

infraconsult

IC Infraconsult AG
Kasernenstrasse 27, CH-3013 Bern
+41 31 359 24 24
icag@infraconsult.ch
www.infraconsult.ch



Titelbild map.geo.admin.ch
Kartenausschnitt Perimeter

Auftraggeber

Bundesamt für Strassen ASTRA, Filiale Thun

Bearbeitende IC Infraconsult

Dominic Schorneck, Projektleitung

Nicole Schiltknecht, Stv. Projektleitung

Bezug

IC Infraconsult AG

Kasernenstrasse 27

CH-3013 Bern

Datum	Status	Adressat	Bemerkungen
04.09.2020	Entwurf 1	Projektteam	Erste Bewertung, Entwurf Bericht
16.09.2020	Entwurf 2	Projektteam	Version a: div. Anpassungen
17.09.2020	Schlussversion	Abgabe PL ASTRA	

1855.01 / 17.09.20 / A / Scho(F)
\\thur\c_proj\1855.01_astra_thun_variantenvergleich\01_prod\20200911_variantenvergleich_mitholz_v8.docx



Inhaltsverzeichnis

	Zusammenfassung	4
1.	Ausgangslage und Auftrag	5
2.	Übersicht Varianten	6
2.1	Variante a: Überdeckung der Nationalstrasse	7
2.2	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	8
2.3	Variante c: Verlegung der Nationalstrasse ausserhalb des Gefahrenbereichs	9

3.	Ziel- und Indikatorensystem	10
4.	Variantenvergleich	12
4.1	Einleitung	12
4.2	Beurteilungen	12
4.3	Übersicht Bewertungen	19
4.4	Gesamtbeurteilung	20
4.5	Gewichtung und Sensitivitäten	23

5.	Empfehlung	27
----	------------	----

Anhang

A1	Bewertung Einzelindikatoren	28
----	-----------------------------	----

Zusammenfassung

Ausgangslage	Aufgrund des bestehenden Restrisikos einer Explosion von Munitionsrückständen im ehemaligen Munitionslager Mitholz wurde entschieden, dass die Munitionsrückstände zu räumen sind. Aktuell wird davon ausgegangen, dass mit den Räumungsarbeiten im Jahr 2031 begonnen werden kann. Die Räumungsarbeiten im ehemaligen Munitionslager haben Auswirkungen auf die Bevölkerung und die Verkehrsverbindungen zwischen Kandergrund und Kandersteg. Von besonderer Bedeutung sind die Strassen- und Bahnverbindungen auf der Zubringerachse zum Lötschberg bzw. ins Wallis. Während den Räumungsarbeiten muss die Bevölkerung für voraussichtlich über 10 Jahre wegziehen. Um die Verkehrsverbindungen für den Durchgangsverkehr zu gewährleisten, müssen Schutzmassnahmen realisiert werden. Als Schutzmassnahmen für die Strassenverbindung wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie drei Varianten erarbeitet. Alle Varianten garantieren einen vollständigen Schutz der Strassenverbindung:
3 Varianten	<ul style="list-style-type: none">▪ Variante a: Überdeckung der Nationalstrasse▪ Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz▪ Variante c: Verlegung der Nationalstrasse ausserhalb des Gefahrenbereichs
Auftrag	Das ASTRA hat IC Infraconsult beauftragt, diese drei Varianten einander gegenüberzustellen und zu bewerten. Die Bewertung erfolgt anhand eines einfachen Bewertungssystems nach den Grundsätzen des NISTRA ¹ .
Zielsystem	Auf Basis der NISTRA-Methode wurde für die vorliegende Beurteilung ein Zielsystem erstellt. Dieses baut auf den übergeordneten Zielen des Bundes auf. Das Zielsystem ist nach Nachhaltigkeitsdimensionen und sozio-ökonomischen Teilbilanzen gegliedert. Der Bewertungsgrundsatz strebt an, jede Nachhaltigkeitsdimension und alle betroffenen sozio-ökonomischen Teilbilanzen grundsätzlich gleich zu gewichten.
Bestvariante	Das Resultat der durchgeführten Bewertung zeigt bei Gleichgewichtung aller Nachhaltigkeitsdimensionen das folgende Resultat: Bestvariante ² stellt Variante b (-1.17 Pkt.) dar. Etwas schlechter ist die Variante a (-3.56 Pkt.). Variante c (-6.22 Pkt.) schneidet hingegen deutlich schlechter ab.
Sensitivitätsanalyse	Die Robustheit der Beurteilung wurde anhand einer Sensitivitätsanalyse überprüft. Dazu wurden verschiedene Gewichtungen der drei Nachhaltigkeitsdimensionen „Gesellschaft“, „Wirtschaft“ und „Umwelt“ vorgenommen. Es konnte gezeigt werden, dass das Resultat recht robust ist. Das Resultat ändert sich nur bei Extremgewichtungen ³ oder wenn der Nachhaltigkeitsdimension Gesellschaft ein Gewicht unter 25% zugestanden wird.
Empfehlung	Aufgrund der Variantengegenüberstellung wird Variante b als Bestvariante zur Umsetzung empfohlen.

¹ Die Beurteilung fokussiert auf den *relativen* Vergleich der drei vorliegenden Varianten. Die resultierende „Bestvariante“ bezieht sich entsprechend nur auf die drei vorliegenden Varianten.

² Im relativen Vergleich der drei Varianten.

³ Z.B. Gewichtung von >70% einer einzelnen Nachhaltigkeitsdimension oder auslassen einer Nachhaltigkeitsdimension

1. Ausgangslage und Auftrag

Ausgangslage

Ein vom BAFU in Auftrag gegebenes Gutachten und der Expertenbericht des VBS kommen zum Schluss, dass das Restrisiko einer Explosion von Munitionsrückständen im ehemaligen Munitionslager Mitholz höher ist als bisher angenommen. Um das Risiko zu reduzieren wurde entschieden, die Munitionsrückstände zu räumen. Aktuell wird davon ausgegangen, dass mit den Räumungsarbeiten im Jahr 2031 begonnen werden kann. Die Räumungsarbeiten im ehemaligen Munitionslager haben Auswirkungen auf die Bevölkerung und die Verkehrsverbindungen zwischen Kandergrund und Kandersteg. Von besonderer Bedeutung sind die Strassen- und Bahnverbindungen auf der Zubringerachse zum Lötschberg bzw. ins Wallis.

Während der Räumungsarbeiten muss die Bevölkerung für voraussichtlich über 10 Jahre wegziehen. Um die Verkehrsverbindungen für den Durchgangsverkehr zu gewährleisten, müssen Schutzmassnahmen realisiert werden.

Drei Varianten

Als Schutzmassnahmen für die Strassenverbindung wurden im Rahmen einer Machbarkeitsstudie drei Varianten erarbeitet:

- Variante a: Überdeckung der Nationalstrasse
- Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz
- Variante c: Verlegung der Nationalstrasse ausserhalb des Gefahrenbereichs

Alle Varianten garantieren einen vollständigen Schutz der Strassenverbindung.

Auftrag

Das ASTRA hat IC Infraconsult beauftragt, die drei Varianten einander gegenüberzustellen und zu bewerten. Die Bewertung erfolgt anhand eines einfachen Bewertungssystems nach den Grundsätzen des NISTRA.

Grundlagen

Für jede Variante wurden die wichtigsten Grundlagen aufgearbeitet, Skizzen erstellt (Normalprofile, Linienführung horizontal und vertikal), Anschlüsse an die bestehende Infrastruktur geplant und die Kosten abgeschätzt. Zudem wurden die Varianten in einem einfachen Vergleichsraster einander gegenübergestellt.

Für die Beurteilung wurden folgende Grundlagen verwendet:

- Synthesebericht Varianten, Heierli Ingenieurbau AG (Inkl. Beilagen)
- Schutzbauten Strasse: Variantenevaluation Mitholz Variante a, VBS (inkl. Situationsplan, Längs- und Normalprofil, Kostenschätzung)
- Technischer Bericht zu Varianten b und c, ASTRA (inkl. Situationspläne, Längs- und Normalprofile, Kostenschätzungen)
- Bericht geologische und hydrologische Verhältnisse, Kellerhals und Häfeli AG (inkl. Beilagen)
- Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte (NISTRA)
- Statistik der Unternehmensstruktur (STATENT), Beschäftigte und Arbeitsstätten, BFS
- Statistik der Bevölkerung und Haushalte (STATPOP), BFS
- Nationales Personenverkehrsmodell (NPV)
- Mikrozensus Mobilität und Verkehr (MZMV)
- Kartenmaterial und Geodaten (Swisstopo, Kanton Bern, TomTom)

2.

Übersicht Varianten

Variantenübersicht

Abbildung 1: Übersicht Varianten zeigt eine Übersicht der Linienführung der drei Varianten. Nachfolgend werden die Varianten im Einzelnen kurz beschrieben.

Referenzfall

Diverse Indikatoren vergleichen die Variante mit einem Referenzfall. Als Referenzfall dient in diesem Falle jeweils der IST-Zustand. Das heisst die heutige Strassensituation ohne jegliche Anpassungen an der Infrastruktur.

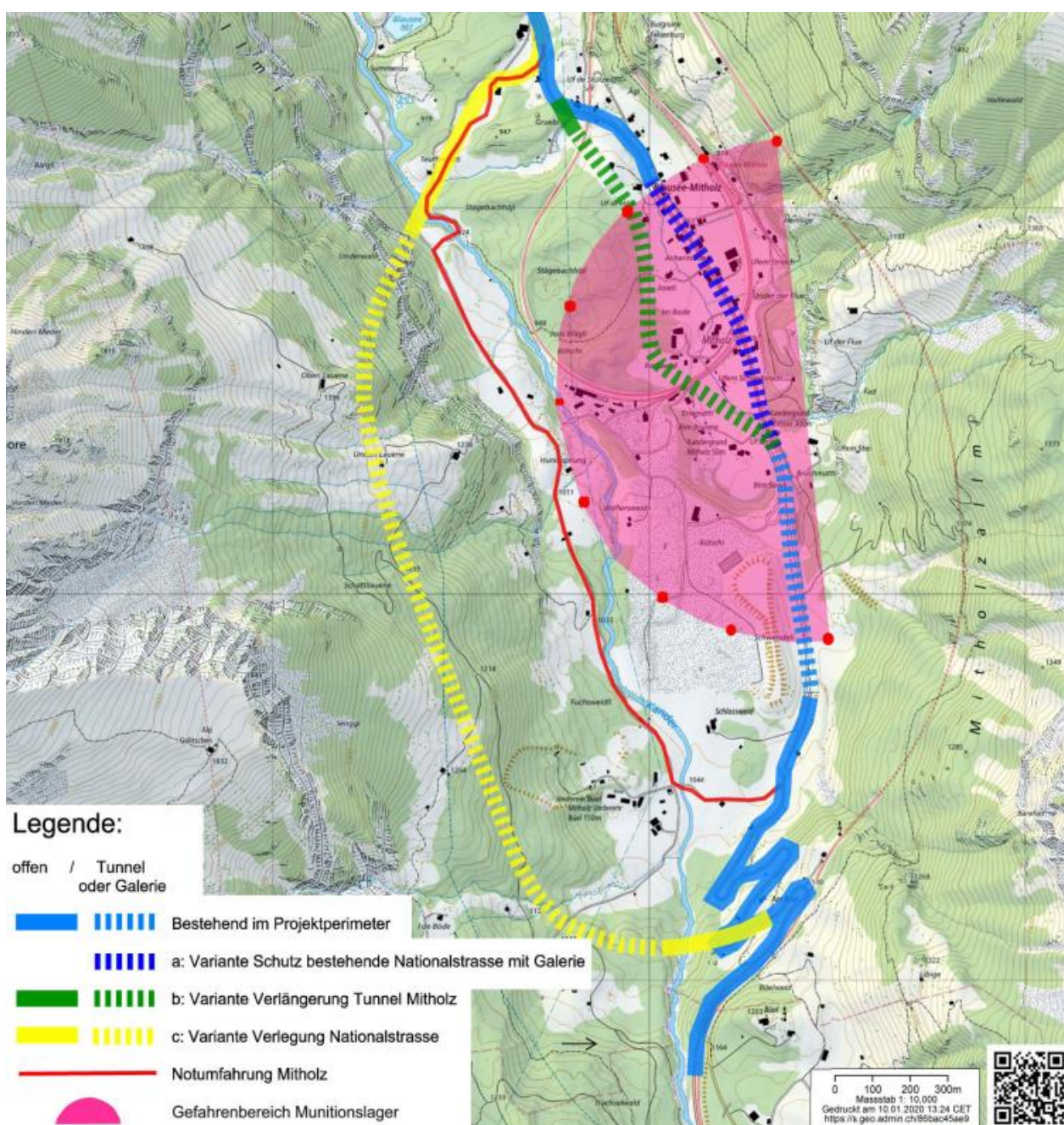


Abbildung 1: Übersicht Varianten (Quelle: Synthesebericht Varianten, Heierli Ingenieurbau AG)

2.2

Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz

Kurzbeschreibung

Die Variante b verfolgt die Erstellung eines Tagbautunnels im Talboden westlich von Mitholz. Die Linienführung ist so gewählt, dass der neue Tunnel direkt an die bestehende Lawinienschutzstrecke Mitholz anschliesst. Im Endzustand wird der Tunnel nur noch an der Peripherie – den Portalen wahrgenommen. Nach der Räumung des Munitionsdepots wird der Tunnel als Umfahrung von Mitholz weiter betrieben.

Normalprofil

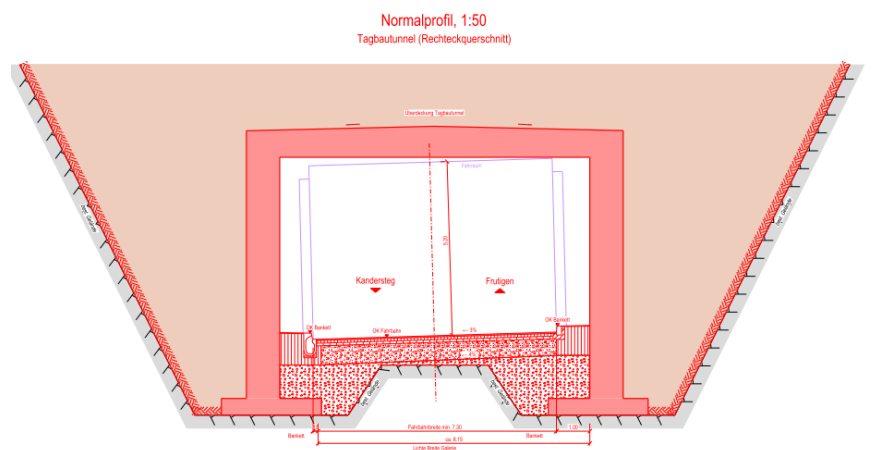


Abbildung 3: Normalprofil Variante b (Quelle: Synthesericht Varianten, Heierli Ingenieurbau AG)

Kostenschätzung

Baukosten von 108 Mio. CHF

Bauablauf

Der Tunnel wird als Tagbautunnel erstellt. Während des Baus kann die bestehende Strecke ohne Einschränkungen weiter betrieben werden. Einzig bei der Erstellung der Anschlussbauwerke sind Eingriffe in die bestehende Verkehrsinfrastruktur nötig. Die Realisierung dauert voraussichtlich 4-6 Jahre. Hinzu kommt die Projektierungs- und Bewilligungsphase, die aufgrund der komplexeren Variante voraussichtlich ein Jahr länger dauert als bei Variante a. Dies ergibt einen Realisierungshorizont von rund 10 bis 15 Jahren.

Bemerkungen

- Es ist zu berücksichtigen, dass die Fundation des Tunnels im Gewässerschutzbereich Au liegt und damit entsprechende Ausnahmegewilligungen für Bauten im Grundwasser notwendig sind. Dazu sind die entsprechenden Nachweise zu erbringen.
- Es bestehen diverse bautechnische Herausforderungen aufgrund tiefer Baugruben, des heterogenen Baugrunds, der anspruchsvollen Materialbewirtschaftung, der Baustellenerschliessung, Verlegung des Stegbachs, temporärer Rodungen und hoher temporärer Kulturlandbeanspruchung sowie des Baus im Grundwasser.
- Der Perimeter quert zudem zwei Mal das SBB-Bahntrasse: Es sind Notbrücken und eine ständige Überwachung des Gleisbereichs notwendig.

2.3

Variante c: Verlegung der Nationalstrasse ausserhalb des Gefahrenbereichs

Kurzbeschreibung

Die Variante c verlegt die Nationalstrasse westlich der Kander vollständig aus dem Gefahrenbereich des ehemaligen Munitionslagers. Im Endzustand werden die Tunnelportale sowie die beiden Brückenbauwerke wahrgenommen, die ausserhalb des Siedlungsbereichs liegen. Nach erfolgter Sanierung des Munitionsdepots wird die Neubaustrecke weiter betrieben und dient als Umfahrung von Mitholz.

Normalprofil

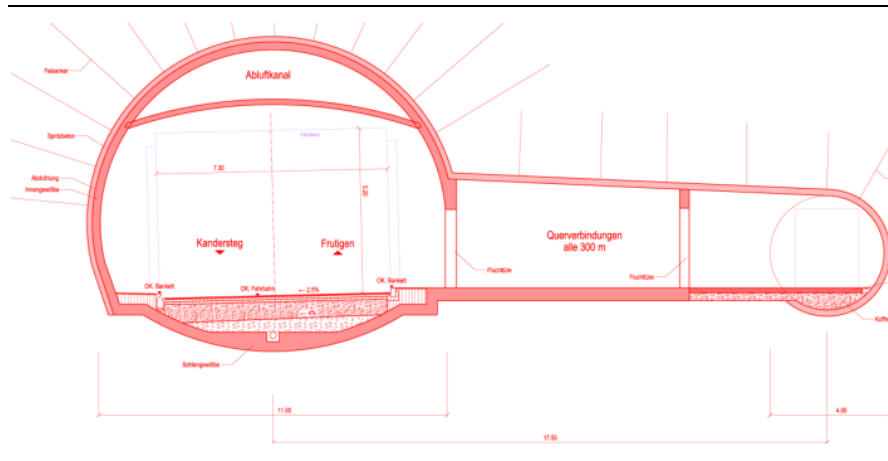


Abbildung 4: Normalprofil Variante c (Quelle: Synthesebericht Varianten, Heierli Ingenieurbau AG)

Kostenschätzung

Baukosten von 237 Mio. CHF

Bauablauf

Der Tunnel wird bergmännisch mit Sprengvortrieb erstellt: 1. Phase: Ausbruch der Kalotte, 2. Phase: Ausbruch der Strosse, 3. Phase: Ausbau des Innengewölbes. Während des Baus kann die bestehende Strecke ohne Einschränkungen weiter betrieben werden. Einzig bei der Erstellung der Anschlussbauwerke sind Eingriffe in die bestehende Verkehrsinfrastruktur nötig. Die Realisierung dauert voraussichtlich 5-7 Jahre. Hinzu kommt die Projektierungs- und Bewilligungsphase. Dies ergibt einen Realisierungshorizont von rund 10 bis 15 Jahren.

Bemerkungen

- Gemäss dem geologischen Gutachten bestehen relativ lange Lockergesteinsstrecken mit sehr heterogenen Verhältnissen (Bergsturzablagerungen) und wechselhafte geologische Verhältnisse im Bereich der Festgesteine.
- Es sind umfangreiche sicherheitstechnische Einrichtungen im Tunnel notwendig (grosses Gefälle, 2 km langer Tunnelabschnitt).
- Es besteht noch kein hydrogeologisches Gutachten: Hinsichtlich der hydrogeologischen Auswirkungen eines Tunnels können daher noch keine Aussagen gemacht werden.
- Die Variante umfasst zwei Brücken, die über das Tal bzw. über die Kander geführt werden. Die Strasse bedingt permanente Rodungen und teilweise grössere Böschungen (permanenter Kulturlandverbrauch). Durch die Bauten entstehen grössere Eingriffe in das Landschaftsbild (Brücken, Rodungen, Böschungen, Tunnelportale).

3. Ziel- und Indikatorensystem

Zielsystem

Mit den Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte (NISTRA) besteht ein Tool zur Beurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten, das sich auf den Zielsetzungen des Bundes abstützt.

Auf Basis der NISTRA-Methode wurde für die vorliegende Beurteilung ein Zielsystem erstellt. Das Zielsystem für die Gegenüberstellung der Varianten baut auf den übergeordneten Zielen des Bundes auf. Das Zielsystem ist nach Nachhaltigkeitsdimensionen und sozio-ökonomischen Teilbilanzen gegliedert (vgl. Abbildung 5).

Der Bewertungsgrundsatz strebt an, jede Nachhaltigkeitsdimension und alle betroffenen sozio-ökonomischen Teilbilanzen grundsätzlich gleich zu gewichten.

Sozio-ökonomische Teilbilanz			
	Betreiber*in <i>Bund / Kanton</i>	Benutzer*in <i>Verkehrsteilnehmende, Tiere, ...</i>	Allgemeinheit <i>AnwohnerInnen, Gäste, ...</i>
Gesellschaft		Hoher Ausbaustandard / Fahrkomfort	Minimierung Restrisiko Ereignis während der Bauphase
			Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung
Wirtschaft	Geringe Bau- und Erneuerungskosten	Geringe Reisezeitverluste (Bauphase und Betriebsphase)	
	Geringe Betriebs- und Unterhaltskosten		
	Optimale Umsetzung		
Umwelt			Geringe Bodenversiegelung
			Geringe Zerschneidungseffekte ausserhalb vom Siedlungsgebiet
			Gutes Landschafts- und Ortsbild
			Geringe Eingriffe in Lebensräume
			Geringe Lärmemissionen

Abbildung 5: Zielsystem Bewertung

Indikatoren

Zur Beurteilung der Varianten werden die Ziele mit messbaren Indikatoren operationalisiert (vgl. Abbildung 6: Übersicht über die Ziele, Indikatoren und Messungen; NP = Nutzenpunkte, KNA = Kosten-Nutzen-Analyse). Es werden zwei Arten von Indikatoren unterschieden:

- **Kosten-Nutzen-Indikatoren:** Bewertet anhand einer Kosten-Nutzen-Analyse KNA in Schweizer Franken CHF.
- **Nutzenpunkte-Indikatoren:** Bewertet anhand einer fünfstufigen Skala in Nutzenpunkten NP.

Als Grundlage dienen die Informationen aus den technischen Berichten der Ingenieure, der Grundlagenabklärungen (Geologie, Hydrologie, Modellierung Ereignis) und weitere Datengrundlagen des Budnes und des Kantons (vgl. S. 4).

	Kürzel	Ziel	Indikator	Bewertung	Messung
Gesellschaft	G1	Hoher Ausbaustandard / Fahrkomfort	Attraktivität für alle Verkehrsträger	NP	Bewertet wird die relative Qualitätsveränderung für alle Verkehrsträger (MIV, Velo, öV, Fussverkehr) durch das Projekt in einem typischen Jahr der Betriebsphase.
	G2	Minimierung Restrisiko Ereignis während der Bauphase	Anzahl betroffene Personen	NP	Bewertet wird der Erwartungswert der Anzahl anwesender Personen im Einflussbereich eines Ereignisses.
	G3	Gesundheit und Wohlbefinden der Bevölkerung	Wohnlichkeit, Dauer der Beeinträchtigung im Siedlungsgebiet	NP	Bewertet wird die Attraktivität einer Ortschaft als Wohnstandort, welche primär durch Ruhe, Sicherheit, geringe Verkehrsmengen und geringe Trennwirkung des Verkehrs charakterisiert werden kann.
Wirtschaft	W1	Geringe Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten	Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten	KNA	Bewertet werden die Bau-, Rückbau und Erneuerungskosten in CHF.
	W2	Geringe Betriebs- und Unterhaltskosten	Betriebs- und Unterhaltskosten	KNA	Bewertet werden die Betriebs- und Unterhaltskosten in CHF.
	W3	Geringe Reisezeitverluste (Bauphase und Betriebsphase)	Reisezeitverluste	KNA	Bewertet werden die Reisezeitverluste / Reisezeitgewinne pro Jahr in der Bau- und Betriebsphase in CHF.
	W4	Optimale Umsetzung	Bautechnische Risiken, Dauer des Baus, Kosten- und Verzögerungsrisiken, Naturgefahren	NP	Bewertet werden die bautechnischen Risiken (z.B. durch Geologie, Naturgefahren, usw.)
Umwelt	U1	Geringe Bodenversiegelung	Versiegelte Flächen	NP	Bewertet wird die Veränderung der Anzahl versiegelter Hektaren Land.
	U2	Geringe Zerschneidungseffekte ausserhalb vom Siedlungsgebiet	Zerschneidungseffekte ausserhalb vom Siedlungsgebiet	NP	Bewertet wird die Anzahl und die Länge von zerschneidenden Effekten.
	U3	Gutes Landschafts- und Ortsbild	Eingriffe in das Orts- und Landschaftsbild	NP	Bewertet werden die Auswirkungen auf Anwohner und Arbeitnehmende und Auswirkungen auf Touristen, die einen Ort auch aufgrund seines schönen Landschafts- und / oder Ortsbildes besuchen.
	U4	Geringe Eingriffe in Lebensräume	Eingriff in Gewässer, Grundwasser und Waldflächen	NP	Bewertet wird die Anzahl Quadratmeter betroffene Waldflächen und die Anzahl Eingriffe in Gewässer gewichtet nach Gewässerschutzbereichen.
	U5	Geringe Lärmemissionen	Lärmemissionen	NP	Bewertet werden die erwarteten Einschränkungen durch Emissionen während Bau und Betrieb.

Abbildung 6: Übersicht über die Ziele, Indikatoren und Messungen; NP = Nutzenpunkte, KNA = Kosten-Nutzen-Analyse

4. Variantenvergleich

4.1 Einleitung

Quantitative und qualitative Indikatoren

Anhand der Indikatoren wurden die drei Varianten einander gegenübergestellt. Bei den Kosten-Nutzen-Indikatoren wurde die Bewertung so weit wie möglich anhand der NISTRA-Indikatoren berechnet (inkl. Diskontierung, Zukunftskosten, Restwerte, etc.). Qualitative Indikatoren mit Nutzenpunkten wurden durch unsere Expert*innen auf Basis der NISTRA-Indikatoren in einer fünfstufigen Skala beurteilt.

++	stark positive Bewertung
+	positive Bewertung
o	neutrale Bewertung
-	negative Bewertung
--	stark negative Bewertung

Abbildung 7: Bewertungsskala für NP-Indikatoren

Fokus auf den relativen Vergleich der Varianten

Wir gehen davon aus, dass für den Schutz der Nationalstrasse eine der drei vorliegenden Varianten umgesetzt werden muss – unabhängig von deren Kostenwirksamkeit im Sinne einer NISTRA-Gesamtbeurteilung.⁴ Die Beurteilung fokussiert deshalb auf den *relativen* Vergleich der drei vorliegenden Varianten. Die resultierende „Bestvariante“ bezieht sich entsprechend nur auf die drei vorliegenden Varianten.

4.2 Beurteilungen

Einleitung

Nachfolgend sind die Bewertungen für jeden Indikator kurz zusammengefasst. Anschliessend werden alle Bewertungen in einer Tabelle resümiert. Detailinformationen und die Berechnungen zu den Indikatoren befinden sich im Anhang.

G1: Attraktivität für Verkehrsträger

Bewertet wird die relative Qualitätsveränderung für alle Verkehrsteilnehmenden durch das Projekt in einem typischen Jahr der Betriebsphase. Der Projektfall wird dabei direkt mit dem Referenzfall verglichen.

Variante a ist für alle Verkehrsträger weniger attraktiv als der Referenzfall. Für den Fussverkehr ergeben sich während des Betriebs der Galerie teilweise grosse Umwege. Für den Veloverkehr ist die Durchfahrt durch die Galerie unattraktiv. Für den MIV entstehen insbesondere während der Bau- und Rückbauphase grosse Einschränkungen (einspuriger Betrieb mit Ampeln).

Bewertung: geringe Verschlechterungen für MIV, Velo- und Fussverkehr (-).

⁴ Die Grundannahmen beinhalten die Notwendigkeit der Schutzbaute Strasse. Eine absolute Bewertung der Kostenwirksamkeit im Sinne einer NISTRA-Gesamtbeurteilung mit Entscheid für oder gegen die Umsetzung war nicht Bestandteil unseres Auftrags.



Variante b ist aufgrund stark reduziertem MIV für zu Fuss Gehende und den Veloverkehr attraktiver als der Referenzfall. Der Verkehrsfluss beim MIV hat kleinere Beeinträchtigungen durch neue Anschlussknoten, gewinnt aber durch die Direktheit und Angebotsqualität an Attraktivität gegenüber dem Referenzfall.

Bewertung: Verbesserungen für MIV, Velo- und Fussverkehr (+).

Variante c ist sowohl für zu Fuss Gehende und den Veloverkehr (weniger MIV auf der Ortsdurchfahrt), als auch für den MIV (Direktheit, Angebotsqualität) attraktiver als der Referenzfall.

Bewertung: Verbesserungen für MIV, Velo- und Fussverkehr (+).

G2: Anzahl betroffene Personen

Bewertet wird der Erwartungswert der Anzahl anwesender Personen im Einflussbereich eines Ereignisses, verglichen mit dem Referenzfall. Einbezogen werden die Anwohnenden und Beschäftigten (Bauphase), die Gäste (Bau- und Betriebsphase) sowie die Verkehrsteilnehmenden im Durchgangsverkehr (Bau- und Betriebsphase). Der Referenzfall hat einen Erwartungswert von 365 betroffenen Personen (170 Bevölkerung/Beschäftigte, 70 Gäste und 125 Verkehrsteilnehmende).

Variante a: Erwartungswert von 365 betroffenen Personen (170 Bevölkerung/Beschäftigte, 70 Gäste und 125 Verkehrsteilnehmende).

Bewertung: keine Veränderung (o).

Variante b: Erwartungswert von 270 betroffenen Personen (75 Bevölkerung/Beschäftigte, 70 Gäste und 125 Verkehrsteilnehmende).

Bewertung: leicht weniger Betroffene (+).

Variante c : Erwartungswert von 270 betroffenen Personen (75 Bevölkerung/Beschäftigte, 70 Gäste und 125 Verkehrsteilnehmende).

Bewertung: leicht weniger Betroffene (+).

G3: Wohnlichkeit, Dauer der Beeinträchtigung im Siedlungsgebiet

Mit Wohnlichkeit ist in erster Linie die Attraktivität einer Ortschaft als Wohnstandort gemeint, welche primär durch Ruhe, Sicherheit, geringe Verkehrsmengen und geringe Trennwirkung des Verkehrs charakterisiert werden kann. Wiederum wird verglichen mit dem Referenzfall.

Variante a: Galeriebauwerk mitten in der Siedlung mit hoher Trennwirkung, teilweise direkt vor den Häusern. Notwendige rückwärtige Erschliessungswege störend im Siedlungsbild. Während Bau-/Rückbau starke Beeinträchtigung durch Baustellenbetrieb/Lärm. Nach Rückbau sind alle negativen Effekte jedoch wieder behoben.

Bewertung: Verringerung der Wohnlichkeit (-).

Variante b: Verkehr fliesst künftig an einem grossen Teil des Siedlungsgebiets vorbei. Verkehrsberuhigung im Ortskern ermöglicht Verkehrsberuhigungsmassnahmen und teilweise Rückbau der bestehenden Strasse. Grössere Beeinträchtigung der Wohnlichkeit während Bauphase durch Baustellenverkehr und Installationsplätze im Siedlungsgebiet (sehr grosse Aushubmen/gen/Tagbautunnel).

Bewertung: Verbesserung der Wohnlichkeit (+).

Variante c: Im Betrieb gleiche Verhältnisse wie bei Variante b mit wenig Verkehr im Ortskern. Beeinträchtigungen während der Bauphase im Siedlungsbereich geringer als bei Variante a und b.

Bewertung: Starke Verbesserung der Wohnlichkeit (+ +).

W1: Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten

Die Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten aller Varianten wurden anhand der Kostenschätzungen der Ingenieure in Anlehnung an den NISTRA-Indikator berechnet. Die Kostenschätzungen für Baukosten wurden dem „Synthesebericht Varianten“ entnommen.⁵ Die Bewertung erfolgt in CHF.

Variante a: Baukosten von CHF 62 Mio., inkl. Rückbaukosten. Aufgrund des Rückbaus nach 10 bis 15 Jahren entstehen keine Erneuerungskosten.

Bewertung: Kosten von CHF 62 Mio.

Variante b: Baukosten von CHF 108 Mio., Rückbaukosten (diskontiert) von CHF 1.4 Mio. und Erneuerungskosten (diskontiert) von CHF 27.8 Mio.

Bewertung: Kosten von CHF 137 Mio.

Variante c: Baukosten von CHF 237 Mio., Rückbaukosten (diskontiert) von CHF 3.2 Mio. und Erneuerungskosten (diskontiert) von CHF 61.2 Mio.

Bewertung: Kosten von CHF 301 Mio.

W2: Betriebs- und Unterhaltskosten

Die Betriebs- und Unterhaltskosten aller Varianten wurden anhand des NISTRA-Indikators berechnet⁶. Die Bewertung erfolgt in CHF.

Variante a: Betrieb während 15 Jahren als Galerie und 85 Jahren als offene Strecke. Betriebs- und Unterhaltskosten von CHF 279'300 pro Jahr (Galerie) und CHF 42'750 (offene Strecke). Über 100 Jahre Betriebsdauer ergibt dies Gesamtkosten (diskontiert) von CHF 5.1 Mio.

Bewertung: Kosten von CHF 5.1 Mio.

Variante b: 850 Meter Tunnel und 350 Meter offene Strecke über 100 Jahre Betriebsdauer ergibt Gesamtkosten (diskontiert) von CHF 11.7 Mio.

Bewertung: Kosten von CHF 11.7 Mio.

⁵ Quelle Kostenberechnung: Synthesebericht Varianten, Heierli Ingenieurbau AG. Details zur Berechnung der Betriebs-/Unterhaltskosten und diskontierten Rückbaukosten sind im Anhang.

⁶ Kostensatz NISTRA-Basis pro Strecken-Kilometer je nach Ausbaustandard. Details zur Berechnung befinden sich im Anhang.

Variante c: 1'900 Meter Tunnel und 800 Meter offene Strecke über 100 Jahre Betriebsdauer ergibt Gesamtkosten (diskontiert) von CHF 26.2 Mio.

Bewertung: Kosten von CHF 26.2 Mio.

W3: Reisezeitverluste
(Bauphase und
Betriebsphase)

Die Reisezeitveränderungen gegenüber dem Referenzfall werden mit dem Kossatz aus NISTRA monetarisiert über Personenstunden pro Jahr berechnet. Die Bewertung erfolgt monetarisiert in CHF. Die externen Kosten durch die Reisezeit im Referenzfall belaufen sich auf rund CHF 212 Mio.

Variante a: Es entstehen insbesondere Reisezeitverluste während dem Bau und Rückbau mit nur einspurig geführtem Verkehr und grossen Wartezeiten an den Ampeln (2-4 Minuten pro Fahrt). Während dem Bau, Rückbau und Betrieb entstehen insgesamt Reisezeitverluste von rund CHF 270 Mio. oder CHF 58.2 Mio. Reisezeitverluste.

Bewertung: Reisezeitverluste von CHF 58.2 Mio.

Variante b: Reisezeitverluste entstehen insbesondere durch das Abbremsen am Anschlussbauwerk im Westen (Kreisverkehr) sowie durch die längere Strecke (längere Durchfahrzeit). Während dem Bau, Rückbau und Betrieb entstehen externe Kosten durch die Reisezeit von insgesamt rund CHF 224 Mio., oder CHF 12.0 Mio. Reisezeitverluste.

Bewertung: Reisezeitverluste von CHF 12.0 Mio.

Variante c: Reisezeitverluste entstehen insbesondere durch das Abbremsen an den Anschlussbauwerken (Kreisverkehre) sowie durch die längere Strecke (längere Durchfahrzeit). Während dem Bau, Rückbau und Betrieb entstehen externe Kosten durch die Reisezeit von insgesamt rund CHF 260 Mio., oder CHF 48.7 Mio. Reisezeitverluste.

Bewertung: Reisezeitverluste von CHF 48.7 Mio.

W4: Bautechnische Risiken,
Dauer des Baus, Kosten-
und Verzögerungsrisiken,
Naturgefahren

Bewertet werden bautechnische Risiken sowie Risiken aufgrund von Naturgefahren, Kosten- und Verzögerungsrisiken und Risiken im Ereignisfall. Da wiederum mit dem Referenzfall verglichen wird, ist die bestmögliche Bewertung „keine Risiken“.⁷

Variante a: Risiken aufgrund des anspruchsvollen Baugrunds, insb. bei der Erstellung der provisorischen rückwärtigen Erschliessung. Geringe Kosten- und Verzögerungsrisiken. Geringe Risiken aufgrund Naturgefahren. Gewisse Risiken bei Ereignisfall während der Bauphase, da sich zusätzlich auch Bauarbeiter*innen im Perimeter aufhalten.

Bewertung: geringe Risiken (o).

Variante b: Es bestehen Risiken aufgrund des anspruchsvollen Baugrunds, grosser Mengen an Ausbruchmaterial, Entsorgung, Baugrubensicherung, doppelte Unterquerung Bahntrasse. Mittlere Kosten- und Verzögerungsrisiken und gewisse Risiken aufgrund des Baus im Gewässerschutzbereich (Grundwasser) sowie Naturgefahren (Rutschungen, Steinschlag, Hochwasser). Zudem gewisse Risiken bei

⁷ Alle möglichen Bewertungsausprägungen für alle Indikatoren und deren Übersetzung in Nutzenpunkte (NP) sind im Anhang aufgeführt.

Ereignisfall während der Bauphase, da sich zusätzlich auch Bauarbeiter*innen im Perimeter aufhalten.

Bewertung: mittelhohe Risiken (-).

Variante c: Es bestehen Risiken aufgrund anspruchsvoller Baustellenerschliessung (z.B. provisorische Brücken zu Tunnelportalen), sehr grossen Mengen an Ausbruchsmaterial (Entsorgung), unvorhersehbarer geologischer Gegebenheiten beim bergmännischen Tunnelbau (Lockergestein), Gewässerschutz (Kander) sowie hohe Kosten- und Verzögerungsrisiken. Im Weiteren Risiken aufgrund von Naturgefahren (Rutschungen, Steinschlag, Hochwasser insb. bei Brückenpfeilern und Tunnelportalen) und Sicherheitsvorkehrungen bei Ereignissen (Ereignislüftung). Beim Bau bestehen etwas geringere Risiken als bei Variante a und b durch sich im Perimeter befindende Personen im Ereignisfall.

Bewertung: hohe Risiken (- -).

U1: Versiegelte Flächen

Bewertet wird die Veränderung der Grösse versiegelter Flächen in Hektaren verglichen mit dem Referenzfall. Weil gemäss NISTRA die langfristigen Auswirkungen des Projekts über einen Zeithorizont von 100 Jahren bewertet werden, fliessen die versiegelten Flächen während der Bauphase nur mit geringer Gewichtung in die Beurteilung mit ein.

Variante a: Während des Baus entstehen Versiegelungen aufgrund der Installationsflächen (25'000-50'000 m²) und rund 1'600 Laufmeter temporäre Trassen für die rückwärtige Erschliessung. Langfristig (nach Rückbau) entstehen keine zusätzlichen versiegelten Flächen.

Bewertung: Nur vorübergehender zusätzlicher Flächenverbrauch (o).

Variante b: Während des Baus entstehen Versiegelungen aufgrund der Installationsflächen (25'000-50'000 m²) und grosse Eingriffe aufgrund des Tagbautunnels (rund 1'000 Laufmeter mal 50 Meter Breite). Langfristig (nach Rückbau) bleiben neue zusätzliche versiegelte Flächen im Umfang von rund 8'000 Quadratmeter (< 1ha) bestehen.

Bewertung: geringer zusätzlicher Flächenverbrauch (o).

Variante c: Während des Baus entstehen Versiegelungen aufgrund der Installationsflächen (25'000-50'000 m²) und grosse Eingriffe aufgrund des Baus der Brücken und Trassen (rund 1'000 Laufmeter mal 50 Meter Breite). Langfristig (nach Rückbau) bleiben neue zusätzliche versiegelte Flächen im Umfang von über 20'000 Quadratmeter (2ha) bestehen.

Bewertung: mittlerer zusätzlicher Flächenverbrauch (-).

U2: Zerschneidungseffekte ausserhalb des Siedlungsgebiets

Bewertet werden die Anzahl und die Länge von zerschneidenden Effekten verglichen mit dem Referenzfall. Unterbrechungen von Wildtierkorridoren werden bereits ab einer kurzen Dauer problematisch für die Wildtierpopulationen.

Variante a: Der Wildwechsel wird durch die Schutzbauten während rund 15-20 Jahren (Bau, Betrieb, Rückbau) verunmöglicht. Langfristig (nach Rückbau) gibt es keine Änderungen zum Referenzfall.

Bewertung: zusätzliche Zerschneidungseffekte (-).

Variante b: Diverse Zerschneidungseffekte während des Baus (Tagbautunnel, Gewässerverschiebungen, etc.). Bleibende Einschränkungen beim überregionalen Wildtierkorridor "BE-I: Raum südlich Mitholz / Zustand Intakt" während Bau- und Betriebsphase aufgrund der neu gebauten „Überführung Mitholztunnel (bestehende Strasse)“. Es sind keine Massnahmen zur langfristigen Sicherung des Wildtierkorridors vorgesehen.

Bewertung: zusätzliche Zerschneidungseffekte (-).

Variante c: Diverse Zerschneidungseffekte während des Baus (Brückenbau, Böschungen, etc.). Zusätzliche Zerschneidungseffekte im Perimeter Teuffenmatti / Kander durch Strassenbauwerk / Böschungen, jedoch keine Zerschneidung überregionaler Wildtierkorridor "BE-I: Raum südlich Mitholz / Zustand Intakt".

Bewertung: zusätzliche Zerschneidungseffekte (-).

U3: Eingriffe in das Orts- und Landschaftsbild

Bewertet werden die Auswirkungen auf Anwohnende und Arbeitnehmende, die eine Präferenz für eine schöne Aussicht aus ihrer Wohnung / ihrem Haus / ihrem Arbeitsort haben und Auswirkungen auf Touristen, die einen Ort auch aufgrund seines schönen Landschafts- und / oder Ortsbildes besuchen. Die Bewertung erfolgt auch hier im Vergleich zum Referenzfall.

Variante a: Keine bleibenden Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild nach Rückbau der Galerie. Grosse Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild während der Bauphase und während der Räumung des ehemaligen Munitionsdepots. Relevanz von vorübergehenden Eingriffen ins Orts- und Landschaftsbild nach Evakuierung der Bevölkerung ist jedoch klein, da während der Räumung keine Nutzer anwesend sind.

Bewertung: keine Beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes (o).

Variante b: Bleibende Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild im Bereich Stägebach/Erlemätti durch die neue Strasse, beim neuen Anschlussknoten Nord und bei beiden Tunnelportalen. Sehr grosse Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild während der Bauphase (Tagbautunnel).

Bewertung: leichte Beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes (-).

Variante c: Nur geringfügige langfristige Eingriffe ins Ortsbild. Sehr grosse Eingriffe ins Landschaftsbild durch neue Brücken im Bereich der Kander, neue Trassen und Böschungen im Bereich Teuffematti/Gruebi, durch die Tunnelportale und durch die neuen Anschlussbauwerke an beiden Projektenden.

Bewertung: grosse Beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes (- -).

U4: Eingriff in Gewässer,
Grundwasser und
Waldflächen

Bewertet wird die Anzahl Quadratmeter betroffene Waldflächen und die Anzahl Eingriffe in Gewässer, gewichtet nach Gewässerschutzbereichen, jeweils im Vergleich mit dem Referenzfall. Einschränkungen während der Bauphase fliessen nur mit geringer Gewichtung in die Beurteilung mit ein.⁸

Variante a: Keine bleibenden Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Waldflächen. Während Bau- und Betriebsphase jedoch vorübergehende Eingriffe ins Grundwasser sowie die Fliessgewässer Stägebach und Rotbach bis zum Rückbau (temporäre Trassen für rückwärtige Erschliessung).

Bewertung: leichte Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald (-).

Variante b: Bleibende Eingriffe in die Fliessgewässer Stägebach im Bereich Erlemätti/Rossweid sowie Rodungen. Während der Bauphase entstehen grosse Eingriffe in Waldflächen und Landwirtschaftsland; Bauten im Grundwasser und im Gewässerschutzbereich.

Bewertung: grosse Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald (- -).

Variante c: Grosse bleibende Eingriffe im Bereich der Kander und Stägebach. Permanente Rodungen nötig im Bereich Gruebi und Stägebachhöji-Wald notwendig. Ein hydrologisches Gutachten liegt zurzeit nicht vor. Es kann aber davon ausgegangen werden, dass das Grundwasser und Gewässerschutzbereiche betroffen sind (Verankerung Brückenpfeiler, Tagbautunnel, bergmännischer Tunnelbau, etc.).

Bewertung: grosse Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald (- -).

U5: Lärmemissionen

Bewertet werden die erwarteten Einschränkungen durch Emissionen während Bau und Betrieb, verglichen mit dem Referenzfall. Einschränkungen während der Bauphase fliessen mit geringerer Gewichtung in die Beurteilung ein.

Variante a: Lärmemissionen aufgrund der Verkehrsmengen auf der Ortsdurchfahrt Mitholz bleiben langfristig analog der heutigen Situation. Hohe Lärmemissionen auf Zubringerstrecken und der Baustelle (im Dorf) während der Bauphase.

Bewertung: leichte Erhöhung der Lärmemissionen (-).

Variante b: Lärmemissionen aufgrund der Verkehrsmengen auf der Ortsdurchfahrt Mitholz sind langfristig geringer als heute. Hohe Lärmemissionen auf Zubringerstrecken und der Baustelle (im Dorf) während der Bauphase.

Bewertung: keine Veränderung der Lärmemissionen (o).

Variante c: Lärmemissionen aufgrund der Verkehrsmengen auf der Ortsdurchfahrt Mitholz sind langfristig geringer als heute. Hohe Lärmemissionen auf Zubringerstrecken und der Baustelle (im Dorf) während der Bauphase.

Bewertung: keine Veränderung der Lärmemissionen (o).

⁸ NISTRA bewertet die langfristigen Auswirkungen mit einem Zeithorizont über 100 Jahre. Deswegen fallen kurzfristige Einschränkungen über 5-10 Jahre nur geringfügig ins Gewicht.

4.3

Übersicht Bewertungen

Zusammenfassung
Bewertungen

Nachfolgende Abbildung zeigt eine zusammenfassende Übersicht über die Beurteilungen der Varianten für alle Indikatoren. Bei der Interpretation von Summen in dieser Betrachtung ist Vorsicht geboten, da die Dimension „Umwelt“ mit fünf Indikatoren gegenüber der Dimension „Gesellschaft“ mit drei Indikatoren zu stark ins Gewicht fällt. Gemäss NISTRA-Grundsatz sind alle Nachhaltigkeitsdimensionen gleich zu gewichten (je ein Drittel für „Gesellschaft“, „Wirtschaft“ und „Umwelt“). Erst die nachfolgende Gesamtbeurteilung anhand von Nutzenpunkten stellt diese Gleichgewichtung sicher.

			Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Variante c: Verlegung Nationalstrasse
	Indikator	Beschrieb			
Gesellschaft	G1	Attraktivität für alle Verkehrsträger	-	+	+
	G2	Anzahl betroffene Personen	o	+	+
	G3	Wohnlichkeit, Dauer der Beeinträchtigung im Siedlungsgebiet	-	+	++
Wirtschaft	W1	Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten	CHF 62 Mio.	CHF 137 Mio.	CHF 237 Mio.
	W2	Betriebs- und Unterhaltskosten	CHF 5.1 Mio.	CHF 11.7 Mio.	CHF 26.2 Mio.
	W3	Reisezeitverluste	58.2 Mio.	CHF 12.0 Mio.	CHF 48.7 Mio.
	W1-W3	Gesamtkosten KNA-Indikatoren	125.3 Mio.	CHF 160.7 Mio.	CHF 311.9 Mio.
	W4	Bautechnische Risiken, Dauer des Baus, Kosten- und Verzögerungsrisiken, Naturgefahren	o	-	--
Umwelt	U1	Versiegelte Flächen	o	o	-
	U2	Zerschneidungseffekte ausserhalb vom Siedlungsgebiet	-	-	-
	U3	Eingriffe in das Orts- und Landschaftsbild	o	-	--
	U4	Eingriff in Gewässer, Grundwasser und Waldflächen	-	--	--
	U5	Lärmemissionen	-	o	o

Abbildung 8: Übersicht der Bewertungen, ungewichtet

4.4

Betrachtung in
Nutzenpunkten

Gesamtbeurteilung

Für eine Gegenüberstellung der Varianten unter dem Grundsatz „Gleichgewichtung aller Nachhaltigkeitsdimensionen“ werden die Resultate in Nutzenpunkten dargestellt. Die Bewertungen (+/-) und die Gesamtkosten (CHF) werden dazu in Nutzenpunkte umgerechnet. Die Umrechnung der NP-Indikatoren erfolgt anhand einer Treppenfunktion in 10er-Schritten. Die Kosten werden linear bewertet⁹ (vgl. Tabelle 1):

Bewertung	Nutzenpunkte (NP)	Gesamtkosten (CHF)	Nutzenpunkte (NP)
++	20 NP	312 Mio. CHF	-20 NP
+	10 NP	234 Mio. CHF	-10 NP
o	0 NP	156 Mio. CHF	0 NP
-	-10 NP	78 Mio. CHF	+10 NP
--	-20 NP	0 CHF	+20 NP

Tabelle 1: Umrechnung Bewertungen (+/-) und Gesamtkosten (CHF) in Nutzenpunkte (NP)

Abbildung 9 auf der nächsten Seite zeigt die Gesamtbeurteilung aller Indikatoren nach Nutzenpunkten (oben) sowie die Zusammenfassung und Gewichtung der Bewertungen nach Nachhaltigkeitsdimensionen (unten). Für die Beurteilung wurde eine Gleichgewichtung aller Nachhaltigkeitsdimensionen angenommen (je 1/3 Gewicht).

⁹ Bewertung „stetig linear“ mit folgender Bewertungsfunktion: $+20[\text{NP}] - 0.1282 \cdot \text{Kosten [in Mio. CHF]}$. Dies entspricht -20NP für teuerste Variante und +20 NP für "keine Kosten" (CHF 0). Das Ergebnis für jede Variante wurde für die Endbewertung auf eine Ganzzahl gerundet.

			Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Variante c: Verlegung Nationalstrasse
Indikator			Bewertung in NP		
Gesellschaft	G1	Attraktivität für alle Verkehrsträger	-10	10	10
	G2	Anzahl betroffene Personen	0	10	10
	G3	Wohnlichkeit, Dauer der Beeinträchtigung im Siedlungsgebiet	-10	10	20
	Mittelwert Bewertungen Gesellschaft		-6.67	10.00	13.33
Wirtschaft	W1	Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten	CHF 62 Mio.	CHF 137 Mio.	CHF 237 Mio.
	W2	Betriebs- und Unterhaltskosten	CHF 5.1 Mio.	CHF 11.7 Mio.	CHF 26.2 Mio.
	W3	Reisezeitverluste	58.2 Mio.	CHF 12.0 Mio.	CHF 48.7 Mio.
		Gesamtkosten (W1-W3)	125.3 Mio.	CHF 160.7 Mio.	CHF 311.9 Mio.
	W1-W3	Bewertung Gesamtkosten, linearisiert*	4	-1	-20
	W4	Bautechnische Risiken, Dauer des Baus, Kosten- und Verzögerungsrisiken, Naturgefahren	0	-10	-20
	Mittelwert Bewertungen Wirtschaft		2.00	-5.50	-20.00
Umwelt	U1	Versiegelte Flächen	0	0	-10
	U2	Zerschneidungseffekte ausserhalb des Siedlungsgebiets	-10	-10	-10
	U3	Eingriffe in das Orts- und Landschaftsbild	0	-10	-20
	U4	Eingriff in Gewässer, Grundwasser und Waldflächen	-10	-20	-20
	U5	Lärmemissionen	-10	0	0
	Mittelwert Bewertungen Umwelt		-6.00	-8.00	-12.00

* Bewertung linear: -20NP für teuerste Variante und +20 NP für "keine Kosten" (CHF 0), gerundet auf Ganzzahl

Zusammenfassung		Bewertung in NP		
Mittelwert Bewertungen Gesellschaft		-6.67	10.00	13.33
Gewichtung "Gesellschaft"		1/3	1/3	1/3
Mittelwert Bewertungen Wirtschaft		2.00	-5.50	-20.00
Gewichtung "Wirtschaft"		1/3	1/3	1/3
Mittelwert Bewertungen Umwelt		-6.00	-8.00	-12.00
Gewichtung "Umwelt"		1/3	1/3	1/3
Gesamtbeurteilung gewichtet		Bewertung nach NP, gewichtet		
		-3.56	-1.17	-6.22

Abbildung 9: Gesamtbeurteilung, Gleichgewichtung der Nachhaltigkeitsdimensionen

Sicht Gesellschaft	Variante a ist aufgrund der wenig attraktiven Verkehrssituation, der grossen Beeinträchtigungen im Siedlungsgebiet und der Anzahl betroffenen Personen während Bau und Betrieb aus Sicht „Gesellschaft“ schlechter als Variante b und c. Variante c hat gegenüber Variante b kleine Vorteile bei der Wohnlichkeit, weil auch während der Bauphase nur geringe Eingriffe im Ort selber vorgesehen sind.
Sicht Wirtschaft	Aus Sicht „Wirtschaft“ ist die Variante a mit Gesamtkosten ¹⁰ von CHF 125 Mio. ¹¹ und eher geringen Risiken leicht besser zu beurteilen als Variante b mit Gesamtkosten von CHF 160 Mio. mit mittleren Risiken. Variante c ist mit einer Gesamtsumme von CHF 312 Mio. und den höchsten Risiken deutlich schlechter zu beurteilen.
Sicht Umwelt	Aus Sicht Umwelt hat Variante a die geringsten Eingriffe in Umwelt, Landschaft, Ortsbild, Versiegelung, Zerschneidung. Variante c hat hingegen die grössten Auswirkungen auf die Umwelt. Variante b liegt bei den Auswirkungen auf die Umwelt zwischen den Varianten a und c.
Sicht Betreiber	Aus Sicht der Betreiber ist Variante a die bestbewertete: Bau- und Unterhaltskosten sowie die Risiken sind jeweils am geringsten. Variante b liegt mit mittleren Kosten und Risiken in der Mitte und Variante c ist aufgrund hoher Kosten und grosser Risiken die am schlechtesten bewertete Variante.
Sicht Benutzende	Aus Sicht der Benutzenden ist Variante b am besten zu beurteilen: Die Reisezeitverluste sind bei Variante b am geringsten und die Attraktivität für alle Verkehrsteilnehmenden die höchste. Varianten a und c sind aufgrund der hohen Reisezeitverluste schlechter beurteilt.
Sicht Allgemeinheit	Aus Sicht der Allgemeinheit ist Variante b die bestbewertete. Variante a und c schneiden hier aus unterschiedlichen Gründen schlechter ab: Variante c verursacht grosse Eingriffe in die Umwelt, hat jedoch positive Auswirkungen auf die Wohnlichkeit und die Anzahl betroffenen Personen im Ereignisfall. Variante a ist bezüglich Umwelt deutlich besser zu bewerten als Variante c, hat jedoch grössere Risiken im Ereignisfall und verursacht Verschlechterungen der Wohnlichkeit.
Gesamtbeurteilung (ohne Gewichtung)	<hr/> Bestvariante¹² bei Gleichgewichtung aller Nachhaltigkeitsdimensionen ist Variante b (-1.17 Pkt.). Etwas schlechter ist die Variante a (-3.56 Pkt.). Variante c (-6.22 Pkt.) schneidet hingegen deutlich schlechter ab. <hr/>

¹⁰ Gesamtkosten: Summe der Kosten für Bau, Rückbau, Erneuerungen, Betriebs- und Unterhaltskosten und Reisezeitverluste.

¹¹ Annahme für Variante a: Wartezeiten von 4 Minuten im Ampelbetrieb während der Bauphase.

¹² Im relativen Vergleich der drei Varianten.

4.5

Gewichtung und Sensitivitäten

Resultat ist abhängig von der Gewichtung

Die Robustheit der Beurteilung wurde anhand einer Sensitivitätsanalyse überprüft. Der Einfluss verschiedener Gewichtungen der drei Nachhaltigkeitsdimensionen „Gesellschaft“, „Wirtschaft“ und „Umwelt“ auf die Gesamtbewertung wurden aufgezeigt. Nachfolgend sind die Resultate für einzelne Anpassungen an der Gewichtung aufgezeigt.

Reduktion Gewicht
Einzeldimension auf 20%

Wenn die Dimension „Gesellschaft“ mit nur 20% gewichtet wird, verändert sich die Bestvariante (Variante a wird zur Bestvariante). Bei der Reduktion der Gewichtung von Wirtschaft oder Umwelt auf 20% verändert sich nichts an der Bestvariante (vgl. Abbildung 10).

Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	20%	40%	40%
	Variante a	Variante b	Variante c
	-2.93	-3.40	-10.13
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	40%	20%	40%
	Variante a	Variante b	Variante c
	-4.67	-0.30	-3.47
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	40%	40%	20%
	Variante a	Variante b	Variante c
	-3.07	0.20	-5.07

Abbildung 10: Gesamtbewertungen mit Reduktion der Gewichtung einer Nachhaltigkeitsdimension

Erhöhung Gewicht
Einzeldimension auf 60%

Wird das Gewicht von Gesellschaft oder Umwelt auf 60% erhöht, bleibt Variante b die Bestvariante. Wird jedoch das Gewicht der Nachhaltigkeitsdimension Wirtschaft auf 60% erhöht, wird Variante a zur Bestvariante (vgl. Abbildung 11).

Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	60%	20%	20%
	Variante a	Variante b	Variante c
	-4.80	3.30	1.60
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	20%	60%	20%
	Variante a	Variante b	Variante c
	-1.33	-2.90	-11.73
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	20%	20%	60%
	Variante a	Variante b	Variante c
	-4.53	-3.90	-8.53

Abbildung 11: Gesamtbewertungen mit Erhöhung der Gewichtung einer Nachhaltigkeitsdimension

Treppengewichtung (15% / 35% / 50%)

Weitere Auswirkungen von unterschiedlichen Gewichtungen wurden analysiert anhand einer Treppengewichtung, bei der jeweils eine Nachhaltigkeitsdimension ein sehr geringes Gewicht erhält. Es zeigte sich, dass Variante a immer dann die Bestvariante ist, wenn die Dimension Gesellschaft „ausreichend tief“ gewichtet wird (vgl. Abbildung 12).

Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	15%	35%	50%
	Variante a	Variante b	Variante c
	● -3.30	● -4.43	● -11.00
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	15%	50%	35%
	Variante a	Variante b	Variante c
	● -2.10	● -4.05	● -12.20
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	35%	15%	50%
	Variante a	Variante b	Variante c
	● -5.03	● -1.33	● -4.33
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	35%	50%	15%
	Variante a	Variante b	Variante c
	● -2.23	● -0.45	● -7.13
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	50%	15%	35%
	Variante a	Variante b	Variante c
	● -5.13	● 1.38	● -0.53
Gewichtung	Gesellschaft	Wirtschaft	Umwelt
	50%	35%	15%
	Variante a	Variante b	Variante c
	● -3.53	● 1.88	● -2.13

Abbildung 12: Gesamtbewertungen mit „Treppengewichtung“ der Nachhaltigkeitsdimensionen

Stärkere Gewichtung einzelner Indikatoren

Der zweite Teil der Sensitivitätsanalyse behandelte die Gewichtung einzelner Indikatoren unter Beibehaltung der Gleichgewichtung aller Nachhaltigkeitsdimensionen¹³. Beispiel: Verändert sich das Resultat, wenn innerhalb der Dimension „Gesellschaft“ Indikator G1 zu 100% gewichtet und die Indikatoren G2 und G3 weggelassen werden (Gewicht von 0%)? Die Analyse zeigte, dass sich das Resultat nur in zwei Fällen ändert: Wenn Indikator U3 oder U4 innerhalb der Nachhaltigkeitsdimension Umwelt 100% Gewicht erhalten, ist Variante a besser bewertet als Variante b.

¹³ Abbildung 12 im Anhang zeigt die Auswertungen „Ceteribus Paribus“ für jeden Indikator.



Weitere Sensitivitäten	In der Sensitivitätsanalyse wurden weitere Gewichtungen getestet. Bezüglich der Robustheit wurden keine Probleme eruiert, die nicht bereits mit den oben aufgeführten Gewichtungen aufgezeigt werden. Es wird darauf verzichtet, alle berechneten Gewichtungen im Bericht aufzuführen.
Sonderfall Reisezeitverluste	Die Bewertung des Indikators W3 Reisezeitverluste ist sehr stark von der Annahme der mittleren Wartezeit vor der Ampel während des Baubetriebs abhängig. Beträgt die Wartezeit 1 Minute, reduzieren sich die Kosten aufgrund Reisezeitveränderungen auf CHF 23.5 Mio., bei 6 Minuten Wartezeit entstehen Reisezeitverluste von rund CHF 81 Mio. Auf die Bewertung hat dies Auswirkungen von maximal +/- 5 NP. Die Sensitivitätsanalyse zeigte, dass eine Veränderung von 5NP bei den Gesamtkosten keinen entscheidenden Einfluss auf die Bestvariante hat.
Mindergewichtung Dimension Gesellschaft	Aufgrund der räumlichen Gegebenheiten (hoher Wert der Landschaft, Umweltgegebenheiten), geringer Bevölkerungs- und Beschäftigtendichte sowie dem Fakt, dass der Ort während den Räumungsarbeiten evakuiert und gesperrt ist, ist eine stärkere Gewichtung der Wirtschaft und Umwelt auf Kosten einer geringeren Gewichtung der Gesellschaft vertretbar. Damit sich das Resultat der Beurteilung jedoch ändern würde (und Variante a die Bestvariante wird), ist eine Gewichtung der Wirtschaft von mindestens 50% nötig bei gleichzeitiger Reduktion der Gewichtung der Gesellschaft auf 25%.

Zusammenfassung Sensitivitätsanalyse

Die Sensitivitätsanalyse zeigt folgende Ergebnisse:

- Das Resultat ist recht robust. Das Resultat ändert sich nur bei Extremgewichtungen¹⁴ oder wenn der Nachhaltigkeitsdimension Gesellschaft ein Gewicht unter 25% zugestanden wird.
- Das Weglassen einzelner Indikatoren hat keinen Einfluss auf die Bestvariante.
- Variationen in der Wartezeit von +/- 3 Minuten vor der Ampel im Baustellenbetrieb der Variante a haben keinen Einfluss auf die Bestvariante.
- Von Variante c ist abzusehen: Variante c wird von Variante b dominiert: Nur wenn die Nachhaltigkeitsdimension Gesellschaft ein Gewicht von mindestens 70% und gleichzeitig die Dimension Wirtschaft ein Gewicht unter 20% erhält, ist Variante c die Bestvariante. Eine solch extreme Gewichtung ist aufgrund der Gegebenheiten nicht vertretbar.
- Je nach Gewichtung ist Variante a oder Variante b die bestbewertete Variante. Die Sensitivitätsanalyse zeigt, dass Variante a immer dann die Bestvariante ist, wenn die Dimension Gesellschaft „ausreichend tief“ gewichtet wird. So lange der Gesellschaft ein Gewicht von 25% zugestanden wird und keine der anderen Dimensionen mehr als 50% Gewicht erhält, bleibt Variante b die Bestvariante.

Fazit Sensitivitäten

Das Resultat ist im relativen Vergleich der drei Varianten robust. Eine stärkere Gewichtung der Umwelt und Wirtschaft führt in gewissen Fällen dazu, dass Variante a zur Bestvariante wird. So lange der Nachhaltigkeitsdimension Gesellschaft jedoch mindestens ein Gewicht von 25% beigemessen wird und keine der anderen Dimension gleichzeitig über 50% gewichtet wird, bleibt das Ergebnis „Bestvariante b“ stabil.

¹⁴ Z.B. Gewichtung von >70% einer einzelnen Nachhaltigkeitsdimension oder auslassen einer Nachhaltigkeitsdimension

5. Empfehlung

Beurteilung

Um die Verkehrsverbindungen für den Durchgangsverkehr während der Räumung des ehemaligen Munitionsdepots Mitholz zu gewährleisten, müssen Schutzmassnahmen an der Strasse realisiert werden. Das ASTRA hat IC Infraconsult beauftragt, folgende drei Varianten zum Schutz der Strassenverbindung einander gegenüberzustellen:

- Variante a: Überdeckung der Nationalstrasse
- Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz
- Variante c: Verlegung der Nationalstrasse ausserhalb des Gefahrenbereichs

Die Notwendigkeit des Schutzes der Nationalstrasse wird als zwingende extern gegebene Annahme betrachtet.¹⁵ Alle Varianten garantieren einen vollständigen Schutz der Strassenverbindung, unterscheiden sich jedoch bezüglich der Kosten und der Auswirkungen auf Gesellschaft und Umwelt. Die Bewertung der Varianten erfolgte anhand eines Bewertungssystems aufgebaut auf Basis des NISTRA. Bei der Beurteilung handelt es sich um einen *relativen* Vergleich der drei vorliegenden Varianten.

Bestvariante

Bestvariante bei Gleichgewichtung aller Nachhaltigkeitsdimensionen ist Variante b „Verlängerung Tunnel Mitholz“.

Etwas schlechtere Beurteilungen als Variante b erhielt Variante a „Überdeckung der Nationalstrasse“. Variante c „Verlegung der Nationalstrasse ausserhalb des Gefahrenbereichs“ ist hingegen deutlich schlechter beurteilt als die beiden Alternativvarianten.

Robustheit des Resultats

Das Resultat wurde in einer Sensitivitätsanalyse mit unterschiedlichen Gewichtungen auf seine Robustheit geprüft.¹⁶ Das Resultat "Bestvariante b" ist im relativen Vergleich der drei Varianten robust. Um das Resultat umzustossen bedarf es einer Reduktion der Gewichtung der Nachhaltigkeitsdimension „Gesellschaft“ auf 25% sowie ein Gewicht der Nachhaltigkeitsdimension „Wirtschaft“ von mindestens 50%. Aus unserer Sicht ist eine solch einseitige Gewichtung politisch und gesellschaftlich nicht vertretbar.

Empfehlung

Aufgrund der Variantengegenüberstellung wird Variante b als Bestvariante zur Umsetzung empfohlen.

¹⁵ Die Grundannahmen beinhalten die Notwendigkeit der Schutzbaute Strasse. Eine absolute Bewertung der Kostenwirksamkeit im Sinne einer NISTRA-Gesamtbewertung mit Entscheid für oder gegen die Umsetzung war nicht Bestandteil unseres Auftrags.

¹⁶ Variationen in der Gewichtung von Nachhaltigkeitsdimensionen wurden überprüft sowie die Auswirkungen einer stärkeren Gewichtung einzelner Indikatoren auf die Gesamtbeurteilung.

Anhang

A1 Bewertung Einzelindikatoren

G1	Attraktivität für alle Verkehrsträger			
	Attraktivität für Fussverkehr, Veloverkehr, MIV-Verkehr		Übersetzung in Bewertungsskala	Bewertung (Wertgerüst)
	Bewertung		Bewertung	Bewertung in Punkten
	IST-Zustand			
		keine Veränderung	o	⇒ 0.00
	Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	geringe Verschlechterungen für MIV, Velo- und Fussverkehr	-	⇓ -10.00
	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Verbesserungen für MIV, Velo- und Fussverkehr	+	⇑ 10.00
	Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Verbesserungen für MIV, Velo- und Fussverkehr	+	⇑ 10.00

* vgl. Indikator G2: Nur Bewohner/Beschäftigte werden Berücksichtigt bei Lärm

Bewertung Attraktivität für Fussverkehr, Veloverkehr, MIV-Verkehr		Bewertung	Wert
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	MIV: Durchgehende Fahrt ohne Unterbrechung/Abbigevorgänge. Hoher Ausbaustandard. Einschränkungen im Endbauwerk durch Gallerien sind gering. Während der Bau-/Rückbauphase ist die Durchfahrt jedoch erschwert und unattraktiv.	geringe Verschlechterung der Attraktivität für MIV	-10
	Velo: Keine Veloinfrastruktur auf Hauptstrasse. Während Bauphase unattraktive Durchfahrt der Gallerie oder Verlegung Veloverkehr auf "Notumfahrung" (Umweg), oder Nutzung Alternativroute auf der anderen Talseite (Schotter: Für Rennvelos ungeeignet).	geringe Verschlechterung der Attraktivität für Veloverkehr	-10
	Fussverkehr: Durchgehendes Trottoir bis zur Gallerie. Während Bauarbeiten und Räumung keine Fussgänger Verbindung in der Gallerie: Längsverkehr von zu Fuss gehenden muss auf die Rückwärtigen Erschliessungsachsen verlegt werden (Umwege).	Verschlechterung der Attraktivität für den Fussverkehr	-20
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	MIV: Durchgehende Fahrt, zwei Anschlussknoten (Abbremsen, Beschleunigen). Hoher Fahrkomfort während Durchfahrt. Während der Bauphase kann bestehende Durchfahrt genutzt werden.	Verbesserung für MIV	10
	Velo: Keine Veloinfrastruktur auf Hauptstrasse. Neuer Tunnel für Velofahrende gesperrt. Alternativroute auf bestehender Hauptstrasse ist attraktiv, jedoch keine ganzheitliche Verbesserung für den Durchgangsverkehr, da an beiden Enden die Weiterfahrt auf bestehender Infrastruktur erfolgt.	Verbesserung für Velofahrende	10
	Fussverkehr: Durchgehendes Trottoir für Längsverkehr. Verbesserung der Attraktivität für zu Fuss gehenden im Dorf Mitholz durch Verkehrsberuhigung.	deutliche Verbesserung für zu Fuss gehende	20
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	MIV: Durchgehende Fahrt, zwei Anschlussknoten (Abbremsen, Beschleunigen). Hoher Fahrkomfort während Durchfahrt. Während der Bauphase kann bestehende Durchfahrt genutzt werden.	Verbesserung für MIV	10
	Velo: Keine Veloinfrastruktur auf Hauptstrasse. Neuer Tunnel für Velofahrende gesperrt. Alternativroute auf bestehender Hauptstrasse ist attraktiv, jedoch keine ganzheitliche Verbesserung für den Durchgangsverkehr, da an beiden Enden die Weiterfahrt auf bestehender Infrastruktur erfolgt.	Verbesserung für Velofahrende	10
	Fussverkehr: Durchgehendes Trottoir für Längsverkehr. Verbesserung der Attraktivität für zu Fuss gehenden im Dorf Mitholz durch Verkehrsberuhigung.	deutliche Verbesserung für zu Fuss gehende	20

Anzahl betroffene Personen									
G2	Lokale Bevölkerung / Beschäftigte	Gäste	Personen in Fahrzeugen		Max. Betroffene Personen		Übersetzung in Bewertungsskala	Bewertung	Bewertung (Wertgerüst)
	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl	Anzahl			
	170	70	125	125	365	365	0	↑	0
IST-Zustand									
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	170	70	125	125	365	365	0	↑	0
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	75	70	125	125	270	270	+	↑	10
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	55	70	125	125	250	250	+	↑	10

Herleitung Personen in Fahrzeugen	
DTV (NPV, 2017)	7'500.00
Anwesend in Spitzenstunde: 20% DTV	1'500.00
Anwesende pro Minute in Spitzenstunde	25.00
Dauer Ereignisfall in Minuten	5.00
Betroffene Personen in Fahrzeugen	125.00

Herleitung Anwesende Gäste	
Gäste Blausee pro Jahr (Quelle NZZ, 2014)	100'000.00
Anteil Anreisende per öv	0.50
Anz. Gäste pro Jahr	50'000.00
Anz. Gäste pro Tag	136.99
Anteil Tagesgäste anwesend in Spitze	0.50
Anwesende Gäste	68.49

Herleitung Personen lokale Bevölkerung / Beschäftigte			
STATPOP	Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse		Variante c: Verlegung Nationalstrasse
	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Variante c: Verlegung Nationalstrasse	
STATENT	140.00	60.00	30.00
	30.00	15.00	15.00

G3

Wohnlichkeit, Dauer der Beeinträchtigung im Siedlungsgebiet

Wohnlichkeit		Übersetzung in Bewertungsskala		Bewertung (Wertgerüst)
IST-Zustand	Bewertung	Bewertung		Bewertung in Punkten
	keine Veränderung	o	⇒	0
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Verringerung der Wohnlichkeit	-	⇓	-10
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Verbesserung der Wohnlichkeit	+	⇑	10
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Starke Verbesserung der Wohnlichkeit	++	⇑	20

* vgl. Indikator G2: Nur Bewohner/Beschäftigte werden Berücksichtigt bei Lärm

	Begründung Bewertung Wohnlichkeit	Bewertung
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Galeriebauwerk mitten in der Siedlung mit hoher Trennwirkung, teilweise direkt vor den Häusern. Notwendige rückwärtige Erschliessungswege störend im Siedlungsbild. Während Bau-/Rückbau starke Beeinträchtigung durch Baustellenbetrieb/Lärm. Nach Rückbau sind alle negativen Effekte jedoch	Verringerung der Wohnlichkeit
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Verkehr fliesst künftig an einem grossen Teil des Siedlungsgebiets vorbei. Verkehrsberuhigung im Ortskern ermöglicht Verkehrsberuhigungsmassnahmen und teilweise Rückbau der bestehenden Strasse. Grössere Beeinträchtigungen der Wohnlichkeit während Bauphase durch Baustellenverkehr und Installationsplätze im Siedlungsgebiet (sehr	Verbesserung der Wohnlichkeit
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Im Betrieb gleiche Verhältnisse wie bei Variante c mit wenig Verkehr im Ortskern. Beeinträchtigungen während der Bauphase im Siedlungsbereich geringer als bei Variante a und b.	Starke Verbesserung der Wohnlichkeit



W1	Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten
W2	Betriebs- und Unterhaltskosten

		Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Variante c: Verlegung Nationalstrasse
W1	Kosten Bauseitig (Einmalig, Anteilsmässig bei Erneuerungen) ¹			
	Vorbereitung	1'900'000	1'400'000	20'100'000
	Hauptarbeit	31'700'000	39'700'000	92'300'000
	Nebenanlagen	900'000	10'300'000	4'100'000
	Diverses	3'000'000	7'100'000	16'300'000
	Kosten Planung (Einmalig, Anteilsmässig bei Erneuerungen) ¹			
	Projektierung, BL, Geologie, Vermessung, Prüfungen, Untersuchungen, QS	9'500'000	16'000'000	35'000'000
	Landerwerb	1'000'000	2'000'000	1'000'000
	Zwischentotal (gerundet)	48'000'000	77'000'000	169'000'000
	Unvorhergesehenes ²	9'600'000	23'100'000	50'700'000
	<i>Total</i>	<i>57'600'000</i>	<i>100'100'000</i>	<i>219'700'000</i>
	<i>Mwst</i>	<i>4'435'200</i>	<i>7'707'700</i>	<i>16'916'900</i>
	Total Baukosten	62'035'200	107'807'700	236'616'900
	Rückbau/Erneuerungskosten (diskontiert) ⁴			
W2	Erneuerungskosten Bauteile 25j, diskontiert	0	6'101'404	13'391'393
	Erneuerungskosten Bauteile 50j, diskontiert	0	14'875'976	32'649'870
	Erneuerungskosten Bauteile 100j, diskontiert	0	6'908'550	15'162'921
	Rückbaukosten, diskontiert	0	1'488'102	3'266'093
W2	Unterhaltskosten über 100 Jahre, diskontiert ³	5'161'248	11'714'727	26'220'880
Zusammenfassung				
W1	Total Baukosten	62'035'200	107'807'700	236'616'900
	Total Rückbau- und Erneuerungskosten (diskontiert)	0	29'374'032	64'470'278
W2	Total Unterhaltskosten	5'161'248	11'714'727	26'220'880
	TOTAL DIREKTE KOSTEN	67'196'448	148'896'459	327'308'058

¹ Quelle Kostenberechnung: Synthesebericht Varianten, Heierli Ingenieurbau AG

² Bei Variante a sind für Unvorhergesehenes 20% einberechnet, bei Variante b und c sind es aufgrund gewissen Unklarheiten 30%.

³ Unterhaltskosten geschätzt gem. NISTRA-Indikator pro Streckenkilometer

⁴ Schätzung (diskontiert mit Diskontfaktor 2% p.a.) anh. Standardwerten: 50% des Bauwerks 100 Jahre, 40% des Bauwerks 50 Jahre und 10% des Bauwerks 25 Jahre. Bei Variante a ist der Rückbau in den Baukosten enthalten (vgl. Kostenschätzung Synthesebericht).



Berechnungen W1, W2

Bemerkung		Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Variante c: Verlegung Nationalstrasse
NISTRA-Basis pro Strecken-Kilometer:				
Hochleistungsstrassen/Hauptverkehrsstrassen (HLS/HVS): 76'000 CHF pro Jahr				
Übrige Strassen: 45'150 CHF pro Jahr				
Tunnel: 294'100 CHF pro Jahr				
Streckenlänge Tunnel/Galerie	Unterhaltskosten pro Jahr	279'300	265'650	594'600
Streckenlänge offen	Länge in km	0.95	0.85	1.90
Annahme Betonbau: 50% der Gesamtkosten	Länge in km	0.00	0.35	0.80
Annahme Fundation, Entwässerung, Zäune, etc.: 40% der Gesamtkosten	Wert Bauteile 100j	28'800'000	50'050'000	109'850'000
Annahme Belag/Oberflächen/Divers: 10% der Gesamtkosten	Wert Bauteile 50j	23'040'000	40'040'000	87'880'000
	Wert Bauteile 25j	5'760'000	10'010'000	21'970'000
Berechnung Erneuerungskosten über 100j				
	Erneuerungskosten Bauteile 25j, diskontiert	0	6'101'404	13'391'393
	Erneuerungskosten Bauteile 50j, diskontiert	0	14'875'976	32'649'870
	Erneuerungskosten Bauteile 100j, diskontiert	0	6'908'550	15'162'921
Dauer des Baus	Baudauer (Jahre)	4	5	6
Betriebsdauer	Dauer Betrieb (Jahre)	15	100	100
Rückbau (Kosten), Annahme 10% der Baukosten	Rückbaukosten	6'203'520	10'780'770	23'661'690
	Rückbaukosten, diskontiert (10j für Variante a; 100j für Variante b und c)	4'609'307	1'488'102	3'266'093
Rückbau (Dauer)	Rückbaudauer (Jahre)	2	3	5
Berechnung Abschreiber bei Rückbau nach 15 Jahren				
Vereinfachte Berechnung mit Wertverlust pro Jahr (nicht-Exponenziell), Diskontiert im Jahr des Rückbaus	Restwert Bauteile 25j	2'567'859	0	0
	Restwert Bauteile 50j	11'983'342	0	0
	Restwert Bauteile 100j	19'258'942	0	0
	Abschreiber Restwerte bei frühzeitigem Rückbau, diskontiert	0	0	0
Rechnung Unterhaltskosten 100j				
	Unterhaltskosten über 100 Jahre, diskontiert	5'161'248	11'714'727	26'220'880
Diskontierte Kostensätze (2% Diskontfaktor), Kostenbewertung im Erstellungsjahr. Annahme: Variante a hat auch Unterhaltskosten NACH Rückbau, die mit einberechnet werden. Variante a hat nur Unterhalt bis ins Betriebsjahr 10.				

W3

Reisezeitverluste; 4 Minuten

Variante	Strecke	Geschwindigkeit	Fahrzeit Normalbetrieb	Zusätzliche Wartezeit (Ampel)	Fahrzeit Besetzungsgrad	Fahrtzeit Durchfahrt	Fahrtzeit Personenminuten Durchfahrt	Fahrtzeit Personenminuten pro Tag	Fahrtzeit Personenminuten pro Tag	Anzahl Tage pro Jahr	Fahrtzeit Personenminuten pro Jahr	Kostensatz externe Kosten	Externe Kosten Reisezeitverluste
IST-Zustand	2.6	60	2.60	0.00	1.5	2.60	3.900	29'250	487.50	365	177'938	27.00	4'804'313
Variante a: Betriebsphase	2.6	60	2.60	0.00	1.5	2.60	3.900	29'250	487.50	365	177'938	27.00	4'804'313
Variante a: Bauphase und Rückbau	2.6	60	2.60	4.00	1.5	6.60	9.900	74'250	1'237.50	365	451'688	27.00	12'195'563
Variante b: Betriebsphase	2.7	60	2.70	0.00	1.5	2.70	4.050	30'375	506.25	365	184'781	27.00	4'989'094
Variante b: Bauphase	2.6	60	2.60	0.00	1.5	2.60	3.900	29'250	487.50	365	177'938	27.00	4'804'313
Variante c: Betriebsphase	3.2	60	3.20	0.00	1.5	3.20	4.800	36'000	600.00	365	219'000	27.00	5'913'000
Variante c: Bauphase	2.7	60	2.70	0.00	1.5	2.70	4.050	30'375	506.25	365	184'781	27.00	4'989'094

Externe Kosten Reisezeitverluste (Rück)Bauphasen (Rück)Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr	Externe Kosten Reisezeitverluste Bauphasen pro Jahr
0	0	4'804'313	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262	211'862'262
12'195'563	76'578'245	4'804'313	193'568'743	270'146'988	58'284'726	58'284'726	58'284'726	58'284'726	58'284'726	58'284'726	58'284'726	58'284'726	58'284'726
4'804'313	27'449'245	4'989'094	196'494'919	223'944'164	12'081'902	12'081'902	12'081'902	12'081'902	12'081'902	12'081'902	12'081'902	12'081'902	12'081'902
4'989'094	32'935'158	5'913'000	227'632'292	260'567'450	48'705'188	48'705'188	48'705'188	48'705'188	48'705'188	48'705'188	48'705'188	48'705'188	48'705'188

Quellen:

Besetzungsgrad
Betroffene Fahrzeuge pro Tag
Kostensatz externe Kosten

Mikrozensus Verkehr, BFS, 2010
NPV, 2017
NISTRA-Indikator, 2019

Quellen:

- Gesetzungsgrad
- Betroffene Fahrzeuge pro Tag
- Kostensatz externe Kosten
- Mikrozensus Verkehr, BFS, 2010
- NPV, 2017
- NISTRA-Indikator, 2019

Quellen:

- Gesetzungsgrad
- Betroffene Fahrzeuge pro Tag
- Kostensatz externe Kosten
- Mikrozensus Verkehr, BFS, 2010
- NPV, 2017
- NISTRA-Indikator, 2019

Quellen:

Mikrozensus Verkehr, BFS, 2010
 NPV, 2017
 NISTRA-Indikator, 2019



	Variante a: Schutz bestehende	Variante b: Verlängerun g Tunnel	Variante c: Verlegung Nationalstra
Bau-, Rückbau- und Erneuerungskosten	62	137	237
Betriebs- und Unterhaltskosten	5.1	11.7	26.2

Reisezeitverluste mit 2 Min. Wartezeit an Ampel	23.5	12	48.7
Total mit 2 Min. Wartezeit	90.6	160.7	311.9
Bewertung mit 2 Min. Wartezeit	8.38	-0.60	-19.99

Reisezeitverluste mit 4 Min. Wartezeit an Ampel	58.2	12	48.7
Total mit 4 Min. Wartezeit	125.3	160.7	311.9
Bewertung mit 4 Min. Wartezeit	3.94	-0.60	-19.99

W4 Bautechnische Risiken, Dauer des Baus, Kosten- und Verzögerungsrisiken, Naturgefahren

	Risiken	Übersetzung in Bewertungsskala	Bewertung (Wertgerüst)
	Bewertung	Bewertung	Bewertung in Punkten
IST-Zustand	keine Risiken	o	⇒ 0
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	geringe Risiken	o	⇒ 0
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	mittelhohe Risiken	-	↓ -10
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	hohe Risiken	--	↓ -20

* vgl. Indikator G2: Nur Bewohner/Beschäftigte werden Berücksichtigt bei Lärm

	Begründung Bewertung Risiken	Bewertung
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Es sind anspruchsvolle Baupisten und Profisorien für rückwärtige Erschliessung notwendig. Der Baugrund ist schwierig (Geologie), gemäss erster Abklärung aber beherrschbar. Eher günstige Variante und kurze Baudauer und dementsprechend eher geringe Kosten- und Verzögerungsrisiken (Unvorhergesehenes, öffentliche Auflage, Einsprachen, etc.). Auf der bestehenden Strecke bestehen eher geringe Risiken aufgrund von Naturgefahren (Erdrutsche/Hochwasser/Lawinen/etc.). Zudem besteht eine geringe Erhöhung des Risikos während der Bauphase im Ereignisfall, da sich während dem Bau mehr Personen im Risikobereich aufhalten.	geringe Risiken
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Es sind anspruchsvolle Baupisten notwendig. Relativ grosse Mengen an Ausbruchmaterial führt zu Unsicherheiten bezüglich Entsorgung. Der Baugrund ist schwierig (Geologie). Baugrubensicherung mit nur beschränkten Möglichkeiten von Pfahl- und Rühlwänden. Mittelhohe Kosten und längere Projektierungs- und Bauphase führen zu mittleren Kosten- und Verzögerungsrisiken (Unvorhergesehenes, öffentliche Auflage, Einsprachen, etc.). Doppelte Unterquerung der Bahntrassees nötig. Es bestehen gewisse Risiken aufgrund von Naturgefahren (Erdrutsche/Hochwasser/Lawinen/etc.). Zudem besteht eine geringe Erhöhung des Risikos während der Bauphase im Ereignisfall, da sich während dem Bau mehr Personen im Risikobereich aufhalten.	mittelhohe Risiken
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Es sind anspruchsvolle Baupisten notwendig. Sehr grosse Mengen an Ausbruchmaterial führt zu grossen Risiken bei der Entsorgung. Der Baugrund ist schwierig (Geologie). Bergmännische Tunnelbauten ist mit hohen Risiken aufgrund unbekannten Faktoren verbunden. Sehr Kosten und lange Projektierungs- und Bauphase führen zu hohen Kosten- und Verzögerungsrisiken (Unvorhergesehenes, öffentliche Auflage, Einsprachen, etc.). Ereignislüftung ist notwendig. Es bestehen eher hohe Risiken aufgrund von Naturgefahren (Steinschlag/Erdrutsche/Hochwasser/Lawinen/etc.). Es besteht nur wenig Erhöhung des Risikos während der Bauphase im Ereignisfall, da sich die meisten Personen bei den Bauarbeiten ausserhalb des Risikoperimeters befinden.	hohe Risiken

U1	Versiegelte Flächen					
	Zusätzlich versiegelte Flächen im Betrieb	Zusätzlich versiegelte Flächen im Bau	Kostensatz		Übersetzung in Bewertungsskala	Bewertung (Wertgerüst)
	Hektaren	Hektaren	CHF/Hektare		Bewertung	Bewertung in Punkten
IST-Zustand	0	0	3'077	kein zusätzlicher Flächenverbrauch	0	⇒ 0
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	0	97'000	3'077	nur vorübergehender Flächenverbrauch	0	⇒ 0
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	89	109'250	3'077	geringer zusätzlicher Flächenverbrauch	0	⇒ 0
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	204	131'750	3'077	mittlerer zusätzlicher Flächenverbrauch	-	⇩ -10

Herleitung Zusätzlich versiegelte Flächen im Betrieb

	Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Variante c: Verlegung Nationalstrasse
Laufmeter neue Strasse (oberirdisch)	0.00	350.00	800.00
Versiegelte Breite(m)	15.00	25.00	25.00
Versiegelte Fläche (qm)	0.00	8'750.00	20'000.00
Oberflächen Fluchstollen/Betrieb sininstallationen	0.00	100.00	350.00
Summe Versiegelte Flächen (qm)	0.00	8'850.00	20'350.00

Flächenverbrauch: Platzbedarf der Strasse plus je einfache Strassenbreite links und rechts der Strasse

Herleitung Versiegelte Flächen Bauphase

	Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Variante c: Verlegung Nationalstrasse
Laufmeter Bauperimeter (Tagbau)	1'000.00	1'050.00	950.00
Laufmeter temporäre Trassen	1'600.00	0.00	0.00
Installationsplätze (qm)	58'000.00	58'000.00	58'000.00
Zwischendeponie Aushub (qm)	0.00	25'000.00	50'000.00
Summe Versiegelte Flächen (qm)	97'000.00	109'250.00	131'750.00

Nicht bewertet, weil im Vergleich zu langfristiger Versiegelung sehr geringer Einfluss. Zudem wird erwartet, dass alle Varianten dieselbe (stark negative) Bewertung erhalten (Bei Tunnel braucht es grössere Installationsflächen, bei Bestand grosse Flächen für Rückwärtige Erschliessung)

Gemäss NISTRA-Indikator

- +3 Punkte (Maximum): frei werdende Fläche > 10 ha60
- +2 Punkte (positiv): 5ha < frei werdende Fläche ≤ 10ha
- +1 Punkt (leicht positiv): 1ha < frei werdende Fläche ≤ 5ha
- 0 Punkte (neutral): Veränderung versiegelter Fläche ≤ 1ha
- 1 Punkt (leicht negativ): 1ha < zusätzlich versiegelte Fläche ≤ 5ha
- 2 Punkte (negativ): 5ha < zusätzlich versiegelte Fläche ≤ 10ha
- 3 Punkte (Minimum): zusätzlich versiegelte Fläche > 10ha

U2 Zerschneidungseffekte ausserhalb vom Siedlungsgebiet

Zerschneidung von Wildtierkorridoren		Übersetzung in Bewertungsskala	Bewertung (Wertgerüst)
	Bewertung	Bewertung	Bewertung in Punkten
IST-Zustand	keine zusätzlichen Zerschneidungseffekte	0	⇒ 0
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	zusätzliche Zerschneidungseffekte	-	⇓ -10
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	zusätzliche Zerschneidungseffekte	-	⇓ -10
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	zusätzliche Zerschneidungseffekte	-	⇓ -10

* vgl. Indikator G2: Nur Bewohner/Beschäftigte werden Berücksichtigt bei Lärm

	Begründung Bewertung Zerschneidungseffekte	Bewertung
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Der Wildwechsel wird durch die Schutzbauten während rund 15-20 Jahren (Bau, Betrieb, Rückbau) verunmöglicht. Langfristig gibt es jedoch keine Änderungen zum Referenzfall.	zusätzliche Zerschneidungseffekte
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Diverse Zerschneidungseffekte während dem Bau (Tagbautunnel, Gewässerverschiebungen, etc.). Bleibende Einschränkungen beim überregionalen Wildtierkorridor "BE-I: Raum südlich Mitholz / Zustand Intakt" während Bau- und Betriebsphase aufgrund der neu gebauten „Überführung Mitholztunnel (bestehende Strasse)“. Keine Massnahmen zur langfristigen Verbesserung des Wildtierkorridors.	zusätzliche Zerschneidungseffekte
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Diverse Zerschneidungseffekte während dem Bau (Brückenbau, Böschungen, etc.). Zusätzliche Zerschneidungseffekte im Perimeter Teuffenmatti / Kander durch Strassenbauwerk / Böschungen, jedoch keine Zerschneidung überregionaler Wildtierkorridor "BE-I: Raum südlich Mitholz / Zustand Intakt".	zusätzliche Zerschneidungseffekte

U3

Eingriffe in das Orts- und Landschaftsbild

Nutzenpunkte Orts- und Landschaftsbild (NISTRA)		Übersetzung in Bewertungsskala	Bewertung (Wertgerüst)
	Pkt.	Bewertung	Bewertung in Punkten
IST-Zustand	keine beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes	o	0
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	keine beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes	o	0
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	leichte beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes	-	-10
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	grosse beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes	--	-20

* vgl. Indikator G2: Nur Bewohner/Beschäftigte werden Berücksichtigt bei Lärm

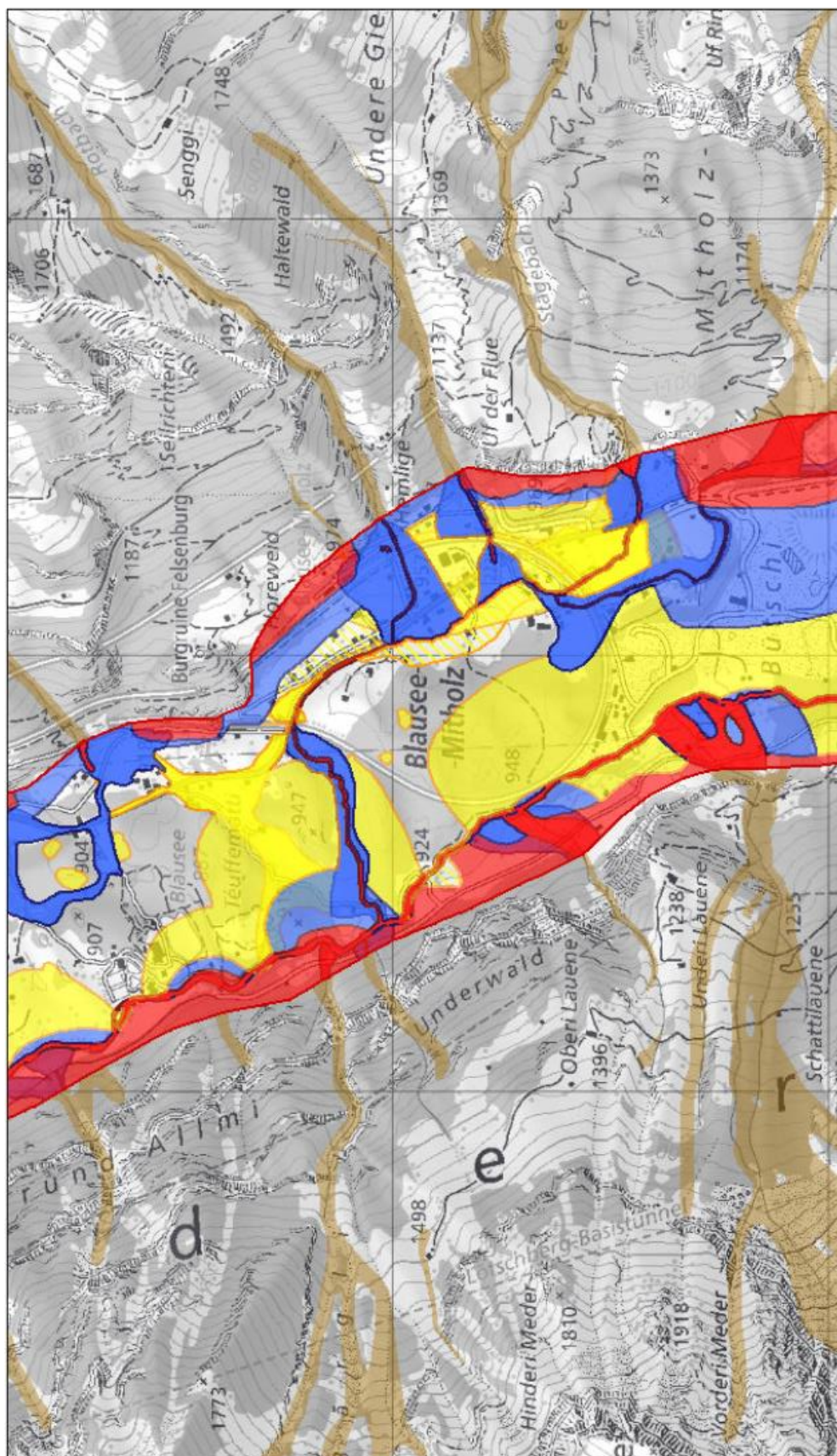
	Begründung Bewertung Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild	Bewertung
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Keine bleibenden Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild nach Rückbau der Galerie. Grosse Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild während der Bauphase und während der Räumung des ehemaligen Munitionsdepots. Relevanz von vorübergehenden Eingriffen ins Orts- und Landschaftsbild nach Evakuierung der Bevölkerung ist jedoch klein, da während der	keine Veränderung
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Bleibende Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild im Bereich Stägebach/Erlemätti durch die neue Strasse, beim neuen Anschlussknoten Nord und bei beiden Tunnelportalen. Sehr Grosse Eingriffe ins Orts- und Landschaftsbild während der Bauphase (Taubautunnel).	leichte beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Nur geringfügige langfristige Eingriffe ins Ortsbild. Sehr grosse Eingriffe ins Landschaftsbild durch neue Brücken im Bereich der Kander, neue Trassen und Böschungen im Bereich Teuffematti/Gruebi, durch die Tunnelportale und durch die neuen Anschlussbauwerke an beiden Projektenden	grosse beeinträchtigung des Orts- und Landschaftsbildes

U4 Eingriff in Gewässer, Grundwasser und Waldflächen

Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald		Übersetzung in Bewertungsskala	Bewertung (Wertgerüst)
IST-Zustand	Bewertung	Bewertung	Bewertung in Punkten
	keine Veränderung	o	⇒ 0
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	leichte Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald	-	↓ -10
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	grosse Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald	--	↓ -20
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	grosse Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald	--	↓ -20

* vgl. Indikator G2: Nur Bewohner/Beschäftigte werden Berücksichtigt bei Lärm

	Begründung Bewertung Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald	Bewertung
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Keine bleibenden Eingriffe Gewässer, Grundwasser und Waldflächen. Während Bau- und Betriebsphase jedoch vorübergehende Eingriffe ins Grundwasser sowie den Stägebach und den Rotbach bis zum Rückbau (temporäre Trassen für Rückwärtige Erschliessung).	leichte Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Bleibende Eingriffe in Stägebach im Bereich Erlemätti/Rossweid sowie permanente Rodungen. Während der Bauphase entstehen grosse Eingriffe in Waldflächen und Bau im Grundwasser und im Gewässerschutzbereich. Zudem bestehen grosse Aushubmengen die abgeführt und wieder angeliefert werden müssen (Tagbautunnel).	grosse Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Grosse bleibende Eingriffe im Bereich der Kander und Stägebach. Bleibende Rodungen nötig im Bereich Gruebi und Stägebachhöji-Wald notwendig. Ein hydrologisches Gutachten liegt zur Zeit nicht vor - es kann aber davon ausgegangen, dass das Grundwasser und Gewässerschutzbereiche betroffen sind (Verankerung Brückenpfeiler, Tagbautunnel, bergmännischer Tunnelbau, etc.).	grosse Eingriffe in Gewässer, Grundwasser und Wald



Naturgefahrenkarten 1:5'000 des Kantons Bern

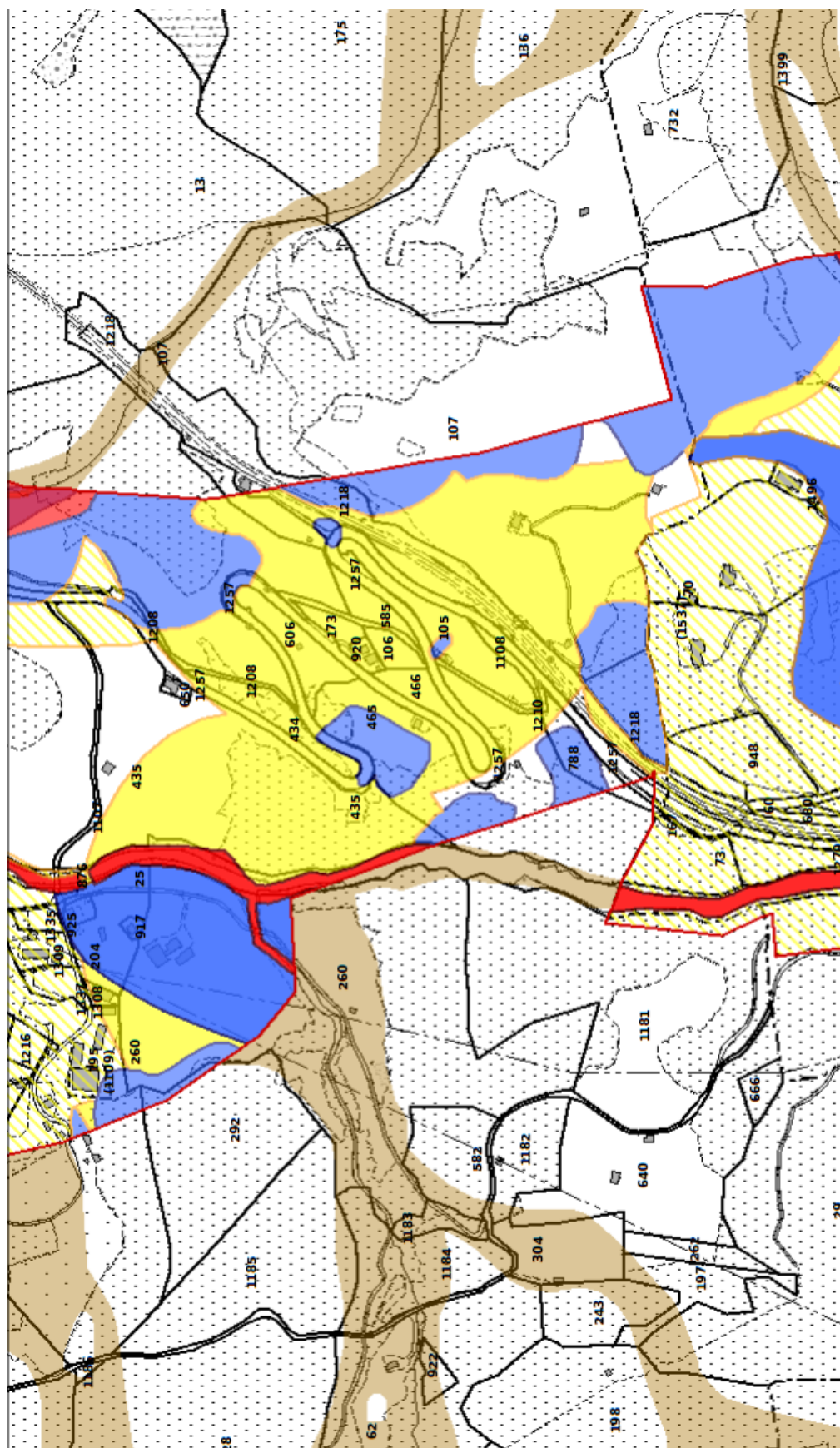
Bemerkungen: Freier Text mit max. 120 Zeichen
Kartenherr: Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Bern, Abteilung Naturgefahren
Copyright: © Kanton Bern / © swisstopo (57'04'00'00'00) / © TomTom, swisstopo
Detaillierte Angaben zu Copyright und Legende sind dem verlinkten Dokument zu entnehmen:
https://www.map.apps.be.ch/pub/biodoku/gk5_de.pdf
 Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen. Rechtlich verbindliche Auskünfte sind beim Kartenherrn einzuholen.



Geoportal des Kantons Bern
 Géoportail du canton de Berne



Erstellt für Massstab 1:12.000
 Erstellungsdatum 03.09.2020



Naturgefahrenkarten 1:5'000 des Kantons Bern

Bemerkungen: Freier Text mit max. 120 Zeichen
 Kartenherr: Amt für Wald und Naturgefahren des Kantons Bern, Abteilung Naturgefahren
 Copyright: © Kanton Bern / © swisstopo (5704000969) / © Tom Tom, swissbpo
 Detaillierte Angaben zu Copyright und Legende sind dem verlinkten Dokument zu entnehmen:
https://www.map.apps.be.ch/pub/pub/doku/gk5_de.pdf

Für Richtigkeit und Vollständigkeit der Daten wird keine Haftung übernommen. Rechtlich verbindliche Auskünfte sind beim Kartenherm einzuholen.



Geoportal des Kantons Bern
 Géoportail du canton de Berne



Erstellt für Massstab 1:5.000
 Erstellungsdatum 03.09.2020



U5 Lärmemissionen

	Nutzenpunkte Lärmbelastung (NISTRA) Pkt.	Übersetzung in Bewertungsskala Bewertung	Bewertung (Wertgerüst) Bewertung in Punkten
IST-Zustand	keine Veränderung der Lärmemissionen	0 →	0
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	leichte Erhöhung der Lärmemissionen	- ↓	-10
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	keine Veränderung der Lärmemissionen	0 →	0
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	keine Veränderung der Lärmemissionen	0 →	0

* vgl. Indikator G2: Nur Bewohner/Beschäftigte werden Berücksichtigt bei Lärm

	Begründung Bewertung Lärmemissionen	Bewertung
Variante a: Schutz bestehende Nationalstrasse	Lärmemissionen aufgrund der Verkehrsmengen auf der Ortsdurchfahrt Mitholz bleiben langfristig wie heute. Hohe Lärmemissionen auf Zubringerstrecken und der Baustelle (im Dorf) während der Bauphase.	leichte erhöhung der Lärmemissionen
Variante b: Verlängerung Tunnel Mitholz	Lärmemissionen aufgrund der Verkehrsmengen auf der Ortsdurchfahrt Mitholz sind langfristig geringer als heute. Hohe Lärmemissionen auf Zubringerstrecken und der Baustelle (im Dorf) während der Bauphase	keine Veränderung der Lärmemissionen
Variante c: Verlegung Nationalstrasse	Lärmemissionen aufgrund der Verkehrsmengen auf der Ortsdurchfahrt Mitholz sind langfristig geringer als heute. Hohe Lärmemissionen auf Zubringerstrecken und der Baustelle (im Dorf) während der Bauphase	keine Veränderung der Lärmemissionen

		Ursprüngliche Bewertung			Bewertungs-Grenzwert ¹		
		Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c
G1	Attraktivität für alle Verkehrsträger	-1.11	1.11	1.11	-3.30	3.30	3.30
G2	Anzahl betroffene Personen	0.00	1.11	1.11	0.00	3.30	3.30
G3	Wohnlichkeit, Dauer der Beeinträchtigung im Siedlungsgebiet	-1.11	1.11	2.22	-3.30	3.30	6.60
		-2.22	3.33	4.44	-6.60	9.90	13.20
W1-W3	Bewertung Gesamtkosten, Linearisiert*	0.67	-0.17	-3.33	1.30	-0.30	-6.60
W4	Bautechnische Risiken, Dauer des Baus, Kosten- und Verzögerungsrisiken, Naturgefahren	0.00	-1.67	-3.33	0.00	-3.30	-6.60
		0.67	-1.83	-6.67	1.30	-3.60	-13.20
U1	Versiegelte Flächen	0.00	0.00	-0.67	0.00	0.00	-3.30
U2	Zerschneidungseffekte ausserhalb vom Siedlungsgebiet	-0.67	-0.67	-0.67	-3.30	-3.30	-3.30
U3	Eingriffe in das Orts- und Landschaftsbild	0.00	-0.67	-1.33	0.00	-3.30	-6.60
U4	Eingriff in Gewässer, Grundwasser und Waldflächen	-0.67	-1.33	-1.33	-3.30	-6.60	-6.60
U5	Lärmemissionen	-0.67	0.00	0.00	-3.30	0.00	0.00
		-2.00	-2.67	-4.00	-9.90	-13.20	-19.80

- 1 Grenzwert: Bewertung in NP, wenn der Indikator zu 100% gewichtet wird.
- 2 Ceteribus Paribus: Bewertung unter der Annahme, dass sich nur eine Nachhaltigkeitsdimension ändert und alle anderen Bewertungen gleich bleiben.

Bewertung in NP			
-2.22	3.33	4.44	
0.67	-1.83	-6.67	
-2.00	-2.67	-4.00	

Bewertung nach NP, gewichtet			
Bewertung	-3.56	-1.17	-6.22
Bestvariante	a	b	c

Abbildung 13: Sensitivitäten Einzelindikatoren, Grenzwerte bei „100% Gewicht innerhalb der Nachhaltigkeitsdimension“

CETERIBUS PARIBUS 2																								
	Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c	Variante a	Variante b	Variante c
G1	-3.3	3.3	3.3	0	0	0	-1.1111	1.1111	1.1111	-1.1111	1.1111	1.1111	-1.1111	1.1111	1.1111	-1.1111	1.1111	1.1111	-1.1111	1.1111	1.1111	-1.1111	1.1111	1.1111
G2	0	0	0	3.3	3.3	3.3	0	0	0	1.1111	1.1111	1.1111	0	1.1111	1.1111	0	1.1111	1.1111	0	1.1111	1.1111	0	1.1111	1.1111
G3	0	0	0	0	0	0	-3.3	3.3	6.6	-1.1111	1.1111	2.2222	-1.1111	1.1111	2.2222	-1.1111	1.1111	2.2222	-1.1111	1.1111	2.2222	-1.1111	1.1111	2.2222
	-3.30	3.30	3.30	0.00	3.30	3.30	-3.30	3.30	6.60	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44
W1-	0.6667	-0.1667	-3.3333	0.6667	-0.1667	-3.3333	0.6667	-0.1667	-3.3333	1.3	-0.3	-6.6	0	0	0	0.6667	-0.1667	-3.3333	0.6667	-0.1667	-3.3333	0.6667	-0.1667	-3.3333
W3	0	-1.6667	-3.3333	0	-1.6667	-3.3333	0	-1.6667	-3.3333	0	0	-3.3	-6.6	0	0	-1.6667	-3.3333	0	-1.6667	-3.3333	0	-1.6667	-3.3333	
W4	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	1.30	-0.30	-6.60	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67
U1	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	0
U2	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	-0.6667	
U3	0	-0.6667	-1.3333	0	-0.6667	-1.3333	0	-0.6667	-1.3333	0	-0.6667	-1.3333	0	-0.6667	-1.3333	0	-0.6667	-1.3333	0	-0.6667	-1.3333	0	-0.6667	-1.3333
U4	-0.6667	-1.3333	-1.3333	-0.6667	-1.3333	-1.3333	-0.6667	-1.3333	-1.3333	-0.6667	-1.3333	-1.3333	-0.6667	-1.3333	-1.3333	-0.6667	-1.3333	-1.3333	-0.6667	-1.3333	-1.3333	-0.6667	-1.3333	-1.3333
U5	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0	-0.6667	0	0
	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00
	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	Bewertung in NP	
	-3.30	3.30	3.30	0.00	3.30	3.30	-3.30	3.30	6.60	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44	-2.22	3.33	4.44
	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	1.30	-0.30	-6.60	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67	0.67	-1.83	-6.67
	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00	-2.00	-2.67	-4.00
	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	Bewertung nach NP, gewichtet	
	-4.63	-1.20	-7.37	-1.33	-1.20	-7.37	-4.63	-1.20	-7.37	-2.92	0.37	-6.16	-4.22	-2.63	-6.16	-1.56	1.50	-5.52	-4.86	-1.80	-8.82	-4.86	-5.10	-8.82
	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c	a	b	c

Abbildung 14: Sensitivität bei Maximalgewichtung von Einzelindikatoren, Ceteribus Paribus