Querkraft, Torsion) sowie Gebrauchstauglichkeit (Mindestbewehrung, Betonüberdeckung, Rissbreitenbeschränkung, Karbonatisierungstiefe, Chloridgehalt) zu überprüfen.

Die Erdbebensicherheit der Brücken (Schiefe, Lager, Krümmung, Gerbergelenke, Gasleitungen usw.) auf Stufe 1 wurde im Auftrag des Tiefbauamtes des Kanton Berns vom Ingenieurbüro Marchand + Partner, Bern im Jahre 2006 untersucht [16]. Dabei wurden die Brücken Aspekte nach Bauwerksfunktion, Absturzsicherung und Schwachstellen in 1. und 2. Priorität eingestuft.

Bei der Überführung Hintermärchligenweg T22 mit Mittelstützen muss der Anprallschutz untersucht werden. Allenfalls ist eine Verstärkungsmassnahme am Bauwerk notwendig.

Die vorhandenen Höhen des Lichtraumprofils (LRP) unter der Brücke wurde gemessen [17]. Die erforderliche Lichte Höhe von mindestens 4.50 m wurde eingehalten. Eine Gefällsänderung (Quergefälle) kann bei diesem Bauwerk problemlos vorgenommen werden.

Die Ermüdung wird in der nächsten Projektphase überprüft.

## **Risiken**

Erdbeben sind seltene Ereignisse mit Wiederkehrperioden von zum Teil mehreren 100 Jahren, aber mit sehr grossem Zerstörungspotenzial. Deshalb muss man mit den Ertüchtigungsmassnahmen darauf konzentrieren, alle normativen Vorgaben kompromisslos einzuhalten und das Schadenspotenzial durch Erdbeben zu minimieren.

Bei erhöhter Verkehrsbelastung und grösseren LKW-Lasten besteht die Gefahr, dass Fahrzeuge an Brückenpfeiler anprallen können und so die Tragfähigkeit der Bauwerke beeinträchtigt wird (Einsturzgefahr).

Die Absturzsicherungen der Überführungen sind zu überprüfen und allenfalls nach den neuen Kriterien zu ersetzen.

## **Massnahmenempfehlungen**

Die Kunstbauten sind generell instand zu setzen. In Abhängigkeit der aktuellen Zustandsklassen variiert die „Tiefe“ der Massnahme resp. variieren die entsprechenden Einheitskosten, siehe Anhang 4.

- Instandsetzungsmassnahmen: Betonsanierungen, Reprofilierung/Oberflächenschutz, Ersatz von Abdichtung/Belag/Leitschranken usw.
- Verstärkungsmassnahmen aufgrund erhöhter Lasten: Verstärkung der Bewehrung, Betonverstärkung usw.
- Ertüchtigung der Brückenpfeiler als Anprallschutz
- Erdbebenertüchtigung

Die Kosten sind in Tabelle 6 für alle Bauwerke zusammen gefasst.

Anlage	Massnahme	Unterhalt	Ausbau	KS Total
Alle Bauwerke	Instandsetzung	1'100'000		1'100'000
	Anprallschutz		150'000	150'000
	Erdbebenertüchtigung		0	0
Realisierung		1'100'000	150'000	1'250'000
Projektierung 15%		165'000	22'500	187'500
<b>MWSt 8%</b>		101'200	13'800	115'000
<b>KS Total</b>		<b>1'366'200</b>	<b>186'300</b>	<b>1'552'500</b>

Tabelle 10: Kostenschätzung Kunstbauten

## 4.2 Durchlässe

Der Durchlass Märglichenbach T401 ist in einem guten Zustand und bedarf keiner Sanierung.

Der Durchlass T 23C Giesse mit Weg Hunzigerüti ist in einem guten bis annehmbaren Zustand. Der Durchlass muss im EK bezüglich der Sicherheit untersucht werden. Dies betrifft das Gelände entlang Giesse und den Anprallschutz auf der N6, damit bei einem Unfall kein Fahrzeug auf den Fussgängerbereich durchbrechen kann.

Der Durchlass T 23B Giesse Hunzigrüti ist ebenfalls in einem guten bis annehmbaren Zustand.

Bei beiden T23 Durchlässen wird es sich um Oberflächenreparaturen handeln. Bei beiden Durchlässen wurde und konnte der Bereich, der unter der Wasseroberfläche liegt, nicht kontrolliert werden.



## 5 Tunnel / Geotechnik (T/G)

### 5.1 Hangsicherungen

Die Aufzeichnungen der Bewegungen im **Rutschgebiet Raintalwald** können bis ins Jahr 1850 zurückverfolgt werden. Die Kriechbewegungen beruhen auf aktiven Haupt- und Sekundärrutschungen.

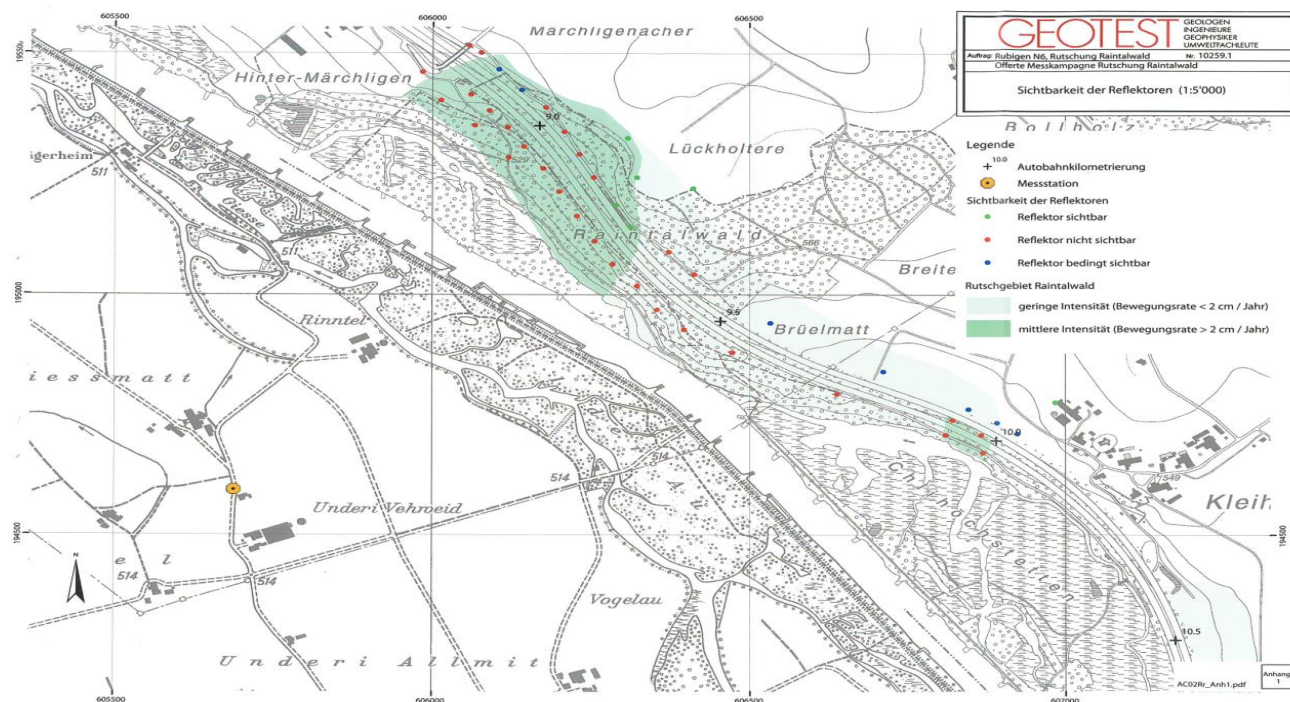


Abbildung 11: Rutschgebiet Raintalwald

Bezüglich der Bewegungen im Rutschgebiet Raintalwald hat Geotest schon einige Untersuchungen durchgeführt. Siehe im Anhang Bericht Nr. 10259.1 / 10259.2 / 10259.3 / 1414017.1

In den drei Berichten ist ersichtlich, dass der Hang ständig in Bewegung ist. Es wurde nach einem geeigneten Monitoring gesucht und kam gemäss Bericht vom 22. Juni der Geotest AG zum folgenden Schluss;

*Da zurzeit der Entscheid gefällt wurde, dass die Abschnitt nicht wesentlich ausgebaut und verändert wird ein Monitoring der Rutschung als wenig sinnvoll, resp. wenig wirtschaftlich erachtet. Solange die Bewegungen im heutigen Rahmen bleiben, halten sich vermutlich auch die auftretenden Schäden in den Fahrbahnen in Grenzen. Mit den vorhandenen Drainagen und Entwässerungssystemen wird der Rutschmasse viel Wasser, und damit die treibende Kraft, entzogen. Es muss auch in Zukunft sichergestellt werden, dass diese Drainagen einwandfrei funktioniert und unterhalten wird.*

Folgende Schlussbemerkung hat damals Geotest AG gemacht.

*Ein Monitoring der Rutschmasse in Hinblick auf zukünftige Aus- oder Umbauten ist ohne aufwändige Bohrungen nicht möglich. Um langfristig verlässliche Aussagen über das Bauwerk der N6 und dessen Verhalten auf der Rutschmasse zu machen, erachten wir aber ein Monitoring als sinnvoll. Es gilt von seitens ASTRA die Kosten und Nutzen für eine Rutschüberwachung gut abzuschätzen.*

Diese Bemerkung muss im EK mit einbezogen werden.

Aufgrund eines Murgangs im Jahr 1980 wurde die Stützmauer T 117 SM Raintalwald erstellt. Diese Stützmauer befindet sich in der Zustandsklasse 3. Die T 117 ist bezüglich den aktuellen Normen und Erdbebbensicherheit zu überprüfen. Die Sicherheit der Hangstabilität hat oberste Priorität. Die aktuellen Überwachungsergebnisse zeigen konstante Kriechbewegungen. Mit dem EP sollen T 117 instand gesetzt und die Sekundärrutsche mit baulichen Massnahmen eingedämmt werden.

Die Sicherheit und Gebrauchstauglichkeit der Bauwerke ist in den nächsten Phasen zu überprüfen. Die Substanz der Bauwerke ist mit Instandsetzungsmassnahmen zu erhalten.

Die **übrigen geotechnischen Bauwerke** wie Uferschutz, Hochwasser- und Lärmschutzdämme und Hangsicherungen werden in vorliegender Projektdefinition nicht behandelt. Die ökologisch wertvolle Aarelandschaft im Abschnitt Muri – Rubigen ist zu schützen. Das Hangwasser und Sickerwasser soll neu nicht mehr verrohrt in die Aare geführt werden, sondern offen. Hierzu hat eine Sitzung mit dem Kanton OIK II Adrian Fahrni, mit Frau Fränzi von Lerber, Amt für Landwirtschaft und Natur und Herr Ronald Bill, Waldabteilung 4 Emmental stattgefunden. Dem offen legen der Hangentwässerung spricht nichts dagegen. Bei den Lösungsansätzen muss auf den Forst Rücksicht genommen werden. Der bauliche Eingriff soll mit einer natürlichen Bauweise erfolgen.

Der Kanton plant im Bereich der Giesse Anpassungen des Aareraums.

### Böschungssanierung N6 Muri-Rubigen, km 10.6 – 10.7

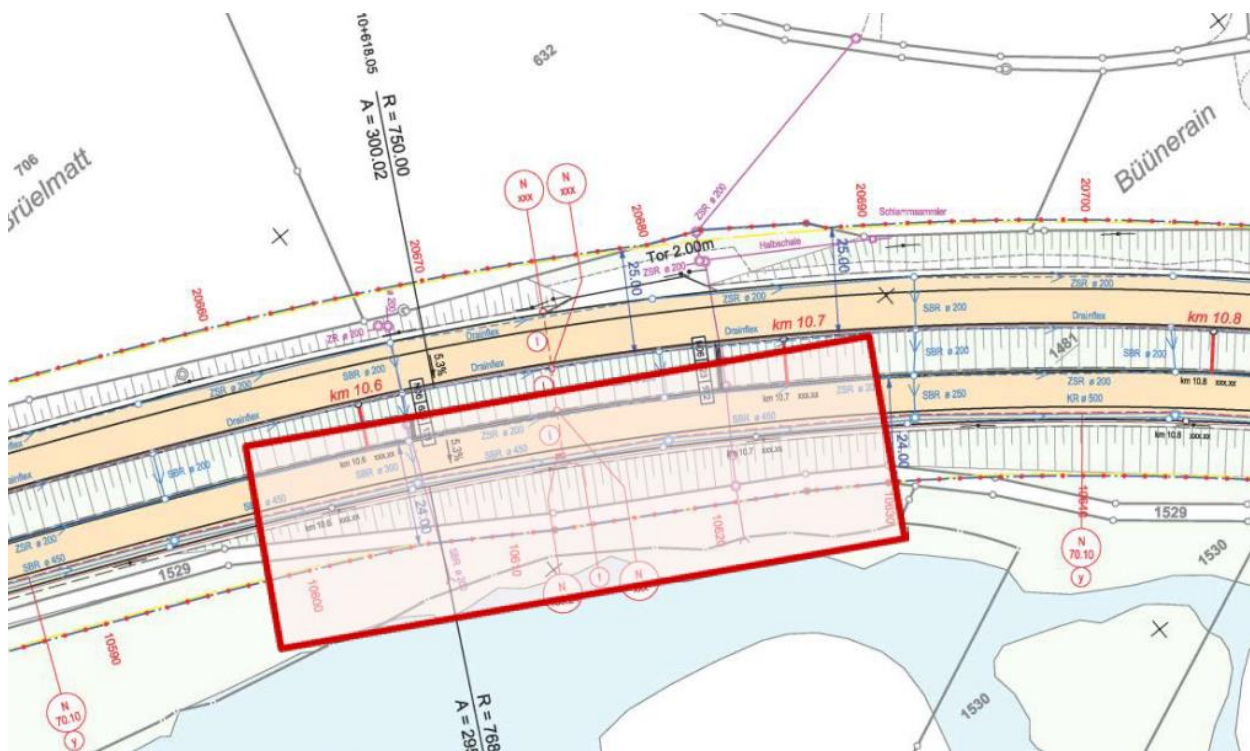


Abbildung 12 Sekundärrutsche km 10.6 bis 10.7

## Ausgangslage

Eine aktive Sekundärrutschung (Kriechhang) im Gebiet des Raintalwalds zwischen km 10.6 – 10.7 zieht Setzungen im Bereich der Standspur und Belagsrisse nach sich. Die Standspur muss momentan fast jährlich saniert werden, was mit einer Böschungssicherungsmassnahme verhindert werden soll.

Detailliertere Angaben zur Geologie können dem geologisch-geotechnischen Bericht in der Beilage entnommen werden.

In diversen Besprechungen und Begehungen vor Ort mit den beteiligten Behörden, Ämtern und Spezialisten wurden verschiedene Varianten zur Böschungsstabilisierung angesprochen. Nachfolgend werden diese Varianten kurz aufgezeigt und anschliessend auf die favorisierte Variante etwas detaillierter eingegangen.

## Variantenstudium

Nachfolgend ein kurzer Überblick von möglichen Sanierungsmassnahmen zur Böschungsstabilisierung mit einer Bewertungsmatrix am Schluss.

### Variante TerraStop

Mit dem erdbewehrten Stützsysteem TerraStop wird die Böschung auf der gesamten Länge mittels einer Erdbewehrung stabilisiert. Das abgetragene Erdmaterial kann nach dem Verlegen der Erdbewehrung direkt wieder eingebaut werden. Jedoch ist ein enormer Materialumschlag (Geländeabtrag und Wiedereinbau) notwendig. Zusätzlich muss der Fusspunkt mittels eines Rückverankerten Stützriegels gesichert werden, um ein Abgleiten auf den Seetonen zu verhindern.

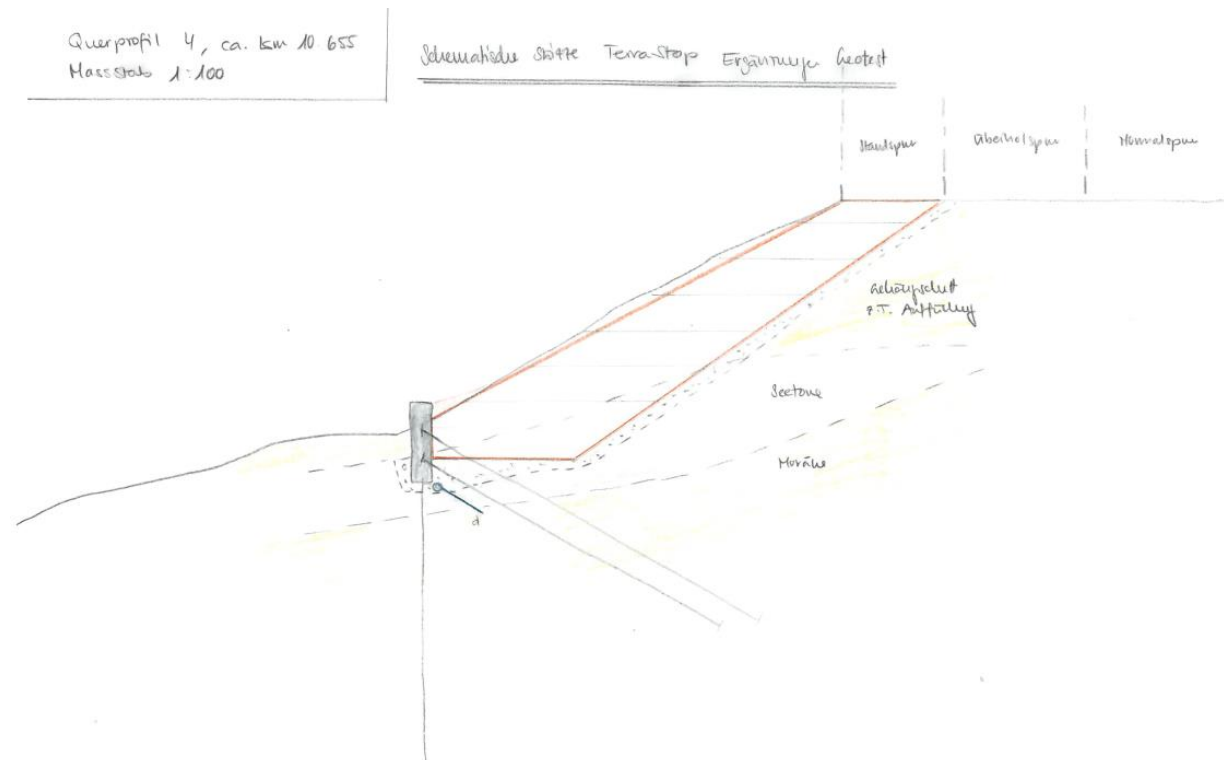


Abbildung 14 Schematische Skizze TerraStop

## Variante Holzkasten und Weg anheben

Bei dieser Variante wird die Böschung mittels Holzkasten stabilisiert, was eine ähnliche Wirkung erzielt wie beim System TerraStop. Zusätzlich wird der Weg angehoben, um die Böschungssituation (Höhe, Neigung, etc.) etwas zu entschärfen. Die Holzkasten werden in kiesiges, luft- und wasserdurchlässiges Material eingebaut, was sich negativ auf die Lebensdauer auswirkt. Zudem reichen die Holzkästen nicht bis hinter die vermutete Gleitfläche. Die Anhebung des Wegs entspannt die Situation Hangseitig, jedoch muss die Böschung talseitig abgeflacht werden. Dies hätte eine Perimetererweiterung bis in das Naturschutzgebiet der Giesse zur Folge.

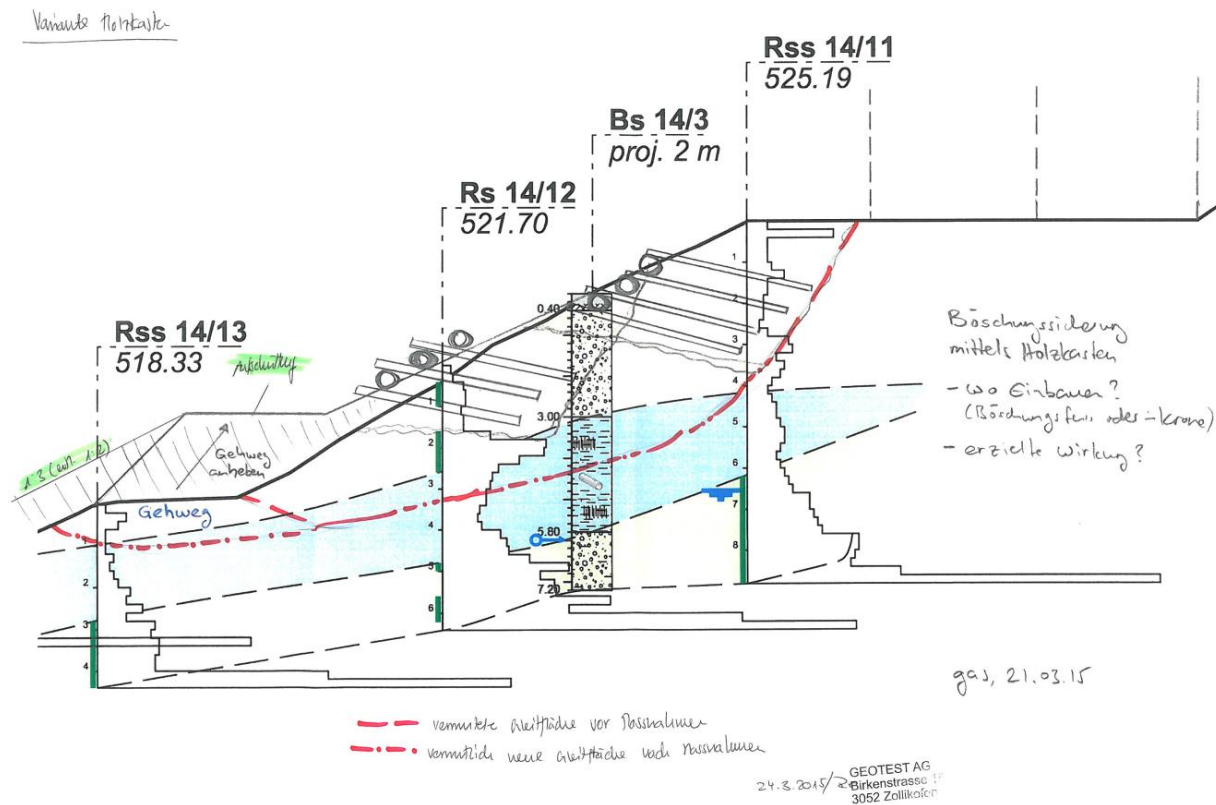


Abbildung15: Schematische Skizze Holzkasten und Weg anheben



## Variante Stützriegel

Die Stützriegel werden talseitig des Standstreifens in regelmässigen Abständen bis ins stabile Terrain (standfeste Moräne) eingebunden. Sie bestehen aus Magerbeton, resp. Sickerbeton und wirken als Dübel innerhalb der Rutschung, was zu einer Stabilisierung des gesamten Rutschkörpers führt. Die Riegel können mit einem 80 cm Löffel und in einem Abstand von ca. 4 m gemacht werden. Zwischen den Riegeln kann das Material zwar noch durchfliessen, jedoch wird die Rutschung durch das enge Raster der Stützriegel abgebremst und die Setzungen zwischen den Riegeln minimiert. Die Umsetzung ist einfach, jedoch die Massnahmenwirkung effektiv.

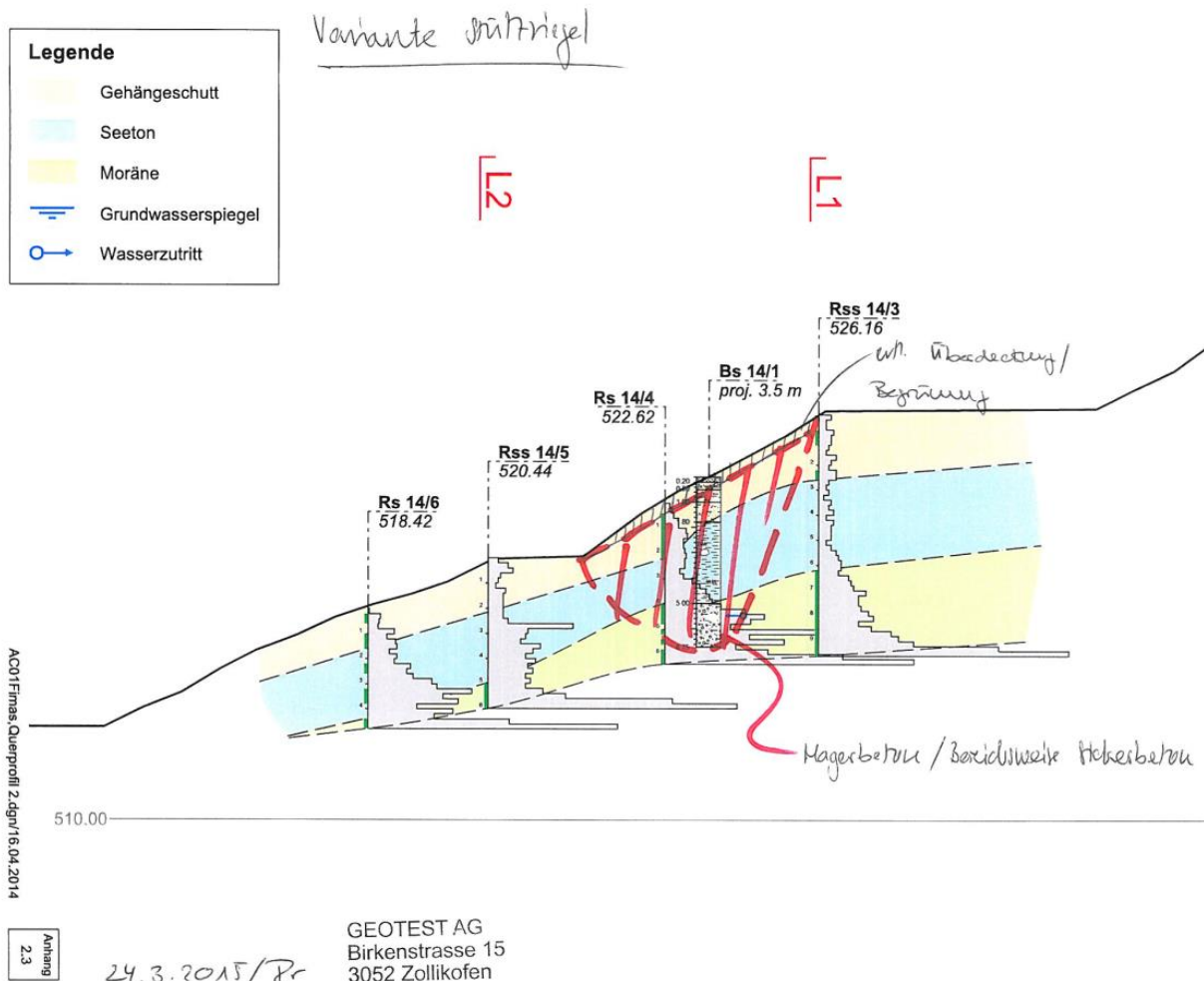


Abbildung 16 Schematische Skizze Stützriegel

Der Stützriegel können nachträglich überdeckt / begrünt werden und ein weiterer Vorteil ist, dass der Eingriff nur lokal stattfindet und die Riegel in ihrer Lage so gewählt werden können, dass keine Ersatzaufforstung notwendig sein sollte.

Variantenvergleich mittels Bewertungsmatrix

Bei der Gegenüberstellung der verschiedenen Varianten stehen die Wirtschaftlichkeit sowie die erzielte Wirkung der Massnahmen im Vordergrund. Die Bewertungsmatrix zeigt deutlich auf, dass die Variante Stützriegel zu bevorzugen ist.

Böschungssanierung N6 Muri-Rubigen			Variantenvergleich mittels Bewertungsmatrix		
	TerraStop		Holzkasten		Stützriegel
	Pkt.	Bemerkungen	Pkt.	Bemerkungen	Pkt.
Wirkung	5	Tiefenwirkung durch Fusspunktsicherung und Hangstabilisierung, dauerhaft	2	Keine Fusspunktsicherung, kein Eingriff hinter den Gleitkreis, Wirkung ungewiss, nur Verlangsamung	4
Materialverschiebung	1	Abtrag und Wiedereinbau der gesamten Böschung auf einer Länge von ca. 90 m (ca. 3'500 m³)	2	Abtrag und Wiedereinbau ca. 1'500 m³. Aufschüttung Fussweg ca. 800 m³	4
Unterhalt	4	Böschung begrünt, Unterhalt mind. 1x jährlich.	4	Böschung begrünt, Unterhalt mind. 1x jährlich.	4
Lebensdauer	3	z.T. verrottbare Materialien. Langzeiterfahrungen?	2	Einbau in Luft- und wasserdurchlässiges Material, was sich negativ auf die Lebensdauer auswirkt	4
Eingriffstiefe	2	Eingriff auf gesamter Böschungsfläche.	3	Eingriff auf halber Böschungsfläche.	5
Umwelt	3	Verbau von hauptsächlich natürlichen Materialien. Grosse Materialverschiebungen, lange Bauzeit	3	Verbau von natürlichen Materialien. Relativ grosse Materialverschiebungen, lange Bauzeit.	2
"Nebenwirkungen"	1	Rodung der gesamten Böschung, grosse Flächen für Ersatzaufforstung, grosser Platzbedarf für Zwischenlagerung Erdmaterial. Fussweg und Standspur muss gesperrt werden. Baulicher Eingriff in Standspur.	2	ditto TerraStop, jedoch Eingriffe etwas weniger gross.	4
Grobkostenvergleich (Ohne Nebenarbeiten wie Rodungen, Ersatzaufforstung, Terrängestaltung, Instandstellungsarbeiten, etc.)	1	(1'400'000) 700 %	3	(800'000) 400 %	4
Total	20	Rang 3	21	Rang 2	31 Rang 1
Bemerkungen, Hinweise	Genügend Fläche für Ersatzaufforstung?		Böschungsanpassung falls möglich?!		Sicker-/Magerbeton → Umweltschutz?!
Notenbeurteilung:		5	Sehr gut ohne grosse Bedenken / Unsicherheiten		
		4	Gut mit geringen Vorbehalten		
		3	Durchschnitt mit kleinen Unsicherheiten/Bedenken		
		2	Schlecht mit Bedenken/Unsicherheiten		
		1	Sehr schlecht mit grossen Bedenken/Unsicherheiten und allenfalls sogar "No Go"		

Abbildung 17 Bewertungsmatrix

## Ausarbeitung Variante Stützriegel

Aufgrund der Bevorzugung der Variante der Stützriegel wird diese in einem nächsten Schritt in Bezug auf Bauvorgang, Systemflexibilität, „Nebenwirkungen“, etc. etwas detaillierter betrachtet.

### Details Stützriegel

Der Aushub der Stützriegel kann via den Fussweg erfolgen, wie es bereits bei der Erstellung der Baggerschlitzte im Zuge der geotechnischen Untersuchungen gemacht wurde. Es hat sich gezeigt, dass das Material gut standfest ist, was in den nachfolgenden Fotos ersichtlich ist.



Abbildung 18 Fotos Baggerschlitzte

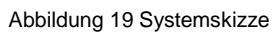
Ein 30 to Bagger hat eine Reichweite von maximal ca. 10 m. Dies reicht gut, um auf die Einbindetiefe in die standfeste Moräne zu gelangen. Jedoch weist die Böschung zum Teil eine Länge von ca. 14 m auf. In diesen Bereichen muss die Fertigstellung des Aushubs von der Standspur aus gemacht werden, damit die Riegel bis an die Böschungskante reichen und somit die gewünschte Wirkung erzielen.

Das Befüllen der Riegel kann via Standspur erfolgen. Der max. Materialverbrauch (Abtransport Erdmaterial sowie Füllung mittels Magerbeton/Sickerbeton) für einen Riegel beträgt ca.  $50 \text{ m}^3$ . Aus der Systemskizze wird ersichtlich, dass der Fussweg während der Bauzeit infolge der Aushubarbeiten gesperrt werden muss. Die Standspur muss temporär ebenfalls für die Bautätigkeiten zur Verfügung stehen.

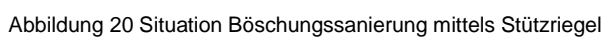
Die Wahl des geeigneten Füllmaterials Magerbeton oder Sickerbeton muss in Bezug auf die örtlichen Verhältnisse (Hangwasser, etc.) und in Zusammenarbeit mit dem Geologen getroffen werden.

Nachfolgende Skizze veranschaulicht die Details der Variante Stützriegel.





Der Rutschhang weist eine Gesamtlänge von ca. 80 m auf. Die Böschungssanierung muss etwas darüber hinaus gezogen, damit der gesamte Bereich nachhaltig stabilisiert werden kann. Die Situation zeigt auf, dass somit Total ca. 23 Stützriegel erstellt werden müssen.





## Details Stützriegel

Obwohl eine allfällige Pannenstreifenumnutzung (PUN) oder gar ein Spurausbau in diesem Abschnitt momentan kein Thema ist, wurden ein paar Überlegungen in diese Richtung angestellt.

Gerade in Bezug auf die Lebensdauer, Flexibilität und Nachhaltigkeit ist es wichtig, dass die Böschungssanierung in Bezug auf oben erwähnte Massnahmen eine gewisse „Kompatibilität“ aufweist.

Untenstehender Ausschnitt aus der Systemskizze zeigt auf, dass die Stützriegel einer allfälligen PUN oder einem Spurausbau nicht im Wege stehen. Die Riegel können bei einem Ausbau gar als Foundation miteinbezogen werden, wodurch zum Teil anstelle von Mager-/Sickerbeton ein bewehrter Konstruktionsbeton eingesetzt werden müsste. Ob und in welcher Form auf diese Massnahmen eingegangen werden soll, ist in einer nächsten Planungsphase zu prüfen und festzulegen.

→ Ausblick / Systemflexibilität

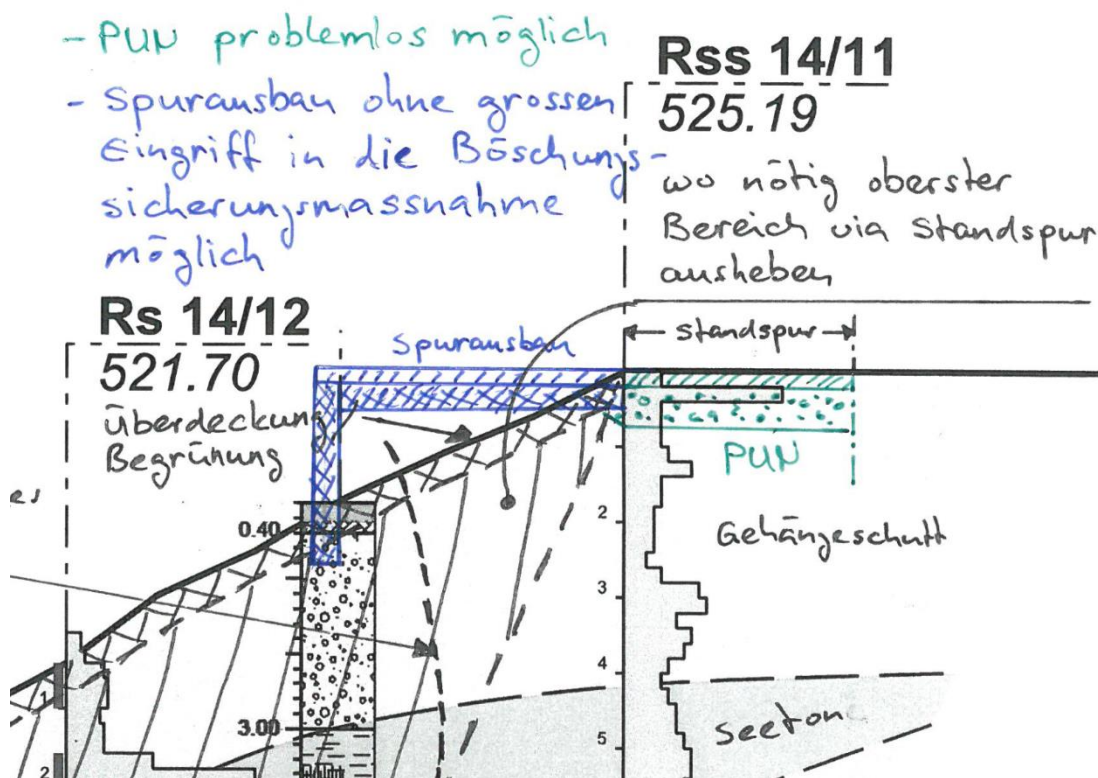


Abbildung 21 Ausschnitt Systemskizzen in Bezug auf PUN / Spurausbau

Sämtliche Lösungsansätze und der vorgeschlagene Stützriegel wurde in Zusammenarbeit mit Geotest AG (Geotechnische Begleitung) und dem Ingenieurbüro Weber + Brönnimann AG erarbeitet. Wenn für die Hangsicherung im weiteren Projektverlauf eine bessere Lösung gefunden wird, soll diese dem Stützriegel gegenüber gestellt werden.

## Hangentwässerung (Sickerwasser) N6 Muri-Rubigen

km 9.5 – 10.2



Abbildung 132 Foto bestehende Hangentwässerung



### Ist-Zustand

Das Hang-/Sickerwasser wird heute gesammelt und von der Autobahn bis in die Giese verrohrt geführt. Die Problematik dabei ist, dass die Leitung sehr schnell und stark verkalkt. So wird die Durchflussmenge des Hang-/Sickerwasser sehr schnell reduziert. Der Unterhaltsaufwand für das Entfernen von den Kalkablagerungen ist gross.



Abbildung 23 Fotos verkalkte Entwässerungsröhre

Der Autobahnwerkhof hat ein Abschnitt der verrohrt war freigelegt und mit Natursteinen ein offenes Gerinne erstellt. Die Natursteine wurden einbetoniert, siehe Bilder.



Abbildung 24 Fotos bestehende Hangentwässerung



### Sanierungsansatz

Nach der Querung der Autobahn, soll so rasch wie möglich, die Leitung als offenes Gerinne geführt werden. In der Erhaltungsplanung geht man davon aus, dass die Linienführung ca. der heutigen Lage der verrohrten Leitungen entspricht. In der weiteren Phase soll aber untersucht werden ob einzelne Stränge zusammengelegt werden können.

Bei den Lösungsansätzen muss stark auf den Forst Rücksicht genommen werden.



Abbildung 25 Mögliche Linienführung einer offenen Hangentwässerung

Das Erstellen des Gerinnes soll möglichst mit einer natürlichen Bauweise erfolgen. Der Einsatz von Beton soll möglichst gering gehalten werden.

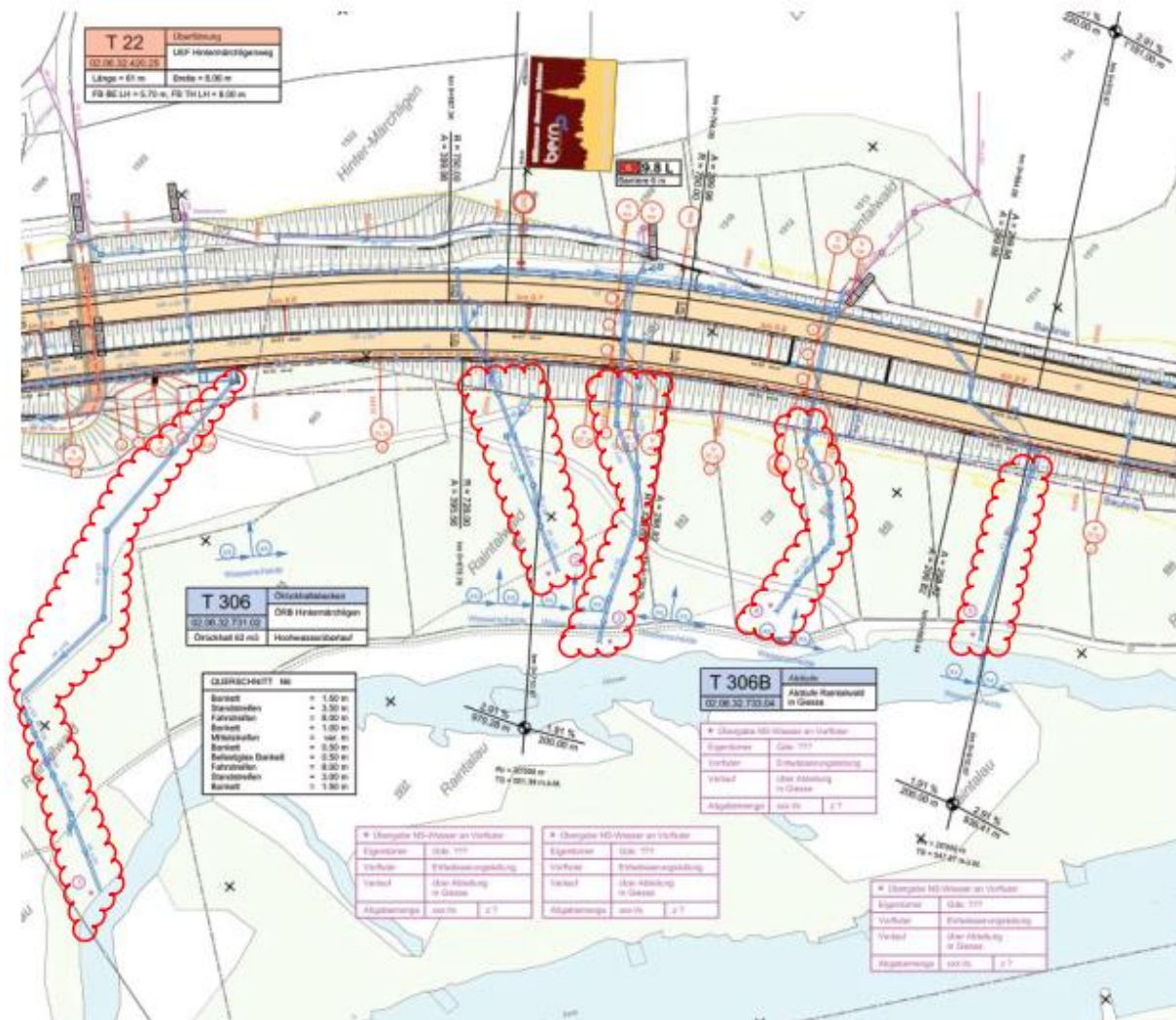


Abbildung 26 Mögliche Offenlegung der Hangentwässerung

In diesem Bereich sollen die fünf Leitungen bezüglich offener Führung überprüft werden.

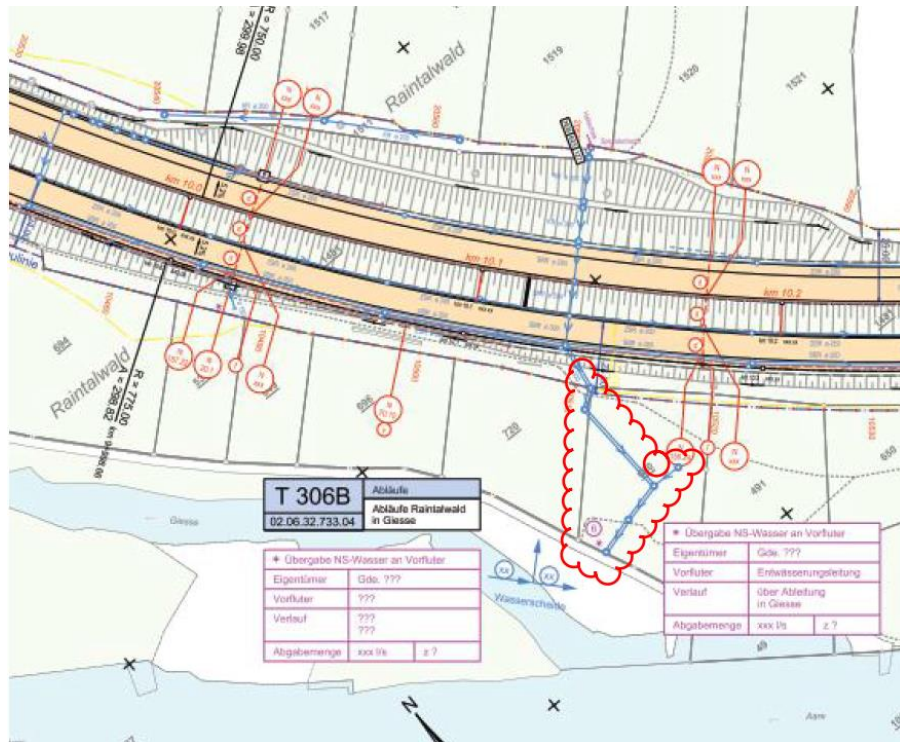


Abbildung 27 Mögliche Offenlegung der Hangentwässerung

In diesem Abschnitt handelt es sich noch um eine Leitung die bezüglich offener Führung überprüft werden soll.

Das Erstellen des Gerinnes und dessen Lage muss mit den privaten Eigentümern der betroffenen Parzellen besprochen werden.

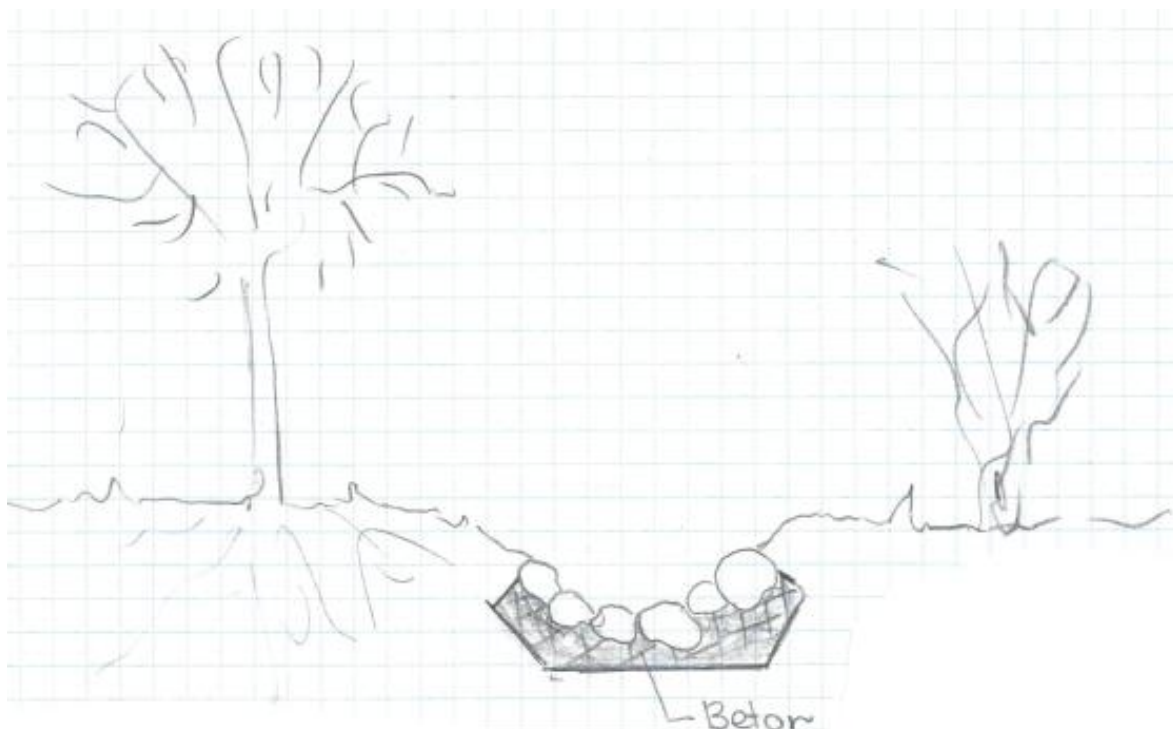


Abbildung 28 Querschnittsskizze für Hangentwässerung mit Beton (Ist-Situation)



So wurde der erste Teil ausgeführt. Für den Unterhalt des Werkhofes hat sich dies bestens bewährt.

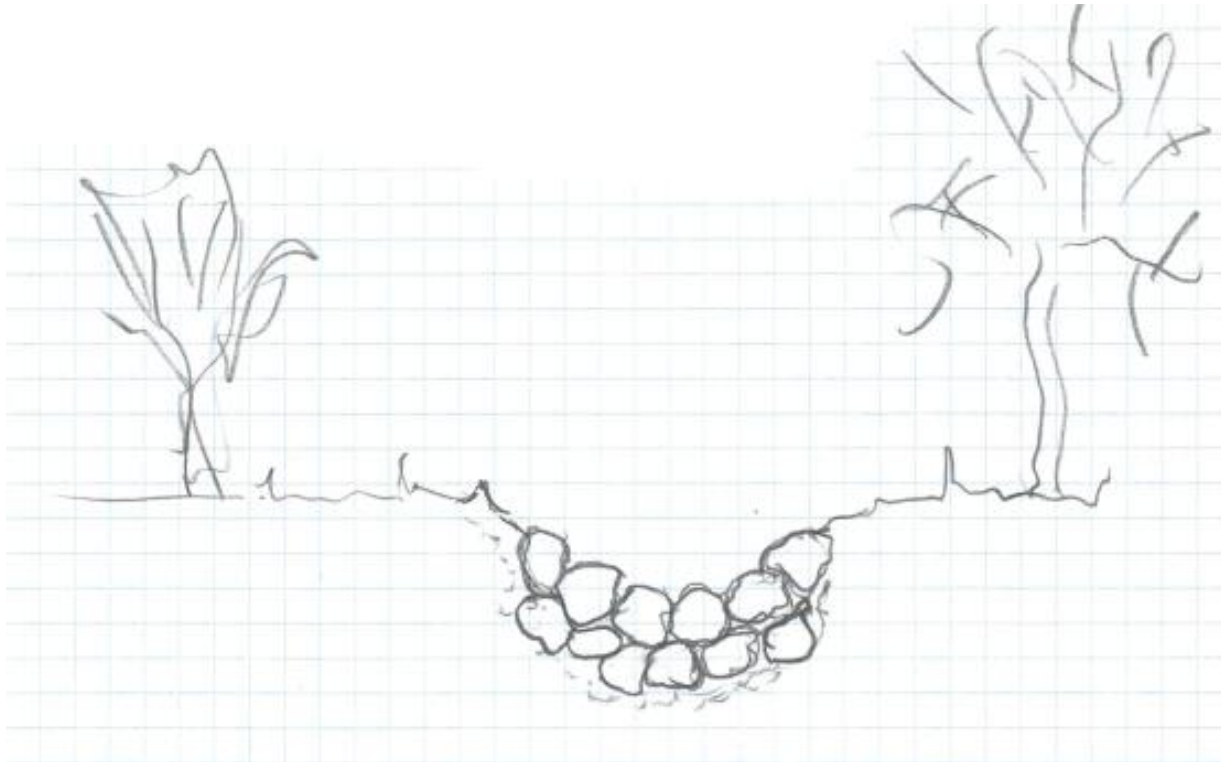


Abbildung 29 Querschnittsskizze für Hangentwässerung ohne Beton

Dies wäre der Lösungsansatz mit möglichst geringem Einsatz von Beton.

Eventueller Betoneinsatz für notwendige Querriegel.

Die geplanten Massnahmen müssen mit der Waldabteilung 4, Amt für Landwirtschaft und Natur und dem Tiefbauamt der Kantons Bern OIK II Gewässer besprochen werden.

Stellungnahme Ronald Bill (Amt für Wald des Kantons Bern) E-Mail vom 16. Mai 2015

Sowohl die Hangentwässerung wie die Böschungsstabilisierung können aus forstlicher bzw. waldrechtlicher Sicht zusammen betrachtet werden.

Ich gehe in beiden Fällen von temporären Rodungen aus. Bei der Hangentwässerung wird jeweils ein Streifen von 4-5 m Breite beansprucht; bei der Hangstabilisierung ist die ganze Projektfläche Rodungsfläche.

Folgende Punkte führen zu diesem Ergebnis:

1. Bei den Bauwerken gibt es doch recht massive Bauweisen.
2. Eine nichtforstliche Kleinbaute ist dies nicht mehr. Es wird doch eine grössere Waldfläche für den Bau der 6 Ableitungen und der 23 Schlitzte benötigt.
3. Ich gehe davon aus, dass mit grösserem Baugerät gearbeitet werden muss und die Schwenkbereiche dieser Geräte nicht durch die bestehenden Bestockungen zu sehr beeinträchtigt werden sollte. Die Bäume werden demnach wo nötig gefällt werden müssen, auch wenn selbst der Waldboden nicht befahren wird.
4. Mit diesem Vorgehen gibt es grösseren Spielraum für die Leitungsführung (im Detail) und die Bauausführung.



Hinweis zur Prüfung:

Wenn es die Hangstabilität zulässt und vielleicht sogar ein Sandsteinband vorhanden ist, könnten allenfalls die Ableitungen so angelegt werden, dass die Wasserrinnen auch zwischendurch mit kleinen Wasserfällen mit einem befestigten Tosbecken unterbrochen bzw. belebt werden.

Zu beachten ist zudem, dass die Wasserrinnen so angelegt werden sollten, dass die Waldbewirtschaftung bzw. die Waldpflege nicht zu sehr beeinträchtigt werden bzw. falls mal ein Baum auf die Wasserrinnen fällt, nicht gleich grosser Schaden entsteht bzw. Haftungsfragen zu lösen sind.

Zum Verfahren selbst:

Ich könnte mir vorstellen, dass diese geplanten Massnahmen vorgezogen umgesetzt werden müssen. Somit wäre ein separates Gesuch- bzw. Bewilligungsverfahren in die Wege zu leiten. Dies ist mit den zuständigen Stellen (ASTRA-seitig) zu klären.

Stellungnahme Franziska von Lerber (Amt für Landwirtschaft und Natur) E-Mail vom 8. Mai 2015

**Böschungssanierung:**

Ihre bevorzugte Variante ist eine Sanierung mit Stützriegel. Ich gehe bei meiner Beurteilung von einer Mager-/Sickerbetonfüllung aus.

Grundsätzlich kann diese Variante aus unserer Sicht bewilligt werden.

Im Detailbereich sind noch einige Fragen zu klären (z.B. wo entstehen Materialzwischendepots, welche Flächen werden temporär beansprucht, wie ist die Endgestaltung der Oberfläche im Detail, in welcher Jahreszeit wird gearbeitet, welche Schutzmassnahmen werden ergriffen für Reptilien).

**Hangentwässerung:**

Offen geführte Hangentwässerungen sind aus unserer Sicht zu begrüßen. Hingegen scheint uns, dass für die Bauart noch andere Varianten studiert werden sollten. Die Ausgestaltung ist im Kurzbericht extrem technisch (auch wenn auf Beton verzichtet wird).

Wir bitten Sie abzuklären, ob es nicht wesentlich natürlichere Varianten gäbe, die denselben gewünschten Effekt hätten.

Die Linienführung muss insbesondere bei der längsten Entwässerung im Osten überprüft werden. Direkt unterhalb ist ein ausserordentlich wichtiger Standort für Kammolche und Laubfrösche (Zeichnung im Anhang, Gewässer Nr. 3). Die stehenden Gewässer dürfen auf keinen Fall beeinträchtigt werden.

Die Gewässer sind Ersatzmassnahmen und werden von der Karch mit einer Erfolgskontrolle regelmässig überprüft. Wir bitten Sie direkt mit der Karch die optimale Linienführung zu suchen.

Die Überprüfung ergibt folgendes Resultat:

Der Laubfrosch konnte mit 32 Rufern als grosse Population bestätigt werden, und auch die Kammolchpopulation scheint sich auf hohem Niveau stabil zu halten. Nach wie vor pflanzen sich beide Arten nur in G3 und G14 fort, praktisch die gesamte Verantwortung für die Zielarten lastet auf diesen beiden Gewässern.

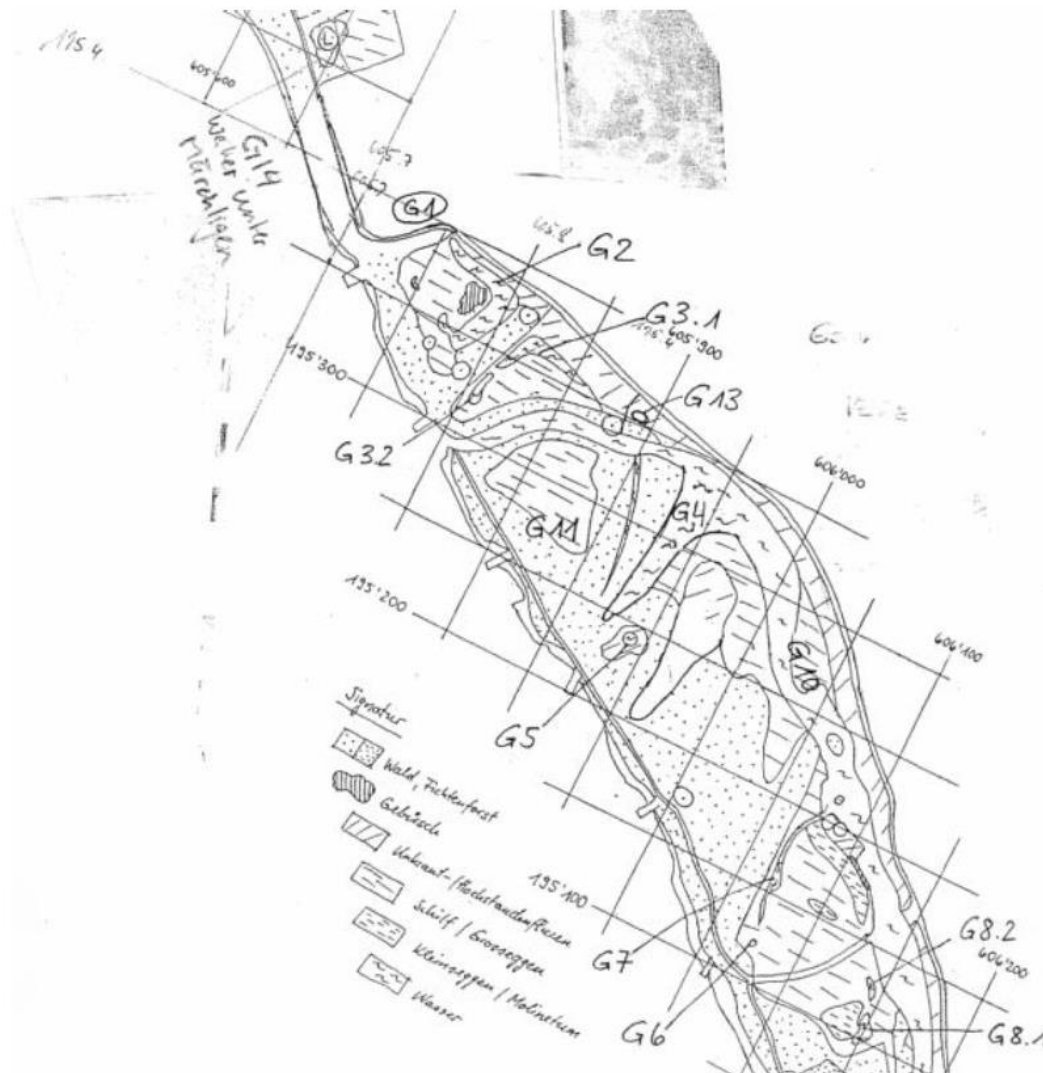


Abbildung 30 Situationsskizze Population Laubfrösche

Kontaktadresse:

Beatrice Lüscher und Sarah Althaus, Karch Bern, Schwand 3, 3110 Münsingen

0311 721 45 47

[beatrice\\_luescher@bluewin.ch](mailto:beatrice_luescher@bluewin.ch)

## 5.2 Naturgefahren

Siehe Hangsicherung 5.1

## 5.3 Stützbauten

### Stützbauwerke / Rutschgebiet Raintalwald

#### Situationsanalyse

Die Hangrutschungen und -bewegungen im Raintalwald können bis ins Jahr 1850 zurückverfolgt werden und wurden seit dem Bau der N06 geologisch und messtechnisch erfasst. Das Rutschgebiet kann zwischen km 9.400 und km 11.400 mit einer Gesamtlänge von rund 2 km eingegrenzt werden. Aus Bauherrensicht weist das Gebiet sowohl talseitig auf der N6+ (Richtung Thun) wie auch hangseitig auf der N6- (Richtung Bern) hinsichtlich Betriebssicherheit ein nicht zu vernachlässigendes Gefährdungspotenzial mit einem Risikoindex 4 (hoch) gemäss GHK auf [23] (siehe Anhang 9). Es existiert eine grosse Anzahl von geotechnischen Unterlagen zum Thema. Eine Gefahrenbeurteilung im Jahr 2006 sowie Untersuchungs- und Massnahmenvorschläge im Jahr 2010 werden in [20] [21] dokumentiert.

Das versetzt geführte Trasse der N06 befindet sich in der durch Drumlins durchsetzten Grundmoräne-Landschaft des ehemaligen Aaregletschers und verläuft schief zum Raintalwald-Hügels. Der Hang ist durch Wechsellagerungen komplex aufgebaut. Die obere Süsswassermolasse (Fels) liegt tiefgründig in einer Tiefe von 15 bis 25 m. Darüber wechseln sich – in unterschiedlicher Mächtigkeit von mehreren Metern – Seetone (CL-ML), meist feinkörnige Rückstausedimente (CL, SM-ML, GM-ML) und Moränensedimente aus kompaktem siltig-sandigem Kies mit Steinen (GM-ML, z.T. gewachsen, z.T. versackt, abgeglitten oder verschwemmt) ab.

Die Kriechbewegungen geringerer Bewegungsintensität stammen aus tiefgründigen Massenbewegungen, welche lokal – immer wieder – von oberflächennahen Rutschprozessen überlagert werden. Extreme und dauerhafte Niederschlagsereignisse mit ansteigendem Grund-/Hangwasserpegel und mit örtlich erheblichem Wasserandrang „schmieren“ die Kriechbewegungen bzw. können Rutschungen und Hangmuren reaktivieren. Grundsätzlich können folgende potenzielle Aktivzonen örtlich abgegrenzt werden, wobei eine Gefährdung auch ausserhalb der hier angegebenen Zonen nicht ganz auszuschliessen ist:

- 1) **N6- km 9.400 – km 10.200**, stark ausgeprägt bei km 9.600: „Lückholtere, Raintalwald“; Hangmure bergseitig, flachgründig, oberhalb der Fahrbahn Richtung Bern (geol. Formationen: ML, SM-ML). Potenzielle Kriechfläche in 10-15 m Tiefe. Hohe Stützmauer T 117 bestehend.
- 2) **N6+ km 9.600 – km 10.400**, stark ausgeprägt bei km 10.100: „Raintalwald-Au“; Hangrutsch talseitig, mittelgründig, unterhalb der Fahrbahn Richtung Thun (geol. Formationen: CL-ML, SC-CL, SM-ML; Bewegungsrate  $v = 1-2 \text{ cm/a}$ )
- 3) **N6+ km 10.600 – km 10.700: Aktive Sekundärrutschung** „Underi Chlihöchstetten-Au“, „Breitenacher“ oder „Brüelmatt“; Hangrutsch talseitig, flach-/mittelgründig, unterhalb der Fahrbahn Richtung Thun (geol. Formationen: SM-ML, Seeton CL; Bewegungsrate  $v = 1-2 \text{ cm/a}$ ). Gleitfläche in 2-8 m Tiefe; Erosion des Strassenkoffers, Setzung im Belag (Pannenstreifen). Diese Zone ist heute am aktivsten und wird am Böschungsfuss durch die Giessen mit Wasser „versorgt“.
- 4) **N6- km 11.300 – km 11.400**: „Oberi Chlihöchstetten-Au“ oder „Uelersacher“; Hangrutsch bergseitig, flachgründig, oberhalb der Fahrbahn Richtung Bern (geol. Formation: Seeton CL;  $\phi' = 24-30^\circ$ ,  $c' = 1 \text{ kPa}$ ; Bewegungsrate  $v = 1-5 \text{ cm/a}$ ). N6- n war bis jetzt noch nicht betroffen.

Zur Hangstabilisierung und zur Hangentwässerung wurden während der Erstellung und später weitere Massnahmen (Oberflächennahe Drainage, Hangdrainage, Hangfussverdübelung mit Pfählen, Bergseitiger Materialabtrag als Gewichtsentlastung, Geländegestaltungen) ausgeführt, die generell eine genügende bis gute Wirkung zeigten bzw. zeigen. Bei km 9.700 – km 9.900 Lückholtere gibt es ein System zur Hangentwässerung mit 4 bis zu 13 m tiefen bergseitigen Schächten und 5 Querungen unter der N06.

Bei km 9.870 – km 10.010 wurde im Jahr 1980 nach einer Hangmure, welche die Nationalstrasse verschüttete (!), die Stützmauer T 117 Raintalwald mit einer Höhe von bis zu 7.5 m erstellt. Die Mauer wurde nach einer erneuten Verschüttung (!) der Nationalstrasse oberhalb des Unterhaltsweges im Jahr 2002 mit einer zusätzlichen 1.8-4.5 m hohen Mauer erhöht (max. Gesamthöhe: bis 12 m;). Die T 117 wurde laut Inspektionsbericht [22] im annehmbaren Zustand ZK 2 befunden. Deren schlechteste Bauteile befinden sich jedoch bereits heute im schadhaften Zustand (ZK 3). Dieses prioritäre Stützbauwerk ist in ihrer Funktionalität zu erhalten und allenfalls zu verstärken bzw. zu verlängern.

Stützbauwerke / Stützmauern	verankert	nicht verankert	Ansichtsfläche
T 117 Stützmauer Raintalwald; N6- km 9.870 – km 10.010, bergseits	-	2 Mauer aufeinander	1025 m <sup>2</sup>
Mikropfähle N6+ km 10.000 – km 10.300, km 10.500 – km 10.700, talseits	ja	-	nicht erhoben

Tabelle 11 Mengengerüst Rutschgebiet Raintalwald

### Normkonformität

Die bestehenden Stützbauwerke sind auf die Konformität gültiger Normen zu prüfen [U] [V] [W]. Allenfalls kommt sogar ein Totalersatz des bestehenden Stützbauwerkes in Frage.

### Risiken

Die geotechnischen Risiken des Rutschgebietes Raintalwald sind Haupt- und Sekundärrutsche (Zone 3).

### Ziele und Lösungsvorschläge

Die Sicherung der Hangstabilität hat oberste Priorität. Die Normkonformität der Stützbauwerke und der Böschungen ist zu gewährleisten. Lösungsvorschläge sind:

- Erhaltung der bestehenden Stützbauwerke (Aufrechterhaltung der Funktionstüchtigkeit)
- Verstärkungsmassnahmen nach den aktuellen Normen (SIA 267 usw.)
- Ausbau der Böschungssicherungen

Da PUN in diesem Abschnitt nicht weiter verfolgt wird und ein 4/0 Verkehrsführung zu grosse bauliche Anpassungen zur Folge hätte, werden keine weiteren geotechnische Lösungen gesucht.

### Als baulicher Unterhalt sollte folgendes ausgeführt werden:

- Überwachung der Grundwasserverhältnisse der potenziellen Rutschzonen mittels Distanzmessungen, Grundwasserspiegelmessungen (Piezometer), Kontrolle/Unterhalt des Drainagesystems und Inklinometermessungen gemäss [20]. Zustandserfassung der Entwässerung.
- Neubau der best. Entwässerungsleitungen
- Überwachung der Grundwasserverhältnisse der potenziellen Rutschzonen mittels Piezometermessungen gemäss [21]. Zustandserfassung der Entwässerung.
- Instandsetzung der Stützmauer T 117 (Reprofilierung, Betonüberdeckungsabtrag, Aufbetonierung)
- Neubau von Entwässerungsleitungen, 12-18 m lange Drainagebohrungen als Hangwasserentlastung (z.B. Drill-Drain), Materialersatz, geokunststoffbewehrte wasserdurchlässige Stützkörper vor der bestehenden Böschung (z.B. Steilböschung in Gabionenfront). Foundation als Materialersatz auf Mikropfählen.

**Kostenschätzung Raintalwald**

Teilanlage	Massnahme	Unterhalt	Ausbau	KS Total
T 117 SM Raintalwald	Ersatz Tragstruktur	1'100'000		1'100'000
	Verstärkung mit Anker	300'000		300'000
Entwässerung	Erneuerung	300'000		300'000
Sekundärrutsch km 10.4 -10.7	Drainagebohrungen		150'000	150'000
Sekundärrutsch Steilböschung	Verstärkung mit Anker		1'200'000	1'200'000
Gründung	Materialersatz, Bodenplatte mit Mikropfählen		240'000	240'000
Realisierung		1'700'000	1'590'000	3'290'000
Unvorhergesehenes 10%		170'000	159'000	329'000
Projektierung 12%		224'400	209'880	434'280
<b>MWSt 8%</b>		167'552	156'710	324'262
<b>KS Total</b>		<b>2'261'952</b>	<b>2'115'590</b>	<b>4'377'542</b>

Tabelle 12 Kostenschätzung

**Weitere geotechnische Bauwerke**

Auf eine Analyse der übrigen geotechnischen Bauwerke wie, Uferschutz, Hochwasser- bzw. Lärmschutzdämme und Hangsicherungen wird in vorliegender Projektdefinition verzichtet. Diese Aufgabe ist den weiteren Projektphasen überlassen.

## **6 Betriebs- und Sicherheitsanlagen (BSA)**

### **6.1 Energie (01)**

Wird mit KBU erneuert

### **6.2 Beleuchtung (02)**

Keine Massnahmen notwendig.

### **6.3 Lüftung (03)**

Keine Massnahmen notwendig.

### **6.4 Signalisation (04)**

Im Jahre 2003 wurde für die Strecke Muri – Rubigen die heute bestehende Signalisation ausgeführt. Zur damaligen Zeit wurde die retroreflektierende Folie des Typ R2 verwendet.

Die heutigen Folien befinden sich in einem schlechten Zustand, da die Reflektion bei Nacht, bei den nicht beleuchteten Signalen, nicht mehr gewährleistet ist.

Ziel ist es, die bestehenden Signale bis Ende 2020 (Übergangsfrist gemäss SN 640 871a) durch Signale mit retroreflektierender Folie des Typ R3 zu ersetzen. Die Erneuerung der bestehenden Signaltafeln erstrebt, durch retroreflektierende Folie des Typ R3, eine einheitliche Anwendung auf den Nationalstrassen sowie das grundsätzliche Eliminieren der Signalbeleuchtung.

Man geht davon aus, dass alle Träger und Fundamente der Signale in einem guten Zustand sind und nur die Signale ersetzt werden müssen. Der Rückbau der Beleuchtung inkl. Kabel ist nach dem Ersatz der Signale durchzuführen.

Damit der Zeitaufwand an Planerleistungen abgeschätzt werden konnte und um den Ersatz möglichst Effizienz durchzuführen, wurde für eine Teilstrecke innerhalb eines Abschnittes bereits der Ersatz geplant. Für die Planung wurden Standarddokumente erstellt, welche für die weiteren Streckenabschnitte verwendet werden können. Als Pilotstrecke wurde der Zubringer N06 Muri – Rüfenacht gewählt. Der Bericht wurde am 5. März 2013 durch Basler + Hofmann erstellt.

Koordination mit dem VBS Verkehrsbeeinflussungssystem ist in der nächsten Phase zu berücksichtigen.

### **6.5 Überwachungsanlagen (05)**

In der Phase nicht geplant. Die Notwendigkeit einer Überwachungsanlage ist in der nächsten Projektierungsphase zu überprüfen.

### **6.6 Kommunikation und Leittechnik (06)**

Elektronische Leitinformation und Kommunikationstafeln sind in diesem Abschnitt nicht geplant. Die Notwendigkeit einer Überwachungsanlage ist in der nächsten Projektierungsphase zu überprüfen.

### **6.7 Kabelanlage (07)**

Siehe Punkt 3.6 BSA Tiefbau

### **6.8 Nebeneinrichtungen (08)**

Wir mit KBU erneuert.

## 7 Kosten

Die Kostenschätzung versteht sich als Grobkostenschätzungen mit einer Genauigkeit von  $\pm 40\%$ .

Die Kostenzusammenstellung ist nach Finanzierungskonto, Fachbereich und Kostenarten gegliedert (Tabelle 10).

Fachgebiet	L/P/R	Unterhalt		Ausbau		KS Total	
<b>Trasse/Umwelt</b>		<b>25'600'000</b>	<b>64.7%</b>	<b>3'900'000</b>	<b>9.8%</b>	<b>29'500'000</b>	<b>74.5%</b>
	Landerwerb						
	Projektierung	2'600'000		400'000		3'000'000	
	Realisierung	23'000'000		3'500'000		26'500'000	
<b>Kunstabauten</b>		<b>1'450'000</b>	<b>3.5%</b>	<b>200'000</b>	<b>0.5%</b>	<b>1'650'000</b>	<b>4%</b>
	Landerwerb						
	Projektierung	150'000		20'000		170'000	
	Realisierung	1'300'000		180'000		1'480'000	
<b>Tunnel/Geotechnik</b>		<b>2'700'000</b>	<b>6.6%</b>	<b>2'000'000</b>	<b>5%</b>	<b>4'700'000</b>	<b>11.6%</b>
	Landerwerb					0	
	Projektierung	300'000		200'000		500'000	
	Realisierung	2'400'000		1'800'000		4'200'000	
<b>BSA</b>				<b>3'700'000</b>	<b>9.9%</b>	<b>3'900'000</b>	<b>9.9%</b>
	Landerwerb					0	
	Projektierung			400'000		400'000	
	Realisierung			3'500'000		3'500'000	
<b>Total ohne MWSt</b>		<b>29'750'000</b>	<b>74.8%</b>	<b>9'800'000</b>	<b>25.2%</b>	<b>39'750'00</b>	<b>100%</b>
<b>Unvorhergesehenes 10 - 15 %</b>		<b>3'000'000</b>		<b>1'000'000</b>		<b>4'000'000</b>	
<b>MWSt 8.0%</b>		<b>2'620'000</b>		<b>865'000</b>		<b>3'485'000</b>	
<b>Total inkl. MWSt</b>		<b>35'370'000</b>		<b>11'765'000</b>		<b>47'235'000</b>	
<b>KS Total (aufgerundet auf 1 Mio CHF)</b>		<b>36'000'000</b>		<b>12'000'000</b>		<b>48'000'000</b>	

Tabelle 13 Kostenzusammenstellung (Preisbasis 2015)

Die Kostenschätzungen sind in Anhang 2 bis 6 ersichtlich.



## Termine

Die Projektierung und Realisierung für das **EP** ist im Zeitraum 2015 – 2024 geplant. Die Hauptrealisierungsarbeiten erfolgen in den Jahren 2023 und 2024.

Die Hangsanierung im Bereich km 10.600 bis 10.700 zwischen Muri und Rubigen beobachtet werden und muss ev. früher instand gestellt werden.

Erhaltungsprojekt	Hauptarbeiten	Realisierung
EP Wankdorf – Rubigen	Erneuerung der Trag- und Deckschicht Instandsetzung / Ersatz Entwässerung Anschluss Strassenentwässerung an SABA Muri und Rubigen. Instandsetzung Lärmschutz Instandsetzen / Ertüchtigung der Kunstbauten Neubau BSA Zäune/FZR's kleiner Anpassungsarbeiten Beschilderung Markierung	2023-2024

Tabelle 11: Realisierung und Hauptarbeiten

## 8 Risiken

Für die Realisierung von Strassenabwasserbehandlungsanlagen, Lärmschutzmassnahmen und der Böschungssanierung zeichnen sich folgende Risiken ab.

Beispiel:

Thema	Risiko	Massnahmen
Kosten / Finanzen	Keine Kreditfreigabe	Projektedimensionierung und/oder Verschieben der Realisierung auf einen späteren Zeitpunkt
	Die prognostizierten Kosten weichen von den tatsächlichen ab (Mehrkosten)	Nur Massnahmen umsetzen, welche die Projektziele erfüllen. Kosten/Nutzen-Verhältnis hinterfragen.
Zeit	Projekt wird verschoben (Finanzierung für die Umsetzung nicht ausreichend, Verzögerungen infolge ausstehender Genehmigungen zbs. SABA)	In Rücksprache mit EP sind UeMa oder Massnahmen kbU vorzusehen.
	Erhöhte Bauzeit aufgrund der Verkehrsführung	Keine, da zwischen beiden Trasse eine grosse Höhendifferenz vorhanden ist.
Technik-Qualität / Funktionalität	Rutschgebiet Raintalwald Bauteile nicht prüfbar (z.B. Anker), Bauteile nicht untersucht.	Bei Bauteilen, welche Kostentreiber werden können, Risikobeurteilung vornehmen.
	Sekundärkriechung km 10.6 – 10.7	Ständige Beobachtung und Bauliche Massnahme. Sofortmassnahme Meteorwasserleitung in diesem Gebiet sanieren.
Sicherheit Ausrüstung / Personensicherheit	Unfall infolge Bauen unter Betrieb.	Genau Instruktion und laufende Kontrolle der Einhaltung vom Sicherheitsdispositiv. Gute Signalisation der Baustelle und korrektes Abschränken deses.
	Erdbeben	Konzentration auf die Ertüchtigungsmassnahmen und einhalten aller Normativen Vorgaben.
Gesellschaft / Umwelt	Belagsqualität des Lärmarmen Belag	Erfahrungen und Belagsentwicklungen verfolgen und erst knapp vor Belagseinbau entscheiden welcher Belag eingebaut werden soll.
Reputation	Sachbeschädigungen an Häuser ist unwahrscheinlich und daher kein Risiko. Abstand der Häuser zu gross.	Keine

Tabelle 12: Risiken

## 9 Unterschriften

Bei der **Erarbeitung** mitgewirkt haben:

---

Patrick Lochmatter, FaS ZE Tra

---

Matthias Meyer, FaS T/U FU

---

Eckart Hars, FaS ZE KB F2

---

Stefan Kun, FaS KB FU

---

Urban Rieder, FaS EP Nagef

---

Valentin Bregy, FaS EP BSA F2

---

Martin Niffenegger, FaS KoB / ZE ISSI

---

Rolf Haas, SiBe-S GE1

Die **Übergabe an PM** ist erfolgt am:

Ort und Datum: \_\_\_\_\_

---

David Wetter, Leiter Filiale

---

Peter Liechti, Bereichsleiter EP

---

Markus Matti, Bereichsleiter IC

---

Jean-Marc Waeber, Bereichsleiter FU F1/F2

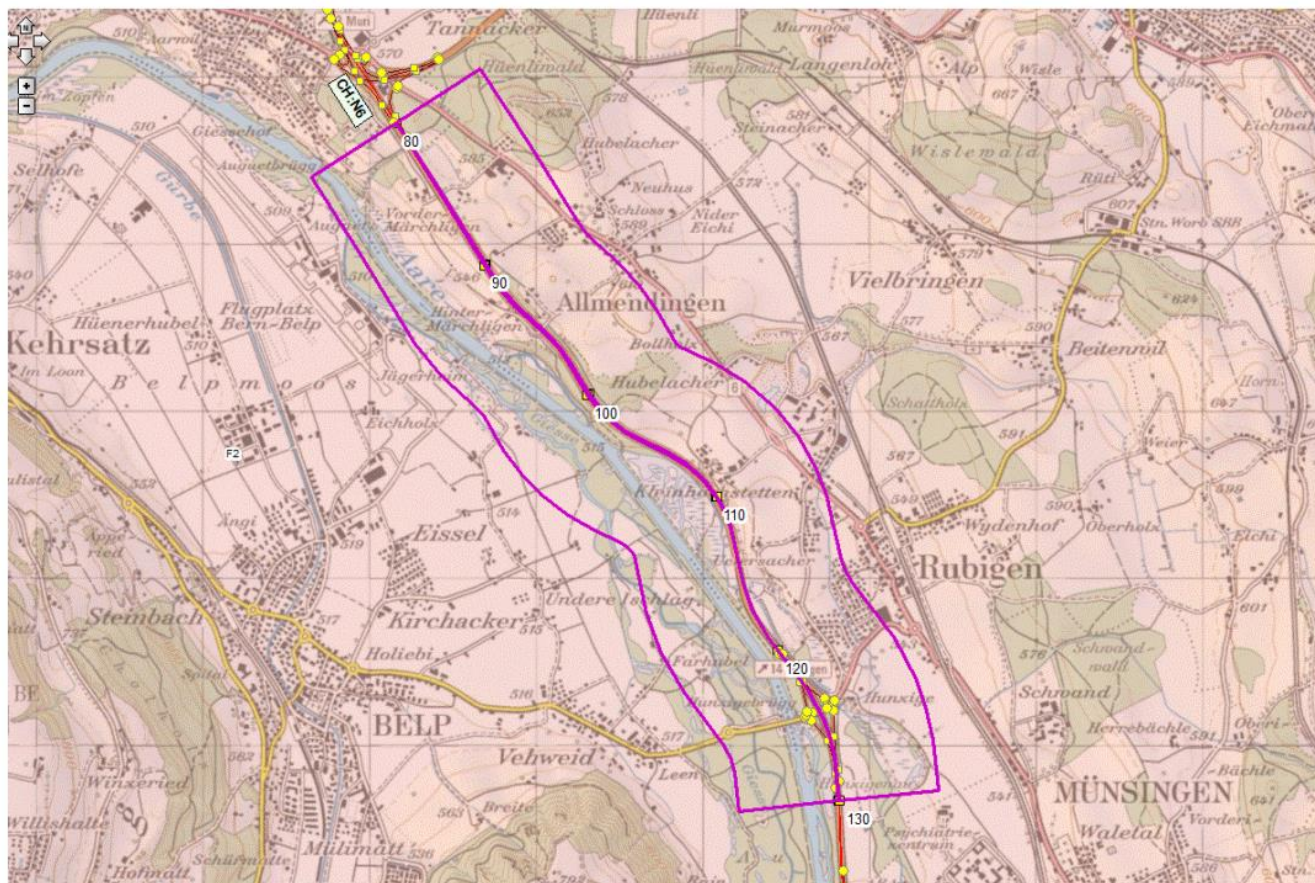
---

Beat Aeberhard, Projektleiter PM und Stv BL PM

## Anhang 1: Zustandserfassung Trasse ZET

(Zustand 1 = gut, Zustand 5 = schlecht)

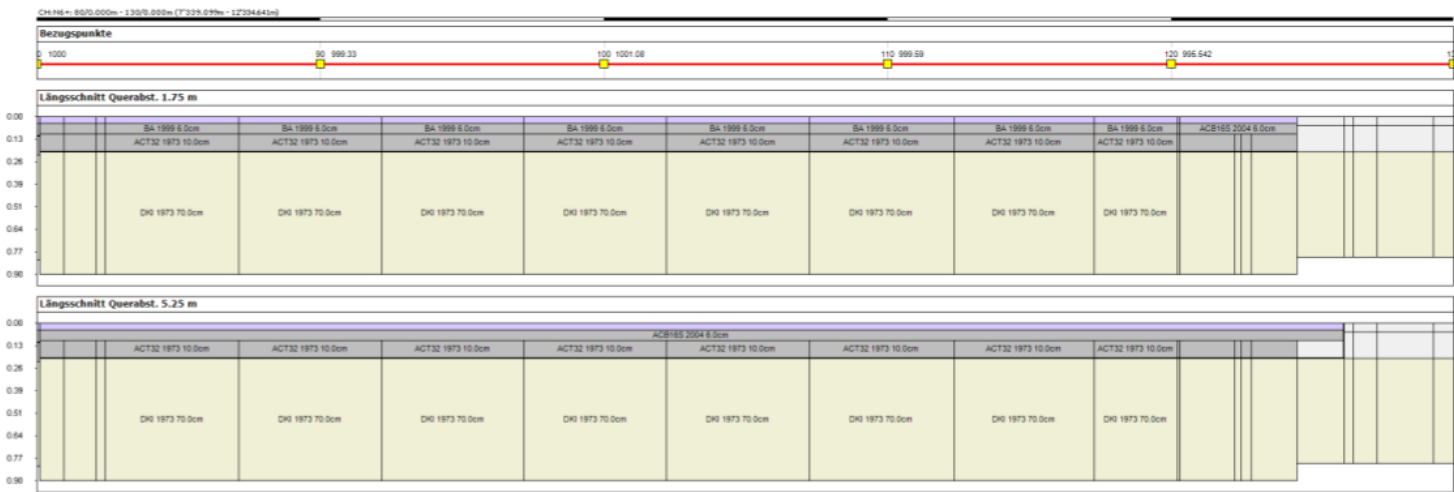
### Übersichtskarte





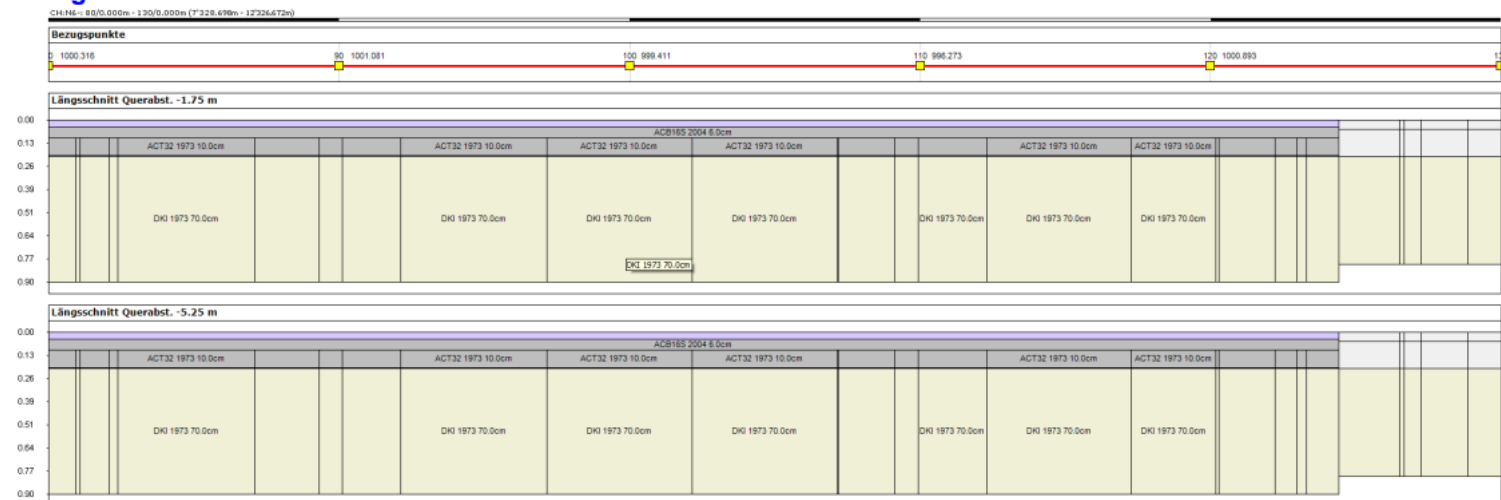
ACHSE N6+

Belagsaufbau



[illegible]

## Belagsaufbau





Zustandsaufnahmen



Quelle: STRADA, MISTRA - TRA



## Anhang 2: Kostenschätzung Trasse/Umwelt

Anlage	Massnahme	Unterhalt	Ausbau	KS Total
Tragschicht, Binderschicht und Deckschicht	Ersatz	14'300'000		14'300'000
Entwässerung	Neubau der Strassenentwässerung Freilegen der Hangentwässerung – und Sickerleitung	7'000'000		7'000'000
SABA Muri	Neubau SABA		3'300'000	3'300'000
Leitsysteme, Zäune	Anpassungen und ev. Erneuerungen	300'000		300'000
Realisierung		21'600'000	3'300'000	24'900'000
Projektierung 12%		2'592'000	396'000	2'988'000
Baustellensignalisation, Markierungen 5%		1'080'000	165'000	1'245'000
<b>MWSt 8%</b>		2'021'760	308'880	2'330'640
<b>KS Total</b>		27'293'760	4'169'880	31'463'640

Tabelle 10: Kostenschätzung Trasse

## Anhang 3: Kostenschätzung BSA

Anlage	Massnahme	Unterhalt	Ausbau	KS Total
BSA Tiefbau	Neubau	4'300'000		4'300'000
Realisierung		4'300'000		4'300'000
Projektierung 12%		516'000		516'000
Baustellensignalisation, Markierungen 5%		215'000		215'000
<b>MWSt 8%</b>		402'480		402'480
<b>KS Total</b>		5'433'480		5'433'480

Tabelle 11: Kostenschätzung BSA

## Anhang 4: Kostenschätzung Kunstbauten

Bauwerk Nr.	Fläche	CHF/m2	Unterhalt	Ausbau		KS [CHF]
			Instandsetzung, Verstärkung	Anprall	Erdbeben	
T 20A	80	1'000	80'000	0	0	80'000
T 401	113	500	56'250	0	0	56'250
T 21	257	500	128'500	0	0	128'500
T 22	492	1'000	492'000	150'000	0	642'000
T 23	145	1'000	145'000	0	0	145'000
T 23A	45	500	22'500	0	0	22'500
T 23B	131	500	65'500	0	0	65'500
T 23C	230	500	115'000	0	0	115'000
Realisierung			1'104'750	150'000	0	1'254'750
Unvorhergesehenes 10%			110'475	15'000		125'475
Projektierung 12%			132'570	18'000		150'570
MWSt 8%			107'824	14'640		122'464
<b>KS Total</b>			<b>1'455'619</b>	<b>197'640</b>		<b>1'653'259</b>

Tabelle 12: Kostenschätzung Kunstbauten

## Anhang 5: Kostenschätzung Rutschung Raintalwald

Teilanlage	Massnahme	Unterhalt	Ausbau	KS Total
T 117 SM Raintalwald	Ersatz Tragstruktur	1'100'000		1'100'000
	Verstärkung mit Anker	300'000		300'000
Entwässerung	Erneuerung	300'000		300'000
Sekundärrutsch km 10.4 -10.7	Drainagebohrungen		150'000	150'000
Sekundärrutsch Steilböschung	Verstärkung mit Anker		1'200'000	1'200'000
Gründung	Materialersatz, Bodenplatte mit Mikropfählen		240'000	240'000
Realisierung		1'700'000	1'590'000	3'290'000
Unvorhergesehenes 10%		170'000	159'000	329'000
Projektierung 12%		224'400	209'880	434'280
<b>MWSt 8%</b>		167'552	156'710	324'262
<b>KS Total</b>		<b>2'261'952</b>	<b>2'115'590</b>	<b>4'377'542</b>

Tabelle 13: Kostenschätzung Variante maxi

---

**Anhang 6: Kostenschätzung Sekundärrutschung km 10.6 – 10.7**

Teilanlage	Massnahme	Unterhalt	Ausbau	KS Total
Stützriegel	Erstellen Stützriegel inkl. aller Nebenarbeiten (Rodungen, Ersatzaufforstung, Terraingestaltung; Instandstellungsarbeiten, etc.	400'000		400'000
Realisierung		400'000		400'000
Unvorhergesehenes 10%		40'000		40'000
Projektierung 12%		48'000		48'000
<b>MWSt 8%</b>		39'040		39'040
<b>KS Total</b>		527'040		527'040

Tabelle 14: Kostenschätzung

Anhang 7: Überprüfung Erdbebensicherheit Kunstbauten

03.06.2006  
Muehlend + Partner AG

Überprüfung Erdbebensicherheit Kunstbauten  
Bauwerke der 1. und 2. Priorität, Tabelle 1 von 3  
Strasse: N 06  
Kanton: Bern

Bauwerknummer	Erdb.-Zone	Bauwerk-Klasse	Brücke	Länge (m)	Einlenkung	Auswertung gemäss Abwärtsschema										Bewertung
						Stützweite	1. Priorität	2. Priorität	3. Priorität	4. Priorität	5. Priorität	6. Priorität	7. Priorität	8. Priorität	9. Priorität	
151.1	II	Z1	0	1044	62											Schlecht gefährdet
25.2	II	Z1	0	1028	91.35											Schlecht gefährdet
31.1	II	Z1	0	1003	39.25											Schlecht gefährdet
41.2	II	Z1	0	5100	34.8											2. Stufe erforderlich
51.3	II	Z1	0	1125	28.4											Schlecht gefährdet
61.4	II	Z1	0	350	59.45											1. Stufe erforderlich
71.5	II	Z1	0	388	31.67											1. Stufe erforderlich
81.6	II	Z1	0	365	60.3											Schlecht gefährdet
91.7	II	Z1	0	343	57.35											2. Stufe erforderlich
101.8	II	Z1	0	374	41.8											1. Stufe erforderlich
111.9	II	Z1	0	339	41.8											Schlecht gefährdet
121.10	II	Z1	0	172	55.35											2. Stufe erforderlich
131.11	II	Z1	0	3060	157.65											Schlecht gefährdet
141.12	II	Z1	0	900	43.8											2. Stufe erforderlich
151.13	II	Z1	0	3103	307											2. Stufe erforderlich
161.14	II	Z1	0	217	43.2											Schlecht gefährdet
171.15	II	Z1	0	1134	62.34											2. Stufe erforderlich
181.16	II	Z1	0	165	44											Schlecht gefährdet
191.17	II	Z1	0	145	51.5											Schlecht gefährdet
201.18	II	Z1	0	328	25.87											Schlecht gefährdet
211.19	II	Z1	0	2035	83.8											Schlecht gefährdet
221.20	II	Z1	0	344	11.6											Schlecht gefährdet
231.21	II	Z1	0	125	4.8											Schlecht gefährdet
241.22	II	Z1	0	1210	62.04											Schlecht gefährdet
251.23	II	Z1	0	445	49											Schlecht gefährdet
261.24	II	Z1	0	590	48.18											Schlecht gefährdet
271.25	II	Z1	0	59	3.1											Schlecht gefährdet
281.26	II	Z1	0	357	41.5											Schlecht gefährdet
291.27	II	Z1	0	366	23.6											Schlecht gefährdet
301.28	II	Z1	0	129	23.6											Schlecht gefährdet
311.29	II	Z1	0	165	56.87											2. Stufe erforderlich
321.30	II	Z1	0	194	49.56											0. Stufe erforderlich
331.31	II	Z1	0	439	65.54											Schlecht gefährdet
341.32	II	Z1	0	80	3.1											Schlecht gefährdet
351.33	II	Z1	0	257	8.8											Schlecht gefährdet
361.34	II	Z1	0	462	61											Schlecht gefährdet
371.35	II	Z1	0	45	3.65											Schlecht gefährdet
381.36	II	Z1	0	145	4.8											Schlecht gefährdet
391.37	II	Z1	0	131	3.6											Schlecht gefährdet
401.38	II	Z1	0	220	5.6											Schlecht gefährdet

**Zeichenerklärung:**

Informationsblätter (Kopie aus "Baugrundlagen")

Auswertungsfeld

Bauwerke 1. Priorität (TBA)

Bauwerke 2. Priorität (TBA)

Schlecht gefährdet

1

Schlecht gefährdet, 2. Stufe erforderlich

0

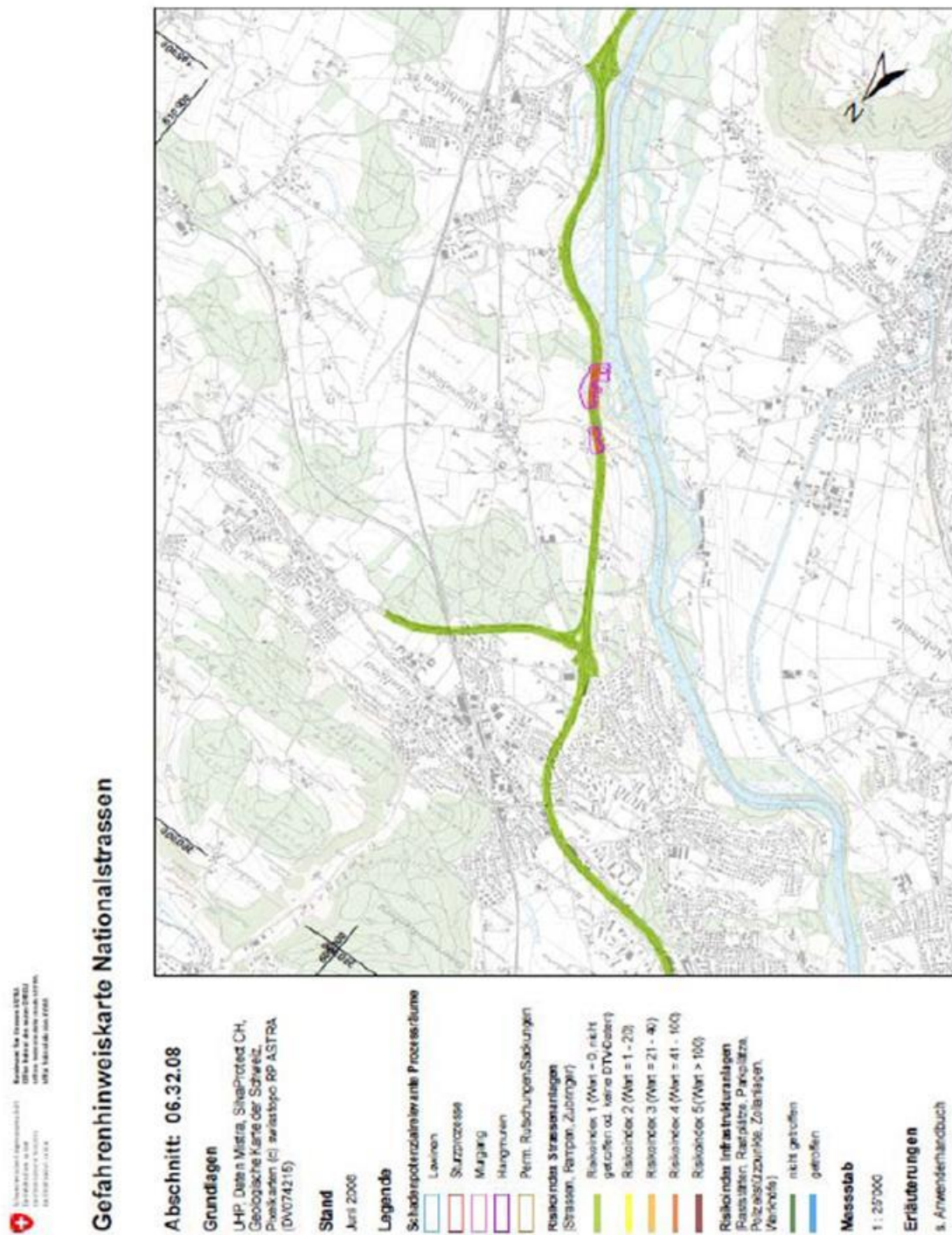
Schlecht gefährdet, da Kriterium für Bauwerke 2. Priorität (TBA) nicht relevant

✓ Kriterium ist Bestandteil der Beurteilung (für Bauwerke 1./2. Priorität gemäss TBA)

Bauwerke 1. Priorität  
Bauwerke 2. Priorität



## Anhang 8: T/G Gefahrenhinweiskarte GHK 06.32.08 (Raintalwald)



## **Anhang 9: Zustandsaufnahmen Belagsaufbau durch IMP**

## **Anhang 10: Zustandserfassung der Tragfähigkeit durch sacr**

## **Anhang 11: Bericht R3 Folienersatz**

## **Anhang 12: Beurteilung der Schächte inkl. x/y/z**



## **Anhang 13: Kurzbericht Untersuchung Entwässerungsanlage**

### **Abschnitt Muri – Rubigen, km 10.6 – 10.7**

## **Anhang 14: Geotechnischer Berichte**

- Nr. 10259.1
- Nr. 10259.2
- Nr. 10259.3
- Nr. 1414017.1

## **Anhang 15: Bauwerksinformation**

## **Anhang 16: Gewässerschutzkarte**

## **Anhang 17: Stellungnahmen**



## Quellenverzeichnis

09.084 Botschaft zum Programm zur Beseitigung von Engpässen im Nationalstrassennetz und zur Freigabe von Mitteln; PEB des UVEK, 11.11.2009.

Pfad: <http://www.astra.admin.ch/dokumentation/00109/00113/00491/index.html?lang=de&msg-id=30041>).

Mobilitätsstrategie Region Bern, Teilprojekt 2: Strasseninfrastruktur, Schlussbericht, Kanton Bern, Herausgeber: Metron Bern AG, 12.06.2003

Gesamtinstandsetzung, Erhaltungsabschnitt ERA M 0.00-11.8; Technischer Bericht – Verkehr und Unfälle, B+S Ingenieur AG, 23.04.2007

Zustandsindizes: I<sub>0</sub> Oberflächenschäden (ohne Spurrinnen), I<sub>1</sub> Ebenheit in Längsrichtung, I<sub>2</sub> Ebenheit in Querrichtung (Quelle: Rosenthaler + Partner, 2010)

LOGO N6, GeoLogix AG Bern

ASTRA Inspektionsberichte Lärmschutzwände /-dämme T 621 – T 623; 24.11.2010 (Formulare)

Richtlinie Inventarobjekte, Definition der Inventarobjekte der Nationalstrassen, Ausgabe 2010

ASTRA Inspektionsberichte Kunstbauten T22 bis T24A, 2010 (Formulare)

Überprüfung Erdbebensicherheit Kunstbauten, Stufe 1, Bauwerke der N06, Marchand+Partner AG, (09.06.2006) Bericht mit Beilage: Excel-Tabelle: „N06 Erdbebensicherheit Überprüfung Auswertungstabelle Tabelle1v.3 Druckversion.xls“

Höhenmessungen Kunstbauten 2010, Objekte T04 bis T23C (Bereich WARU); CES Bauingenieur AG / Walker + Rüfenacht; 26.11.2008

Gefahrenbeurteilung Los Raintalwald, U: km 3.3 – 11.7, Phase 1, Geotest AG Zollikofen, Bericht Nr. 06187.1, 2007

Rubigen A6, Rutschung Raintalwald, Ausarbeitung Untersuchungs- und Massnahmenvorschläge, Geotest AG Zollikofen, 17.12.2010, Bericht Nr. 10259.1

Rubigen A6, Rutschung Raintalwald, Begehung vom 19.1.2011, Bericht Nr. 10259.2

Rubigen A6, Raintalwald Ausarbeitung Überwachungskonzept 22.6.2011, Bericht Nr. 10259.3

Bauprojekt R3 Folienersatz , Bericht von Basler + Hofmann vom 5.8.2013

Technischer Bericht Filiale Thun Risikoanalyse vom 13.9.2008

Pläne des ausgeführten Werkes km 7'000 - 13'100

Ausführungsprojekt Umgestaltung Anschluss Rubigen inkl. SABA 7.2.2014

Kanalfernsehaufnahmen der Firma KFS, km 10.6 - 10.7 vom 27.2.2014

Zustandserfassung und Zustandsauswertung der Kanalfernsehaufnahmen durch Spring Ingenieure AG 2010/2011

Technischer Bericht Lärmschutz vom 29.7.2013 Aegerter + Bosshardt AG

Globales Erhaltungskonzept (EK) Lärmschutz vom 13.8.2013

Schachtaufnahmen und Schachtbeurteilung durch Weber + Brönnimann AG 2015

Imp Zustandsaufnahmen Belagsstärken und PAK-Werte vom 10.11.2014

Zustandserfassung der Tragfähigkeit " Verstärkungsbedarf durch sacr Bericht 8378  
Oktober 2014

ASTRA Inspektionsberichte Stützmauer T117, 16.09.2010 (Formulare)

Gefahrenhinweiskarte GHK, ASTRA 15.09.2010 (Formulare)

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung Perimeter Gesamtprojekt .....	6
Abbildung 2: Bauphasen.....	7
Abbildung 3: Belagsaufbau (Auswertung Bohrkern) .....	12
Abbildung 4: Bohrkern .....	12
Abbildung 5: Typisches Normalprofil mit grünem Mittelstreifen (km 8.300– 8.500; 11.450 – 12.200).....	14
Abbildung 6: Zustand Kanalisations- und Einlaufschächte .....	16
Abbildung 7: Mögliche SABA Standorte / Kulminationspunkt Vordermärchligen km 8.5 .....	16
Abbildung 8: Systemskizze für Trennsystem.....	17
Abbildung 9: Verbauung Märchligenbach.....	21
Abbildung 10: Zustandsbeurteilung Kunstbauten.....	22
Abbildung 11: Zustandsbeurteilung „schlechtestes Bauteil“ der Kunstbauten .....	22
Abbildung 12: Rutschgebiet Raintalwald .....	25
Abbildung 13: Sekundärrutschung km 10.6 bis 10.7 .....	26
Abbildung 14: Schematische Skizze TerraStop .....	27
Abbildung 15: Schematische Skizze Holzkasten und Weg anheben .....	28
Abbildung 16: Schematische Skizze Stützriegel .....	29
Abbildung 17: Bewertungsmatrix.....	30
Abbildung 18: Fotos Baggerschlitz .....	31
Abbildung 19: Systemskizze.....	32
Abbildung 20: Situation Böschungssanierung mittels Stützriegel .....	32
Abbildung 21: Ausschnitt Systemskizze in Bezug auf PUN / Spurausbau.....	33
Abbildung 22: Foto bestehende Hangentwässerung .....	34
Abbildung 23: Foto verkalkte Entwässerungsrohre .....	35
Abbildung 24: Fotos bestehende Hangentwässerung.....	36
Abbildung 25: Mögliche Linienführung einer offenen Hangentwässerung .....	37
Abbildung 26: Mögliche Offenlegung der Hangentwässerung .....	38
Abbildung 27: Mögliche Offenlegung der Hangentwässerung .....	39
Abbildung 28: Querschnittsskizze für Hangentwässerung mit Beton (Ist- Situation) .....	39
Abbildung 29: Querschnittsskizze für Hangentwässerung ohne Beton .....	40
Abbildung 30: Situationsskizze Population Laubrösche .....	42

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Die wichtigsten Projektdaten des EP WARU auf einen Blick .....	6
Tabelle 2: Mengengerüst Inventarobjekte .....	7
Tabelle 3: Mengengerüst Trasse .....	10
<i>Tabelle 4: Zustand Trasse</i> .....	10
<i>Tabelle 5: Nutzungsdauer</i> .....	13
<i>Tabelle 6: Restnutzungswert</i> .....	13
Tabelle 7: Emissionswerte Lärmschutz .....	19
Tabelle 8: Lärmschutzmassnahmen .....	19
Abbildung 9: Zustandsbeurteilung Bauwerk .....	20
Tabelle 10: Kostenschätzung Kunstbauten .....	24
Tabelle 11: Mengengerüst Rutschgebiet Raintalwald .....	44
Tabelle 12: Kostenschätzung .....	45
Tabelle 13: Kostenzusammenstellung (Preisbasis: 2015) .....	47
Tabelle 14: Realisierung und Hauptarbeiten .....	48
Tabelle 15: Risiken .....	49

## **Fehlende Unterlagen, Wissenslücken (vor dem EK zu beschaffen)**

- Inspektionsberichte ÖRB
- Umwelt: Störfall-Kurzbericht (StFV)
- MISTRA LVS: Verfügungen / Verträge – Projektperimeter

## **Normen und Richtlinien**

ASTRA Richtlinie 15 002 – Umnutzung von Standstreifen zu Fahrstreifen

SN 640 039-1 Strassenprojektierung; Unterhaltsfreundliche Gestaltung von Strassenanlagen

ASTRA Fachhandbuch Trasse/Umwelt (gültige Version)

SN 640 925b Erhaltungsmanagement der Fahrbahnen (EMF)

SN 640 324b Dimensionierung Strassenaufbau, Unterbau und Oberbau

SN 640 120 Quergefälle

SN 640 201 Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer

SN 640 885c Signalisation von Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen

Gewässerschutzgesetz GSchG (1991)

Gewässerschutzverordnung GSchV (1998)

BAFU Wegleitung „Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen“ (2002)

VSA: Regenwasserentsorgung, Richtlinie (2002)

Verordnung über den Schutz vor Störfällen (Störfallverordnung, StFV 1991)

Lärmschutzverordnung LSV (1986)

SIA 260 Grundlagen für die Projektierung von Tragwerken, 2003

SA 261 Einwirkungen auf Tragwerke, 2003

Überprüfung bestehender Strassenbrücken mit aktualisierten Strassenlasten, Dokumentation  
ASTRA 2006

ASTRA Fachhandbuch Kunstbauten (gültige Version)

SIA 197 Projektierung Tunnel Grundlagen

SIA 197/2 Projektierung Tunnel Strassentunnel

ASTRA Fachhandbuch Tunnel/Geotechnik (gültige Version)

SIA 267 Geotechnik, SIA 267/1 Ergänzende Festlegungen

SN 640 383a Stützbauwerke

ASTRA Fachhandbuch BSA (gültige Version)

11 010d Leitfaden Strassenlärm (BAFU & ASTRA 2006)