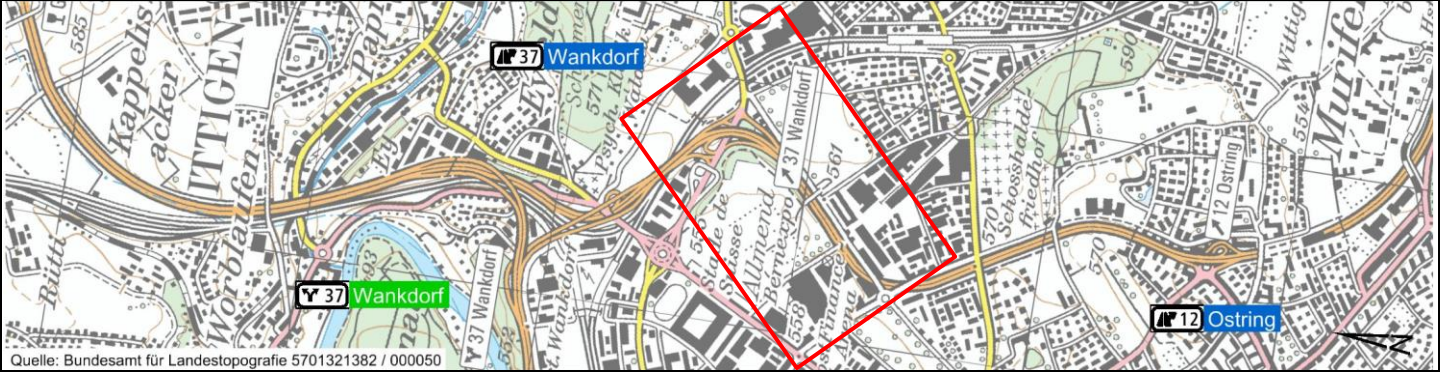




Nationalstrassen N06



Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf

Unterhaltsabschnitt:	32	Kanton:	Bern
Objekt / Los:	-	Gemeinde:	Bern, Ostermundigen, Ittigen
Unterhaltskilometer:	1+435 – 2+600	Projektnummer:	130026
RBBS:	-	Projektbezeichnung:	N06.32-009

Generelles Projekt (GP)

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Art. 11 Abs. 1 NSV (SR 725.111)

Ecoplan AG

Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik
Monbijoustrasse 14 | CH - 3011 Bern
Tel +41 31 356 61 61 | bern@ecoplan.ch
www.ecoplan.ch

ECOPLAN Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik

Bürointerne Dokument-Nr.

-

Rev.	Erstellt	Index A	Index B	Index C	Index D	Dokument / Plan - Nr. (PV):	EP-GP-T-K-00-0011
Datum	21.03.2019					Visum PV-PL:	CL
Erstellt	CL / CS					Format:	A4
Geprüft	RN					Massstab:	-

Projektleitung

Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Thun
Uttigenstrasse 54
3600 Thun

Eingegangen:	
Geprüft / Prüfung:	
Freigabe:	

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Impressum**Bauherrschaft:**

Bundesamt für Strassen ASTRA
Filiale Thun
Uttigenstrasse 54
3600 Thun

Spezialist NISTRA:

Ecoplan AG
Forschung und Beratung
in Wirtschaft und Politik
www.ecoplan.ch
Monbijoustrasse 14
CH - 3011 Bern
Tel +41 31 356 61 61
bern@ecoplan.ch

Transoptima GmbH
Friedaustasse 18
CH-4600 Olten
Telefon: +41 62 212 03 19
Mobile: +41 79 547 30 76
E-Mail: vrtic@transoptima.ch
(Kapitel 4.3.1 und 4.3.2)

Bauherrenunterstützung:

TMP Bauingenieure AG
Niklaus Wengi-Strasse 36
2540 Grenchen

Weitere Beteiligte:

Projektverfasser Bau:	PLANERTEAM B+B % B+S AG
Spezialist BSA:	IG AnWak Engineering AG % IM Maggia Engineering AG
Spezialist Geologie:	Geotechnisches Institut AG
Spezialist Gestaltung:	Eduard Imhof, Architekt ETH
Spezialist Landschaftsarchitektur:	Klötzli Friedli, Landschaftsarchitekten AG
Spezialist Langsamverkehrsbrücke:	ARGE LVB Wankdorf % Conzett Bronzini Partner AG
Spezialist Umwelt / Akustik / Lärmschutz:	CSD Ingenieure AG
Spezialist Verkehr:	Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG Transoptima GmbH

d. Kosten-Nutzen-Analysen**Abkürzungsverzeichnis**

ASP	Abendspitze
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BS	Basisszenario
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
BUGAW	Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf
DK	Direkte Kosten
DTV	Durchschnittlicher täglicher Verkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagsverkehr
EBeN	Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen
ESP	Entwicklungsschwerpunkt
FZRS	Fahrzeurückhaltesysteme
Fz	Fahrzeug
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GP	Generelles Projekt
GVM	Gesamtverkehrsmodell
km	Kilometer
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
KWA	Kosten-Wirksamkeits-Analyse
LSVA	Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe
LV	Langsamverkehr
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSP	Morgenspitze
NISTRA	Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte
NFK	Normierungs- und Forschungskommission (des VSS)
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis
ÖV	öffentlicher Verkehr
Ph	Personenstunde
PUN	Pannestreifenumnutzung
Pkm	Personenkilometer
QA	Qualitative Analyse
QI	Qualitative Indikatoren
RGSK	Regionales Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept
SABA	Strassenabwasserbehandlungsanlage
SBB	Schweizerische Bundesbahnen
SE	Siedlungsentwicklung
SI	Sicherheit
SN	Schweizerische Norm
STEP	Strategisches Entwicklungsprogramm
UVEK	Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
UW	Umwelt
VQ	Verkehrsqualität
VOSL	value of statistical life
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	5
2	Ausgangslage	7
2.1	Einleitung	7
2.2	Projektbeschrieb	7
2.3	Bewertung notwendig	8
3	Bewertungsmethodik	9
3.1	Die NISTRA-Methodik	9
3.2	Erläuterungen zur KWA	12
3.3	Festlegungen für BUGAW	13
4	Verwendete Datengrundlagen	14
4.1	Datenlieferanten	14
4.2	Investitionskosten	14
4.3	Verkehrliche Auswirkungen	16
4.4	Zeitkostensatz	22
5	Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse	23
5.1	Volkswirtschaftliches Ergebnis	23
5.2	Ergebnisse nur für den Stammverkehr	25
5.3	Entwicklung des Nettonutzens über die Zeit	26
5.4	Sozioökonomische Teilbilanzen	27
5.5	Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse	28
5.6	Fazit zur KNA	30
6	Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeits-Analyse	31
6.1	Ergebnisse der KWA	31
6.2	Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse	33
6.3	Fazit	34
7	Ergebnisse der qualitativen Analyse	36
7.1	Qualitative Analyse gemäss NISTRA	36
7.2	Ergänzung zu den Auswirkungen auf den Langsamverkehr	37
8	Schlussfolgerungen	40
	Abbildungsverzeichnis	42
	Tabellenverzeichnis	42
	Literaturverzeichnis	43

d. Kosten-Nutzen-Analysen**1 Kurzfassung**

Im vorliegenden Bericht wird das Projekt „N06 Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf“ (BUGAW) mit der Methodik NISTRA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte) bewertet.

Im Rahmen der Bewertung werden viele Inputdaten verarbeitet. Von besonderer Bedeutung sind neben den Investitionskosten vor allem die verkehrlichen Auswirkungen, die mit dem Gesamtverkehrsmodell des Kantons Bern (GVM BE – Stand 2014) abgeschätzt wurden.

Mit BUGAW wird der Nationalstrassenanschluss Wankdorf entflechtet und damit der Stau reduziert. Wie die Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) in der folgenden Tabelle zeigen, können bedeutende Zeitgewinne im Umfang von 11.6 Mio. CHF pro Jahr erzielt werden. Der attraktivere Anschluss Wankdorf führt aber auch zu Mehrverkehr. Dadurch entstehen auf der einen Seite Nutzen von 1.6 Mio. CHF pro Jahr für die Fahrzeuglenkenden und den Staat (Treibstoffsteuereinnahmen). Auf der anderen Seite führen die zusätzlichen Fahrzeugkilometer aber auch zu mehr Unfällen (–2.3 Mio. CHF pro Jahr), zu höheren Luft- und Klimabelastungen (–2.3 Mio. CHF pro Jahr) sowie zu zusätzlichen Polizei- und Rechtsfolgekosten (–1.5 Mio. CHF pro Jahr). Unter Einbezug der Investitionskosten von durchschnittlich 4.3 Mio. CHF pro Jahr ergibt sich gesamthaft eine Annuität von 0.9 Mio. CHF pro Jahr bzw. ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.15. Im Rahmen der von NISTRA standardmässig vorgegebenen Sensitivitätsanalysen schwankt die Annuität zwischen –2.1 und +3.6 Mio. CHF pro Jahr, das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) zwischen 0.63 und 1.62.

Dass BUGAW in der KNA mit einem NKV von 1.15 abschneidet, konnte nicht unbedingt erwartet werden, da durch BUGAW keine neuen Netzelemente gebaut werden, sondern lediglich die Kapazität der Ein- und Ausfahrten erhöht wird. Der Hauptnutzen ist also der Stauabbau und der fällt so hoch aus, dass trotzdem ein NKV von über 1 erzielt wird. Das NKV würde allerdings noch deutlich höher ausfallen, wenn die zusätzlich geschaffenen Kapazitäten keinen Mehrverkehr anziehen würden. Dies ist wie die Verkehrsmodellberechnungen zeigen allerdings der Fall, unter anderem durch die Rückverlagerung des Verkehrs auf die Nationalstrasse. Anzumerken ist, dass mit NISTRA der Nutzen des Stauabbaus bei den Schadstoffemissionen (tiefere Emissionen von Luftschadstoffen und Klimagasen wegen weniger Stop-and-go-Verkehren) nicht bewertet wird.

Indikator	Annuität in Mio. CHF
Direkte Kosten	-5.83
DK1 - DK4 Investitionskosten	-4.33
DK4 Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung	-1.50
Verkehrsqualität	11.25
VQ1n, VQ3 Reisezeit Stammverkehr	11.61
VQ4, VQ7 Auswirkungen auf den ÖV	-1.97
VQ8, VQ9 Nutzen durch Mehrverkehr	1.62
Sicherheit (Unfälle)	-2.29
Umwelt (vor allem Luft- und Klimabelastung)	-2.26
Total	0.88
Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV)	1.15

Tabelle 1: Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA)

In der KNA können Auswirkungen, die sich nicht in Geldeinheiten messen lassen, nicht abgebildet werden. Deshalb gibt NISTRA vor, dass neben der KNA auch eine Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) durchzuführen ist und zusätzlich auch eine qualitative Analyse (QA) erfolgen soll. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse von KWA und QA zusammengefasst, wobei nur Indikatoren mit positiven oder negativen Punkten aufgeführt werden, die in der KNA nicht enthalten sind:

Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)

- VQ2w Zuverlässigkeit: +2 Wirksamkeitspunkte
- VQ5 Streckenredundanz: +2 Wirksamkeitspunkte
- SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit: +1 Wirksamkeitspunkt
- SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung: +1 Wirksamkeitspunkt
- SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte: +5 Wirksamkeitspunkte

d. Kosten-Nutzen-Analysen

- UW2 Lebensräume und Gewässer: -2 Wirksamkeitspunkte
- UW5 Belastung während der Bauphase: -2 Wirksamkeitspunkte

In der KWA gibt es also fünf positive Auswirkungen und zwei negative Umweltauswirkungen. In der Summe leisten diese in der KNA nicht enthaltenen KWA-Indikatoren somit einen positiven Beitrag für den Bauentscheid, wobei diese Schlussfolgerung von der (politischen) Gewichtung dieser Indikatoren abhängt.

Qualitative Analyse (QA)

- QI1 Kostenrisiko, bautechnisches Risiko: -1 qualitativer Punkt
- QI3 Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten: +2 qualitative Punkte
- QI4 Kohärenz mit Raumplänen: +2 qualitative Punkte
- QI5 Aufwärtskompatibilität (zum Bypass Ost): +1 qualitativer Punkt

Auch in der QA sind die Auswirkungen mehrheitlich positiv (abgesehen von den überschaubaren Baurisiken).

Gesamthaft ist das Ergebnis der **Bewertung** also **tendenziell positiv**: Die KNA führt zu einem Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.15, während bei der KWA und der QA die Beurteilung der ergänzenden Indikatoren mehrheitlich positiv ausfällt.

Da der Mehrverkehr die Nutzen des Projektes deutlich vermindert, sollte der **Mehrverkehr** soweit möglich **reduziert** werden. Ohne Mehrverkehr wäre das Ergebnis der KNA und damit das Gesamtergebnis klar positiv (mit Nutzen, die mehr als 2.7-mal so gross sind wie die Kosten). Bereits heute besteht ein aktives Verkehrsmanagement für den Raum Wankdorf, welches den Verkehrsfluss nach Prioritäten lenkt. Dadurch wird die Qualität des öffentlichen Verkehrs und des Langsamverkehrs sichergestellt, der Rückstau bei den Autobahnausfahrten überwacht und das Verkehrsaufkommen auf massgebenden Einfallsachsen in die Stadt Bern plafoniert. Mit diesen bereits bestehenden Massnahmen, welche zwingend auch zukünftig weitergeführt werden müssen, sowie mit weitergehenden **flankierenden Massnahmen** (wie z.B. netzübergreifendem Verkehrsmanagement, einer zusätzlichen Attraktivierung des ÖV oder der Parkraumbewirtschaftung im Raum Wankdorf) kann der Mehrverkehr eingedämmt werden. Zudem wird im Anschlussbereich eine dynamische Parkraumbewirtschaftung für Grossanlässe umgesetzt, wodurch der Suchverkehr in den angrenzenden Quartieren reduziert werden kann. Die vorliegende Analyse zeigt, dass mit solchen flankierenden Massnahmen ein erhebliches Nutzenpotenzial verbunden ist.

Es ist zu betonen, dass im Rahmen des vorliegenden Berichtes nur das «Kernprojekt» von BUGAW bewertet wird: Vorinvestitionen in den Bypass Ost werden ausgeschlossen. Zudem werden die umfangreichen Investitionen in den Langsamverkehr nicht miteinbezogen, da NISTRAs Bewertungsmethode für Nationalstrassenprojekte entwickelt wurde und somit für die Bewertung von Investitionen in den Langsamverkehr nicht geeignet ist. In Kapitel 7.2 wird jedoch qualitativ aufgezeigt, dass die hohen Investitionen in den Langsamverkehr auch bedeutende Nutzen haben. Die Langsamverkehrswege werden deutlich attraktiver und sicherer. Zudem werden neue Verbindungen zwischen Naherholungsgebieten geschaffen.

2 Ausgangslage

2.1 Einleitung

Im vorliegenden Bericht wird eine Bewertung des Projektes „N06 Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf“ (BUGAW) vorgenommen. Gemäss der Methodik NISTRA (Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte) wird einerseits eine Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) und andererseits eine Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) durchgeführt, die mit einer qualitativen Analyse (QA) ergänzt werden.

2.2 Projektbescrieb

Der Entwicklungsschwerpunkt (ESP) Wankdorf liegt an der Grenze der Gemeinden Bern, Ittigen und Ostermundigen und ist das am dynamischsten wachsende Gebiet im Kanton Bern. Ein Grund dafür ist der sehr gute Standort im Zentrum der Schweiz und der optimale Anschluss an das Nationalstrassennetz sowie die naheliegende Verzweigung Wankdorf. Durch das Wachstum im Perimeter des ESP Wankdorf ergeben sich künftig hohe Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Verkehrsinfrastruktur.

Im Rahmen einer Testplanung Wankdorf wurde unter Federführung des Kantons Bern eine umfangreiche Variantenuntersuchung und Bewertung für die Neukonzeption des Gebietes rund um den Anschluss Wankdorf durchgeführt und alle Beteiligten integriert. In der Konkretisierung wurde die Projektstudie «N06 Raum Wankdorf» unter der Federführung des Bundesamtes für Strassen ASTRA erarbeitet.

Eine gross angelegte Verkehrsstudie im Auftrag des ASTRA hat zudem aufgezeigt, dass der Nationalstrassenanschluss Wankdorf im Jahr 2022 überlastet sein wird. Der Rückstau vom untergeordneten Strassennetz reicht bis auf die Stammlinie der Nationalstrasse zurück, was erhebliche Leistungseinbussen und Sicherheitsdefizite mit sich bringt. Aufgrund dessen ist eine verkehrliche Neuorganisation des Anschlusses Wankdorf zu prüfen. Diese Neuorganisation des Anschlusses inkl. der Sekundärknoten und Zubringerachsen dient dazu, das stark ausgelastete städtische Verkehrssystem rund um den Wankdorfplatz und den Nationalstrassenanschluss Wankdorf mit geeigneten Verkehrsmanagement-Massnahmen verkehrstechnisch zu optimieren. Die kreuzungsfreie Führung der Ausfahrtsrampen und die Neukonzeption der Verkehrsknoten sorgen für eine Entflechtung und Verflüssigung des Verkehrsablaufs.

Die Neuorganisation des N06 Anschlusses Wankdorf steht in einem übergeordneten Zusammenhang mit der Verkehrssituation rund um Bern und muss aufwärtskompatibel bzw. auch ohne die vorgesehene Engpassbeseitigung zwischen Bern Wankdorf und dem Anschluss Muri «N06 PEB Wankdorf–Muri, Bypass Ost» funktionieren. Hierzu wurden in einer separaten Projektstudie Varianten für einen Bypassstunnel untersucht, welche dem vorliegenden Projektvorhaben zu Grunde liegen.

Weiter geht man beim vorliegenden Projekt davon aus, dass das ASTRA-Projekt «N06 Pannenstreifenumnutzung (PUN) Wankdorf–Muri» und das kantonale Projekt «Bolligenstrasse Nord» realisiert und in Betrieb sind. Die Neuorganisation des Anschlusses Wankdorf ist jedoch auch unabhängig des PUN-Projekts möglich und sinnvoll.

Aufgrund der durchgeführten Untersuchungen ist das Bundesamt für Strassen ASTRA zum Schluss gekommen, dass es sinnvoll ist, die Projektierung für den Ausbau des betreffenden Nationalstrassenanschlusses rasch anzugehen.

d. Kosten-Nutzen-Analysen



Abbildung 1: Visualisierung des Projekts N06 Bern Umgestaltung Anschluss Wankdorf (BUGAW)

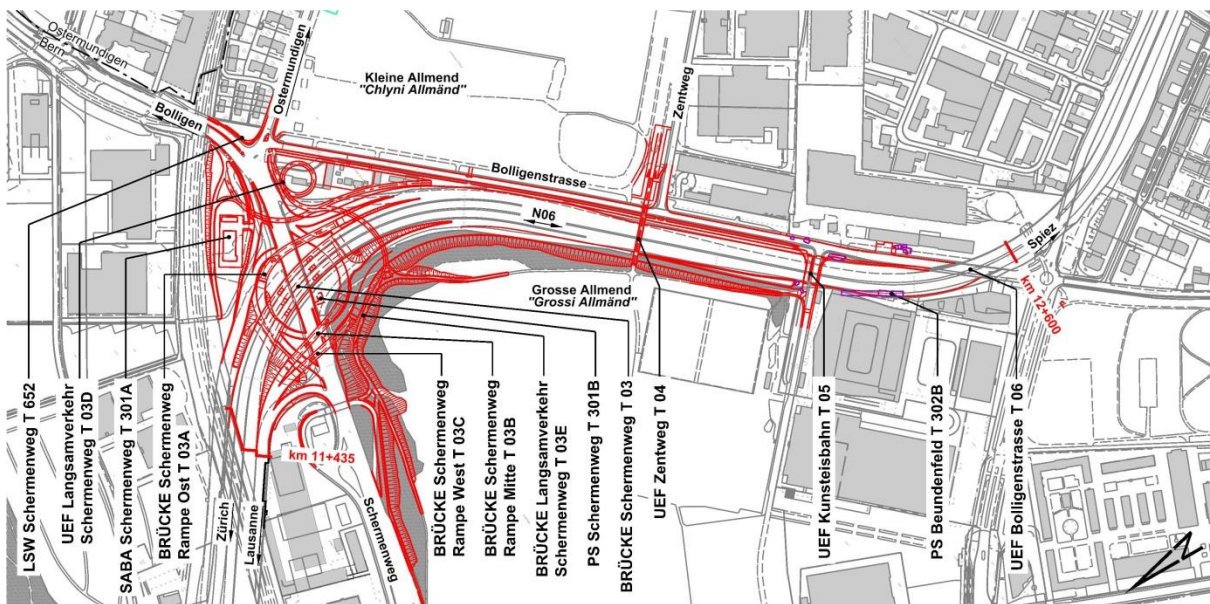


Abbildung 2: Übersicht Projekt N06 Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf (BUGAW)

2.3 Bewertung notwendig

Momentan wird das generelle Projekt für BUGAW erarbeitet. Inhärenter Bestandteil jedes generellen Projekts ist die Durchführung einer NISTRA-Bewertung (Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte).¹

Die Bewertung mit NISTRA basiert auf einem Vergleich zweier Zustände: Dem Referenzfall ohne Projekt und dem Projektfall mit der Umgestaltung des Anschlusses Wankdorf. Für die Umgestaltung des Anschlusses Wankdorf wird mit einer Bauzeit von 5 Jahren gerechnet (in NISTRA wird 2024 bis 2028 angenommen). Die geplante Inbetriebnahme erfolgt in NISTRA im Jahr 2029. Im Rahmen der NISTRA-Bewertung wird wie üblich die Planungs- und Bauphase sowie eine 40-jährige Betriebsphase (2029 bis 2068) betrachtet.

Die Ausgangslage für die Bewertung bildet das generelle Projekt von 2019.² Es handelt sich um die Bestvariante. Ein Variantenvergleich auf Basis der NISTRA-Methodik ist nicht mehr notwendig.

¹ Ecoplan (2018), Handbuch NISTRA 2017.

² Insbesondere der technische Bericht (Planerteam B+B 2019).

3 Bewertungsmethodik

3.1 Die NISTRA-Methodik

Die Bewertung soll mit der neuen Methodik NISTRA 2017 erfolgen.³ NISTRA (= Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte) ist eine vom Bundesamt für Strassen (ASTRA) in Auftrag gegebene Beurteilungsmethode für Strasseninfrastrukturprojekte. NISTRA besteht aus den folgenden drei Bewertungsmethoden (vgl. folgende Abbildung):

- **Kosten-Nutzen-Analyse KNA:** Mit der KNA wird die Wirtschaftlichkeit bzw. die volkswirtschaftliche Effizienz eines Projekts ermittelt. Dabei können nur monetarisierbare Auswirkungen berücksichtigt werden. Massgebliche Resultate dieser Teilanalyse sind das Nutzen-Kosten-Verhältnis und die Annuität des Projekts (vgl. folgender Exkurs).
- **Kosten-Wirksamkeits-Analyse KWA:** Mit der KWA werden alle quantifizierbaren Projektwirkungen in Form von Wirksamkeitspunkten (oder Nutzwertpunkten) in Relation zu den Kosten (Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis) gestellt. Die KWA ist damit umfassender als die KNA, da auch nicht-monetarisierbare Auswirkungen miteinbezogen werden.
- **Qualitative Analyse QA:** Mit deskriptiven Indikatoren (inkl. Bewertung auf einer Skala von -3 bis +3) werden ergänzende Projekteigenschaften beurteilt. Die QA umfasst zwei Themenfelder: Kohärenz mit anderen Konzepten und Planungen sowie Realisierungsaspekte. Die QA ermöglicht es, im Sinne eines «Signalling» auch wichtige qualitative Effekte rasch zu erkennen.

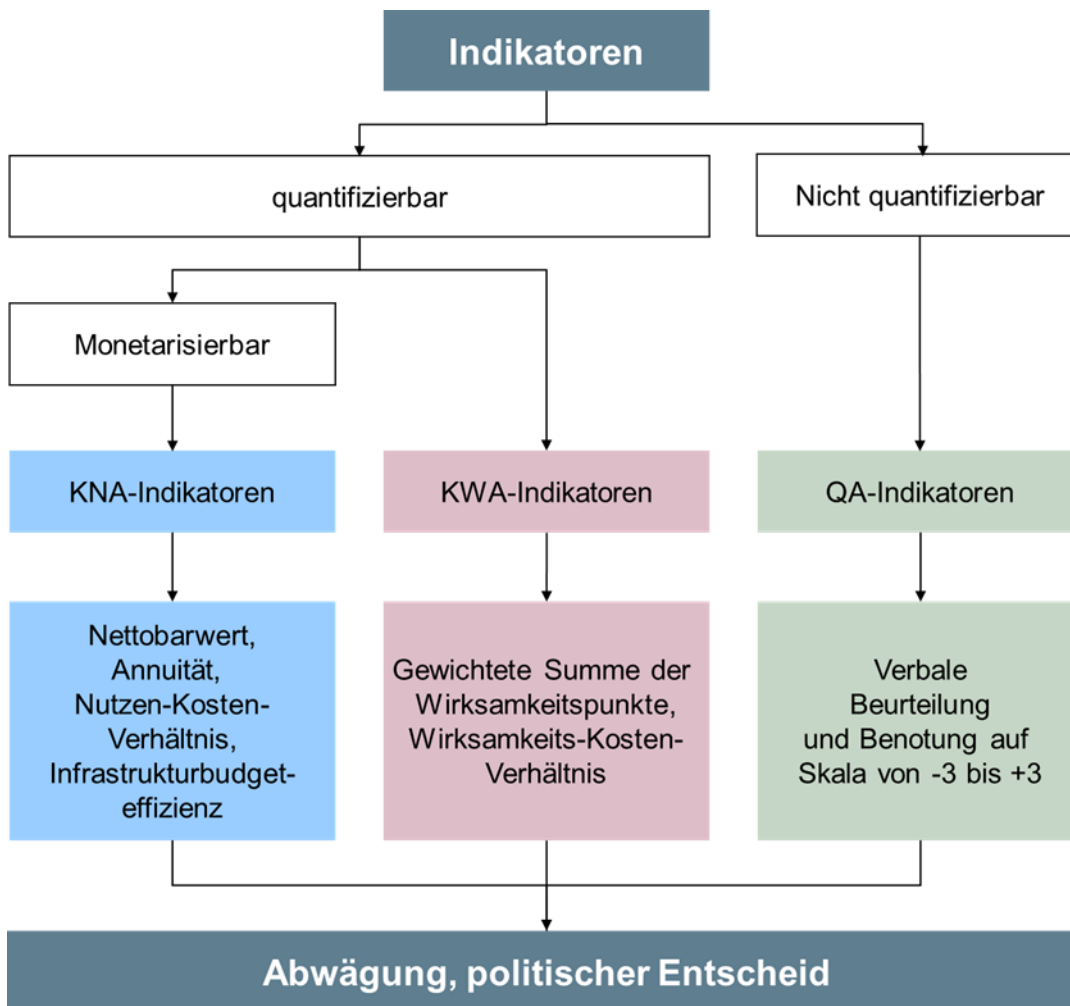


Abbildung 3: Grundprinzip von NISTRA

³ Ecoplan (2018), Handbuch NISTRA 2017.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Der KNA-Teil von NISTRA ist vollständig kompatibel mit den Normen zur Kosten-Nutzen-Analyse im Strassenverkehr (Norm SN 641 820 bis SN 641 828) des Schweizerischen Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS). NISTRA ist damit eine Bewertungsmethodik, die – auch im internationalen Vergleich – dem heutigen «state of the art» in Form einer erweiterten Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) entspricht. NISTRA wird insbesondere für die Bewertung von generellen Projekten des ASTRA verwendet.

In der KWA wird die Wirkung eines Projektes mit Wirksamkeitspunkten (oder Nutzwertpunkten) gemessen und in ein Verhältnis zu den Kosten gestellt. Dabei wird pro Indikator die Wirkung mittels

- einer Bepunktung der Veränderung (Ausmass der Verbesserung oder Verschlechterung zwischen –3 Punkten (stark negativ) bis +3 Punkten (stark positiv)) und
- einer Bepunktung der Betroffenheit (wie viele Personen, Anwohner, Verkehrsteilnehmer etc. sind von einer Projektwirkung betroffen mit einer Skala von 0 (keine Betroffenheit) bis 5 (sehr grosse Betroffenheit))

ermittelt. Die Verknüpfung der beiden Skalen erfolgt multiplikativ. Somit ist für jeden Indikator eine Wirkung von –15 bis +15 möglich. Im NISTRA-Handbuch wird vorgegeben, unter welchen Bedingungen welche Punktzahlen zu vergeben sind.

Die drei Methoden ergänzen sich. KNA und KWA sind eigenständig, das heisst sie führen jeweils zu einem eigenen Beurteilungsergebnis. Man führt also zwei unabhängige Bewertungen mit zwei verschiedenen Methoden (KNA und KWA) durch. Anschliessend müssen die Resultate von KNA und KWA durch die zusätzlichen Informationen aus der QA ergänzt werden. Es gibt also keine vollständige Aggregation aller Wirkungen. Für den finalen Entscheid ist eine politische Abwägung der Vor- und Nachteile eines Projektes nötig.

Exkurs: Berechnung des Nettobarwertes und der Annuität

Der linke Teil der folgenden Abbildung zeigt, wie aus einem fiktiven Geldstrom, der über die Jahre steigt (z.B. aufgrund des Verkehrswachstums), der Nettobarwert berechnet wird. Der rechte Teil der Grafik stellt dar, wie aus diesem Nettobarwert die durchschnittliche jährliche Zahlung, d.h. die Annuität, ermittelt wird. Die Annuität wird dabei so bestimmt, dass der Nettobarwert des tatsächlichen Zahlungsstroms und der Nettobarwert der Annuitäten identisch sind.

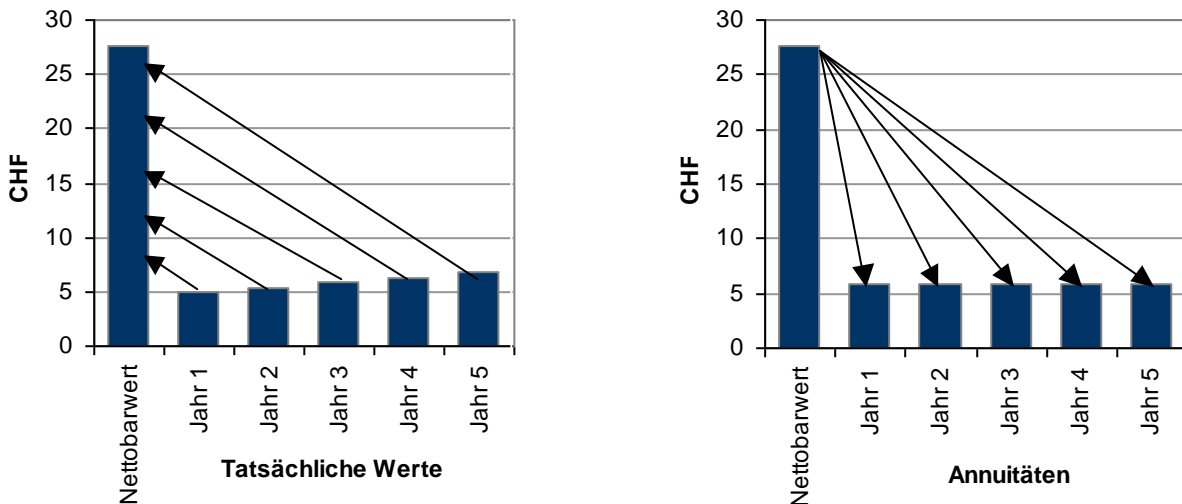


Abbildung 4: Berechnung des Nettobarwertes und der Annuitäten

Abbildung 5 zeigt das Indikatorenset von NISTRA 2017 und die Anwendung der einzelnen Indikatoren in den Bewertungsmethoden (KNA, KWA, QA) im Überblick. Insgesamt enthält NISTRA 38 Indikatoren, davon 18 KNA-Indikatoren (wovon 4 auch für die KWA relevant sind), 15 KWA-Indikatoren und 5 qualitative Indikatoren. Die meisten Effekte, die bereits in der KNA enthalten sind, fliessen auch in die KWA ein. Damit wird ein Projekt mit zwei je eigenständigen Methoden bewertet. Die KWA enthält aber zusätzliche Indikatoren, deren Wirkungen nicht monetarisierbar sind und deshalb nicht in die KNA einfliessen.

Die letzte Spalte in Abbildung 5 zeigt zudem die Zugehörigkeit der einzelnen Indikatoren zu den drei Nachhaltigkeitsbereichen, die bei einigen Indikatoren nicht eindeutig ist. Der Bezug zur Nachhaltigkeit wird im folgenden Exkurs weiter erläutert.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

	KNA	KWA	QA	Nachhaltigkeitsdimension
Direkte Kosten				
DK1 Baukosten	X	X		W
DK2 Ersatzinvestitionen	X	X		W
DK3 Landkosten	X	X		W
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	X	X		W
Verkehrsqualität				
VQ1 Reisezeit	X	X		W
VQ2 Zuverlässigkeit	X	X		W
VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge	X			W
VQ4 Auswirkungen auf den ÖV	X			W
VQ5 Streckenredundanz		X		W
VQ6 Verkehrsentlastung untergeordnetes Netz		X		W / G
VQ7 MWST-Einnahmen ÖV	X			W
VQ8 Nettonutzen Mehrverkehr	X			W
VQ9 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	X			W
VQ10 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr	X			W
VQ11 Externe Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs	X			G
Sicherheit				
SI1 Unfälle	X	X		G
SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit		X		G / W
Siedlungsentwicklung				
SE1 Wohnlichkeit		X		G
SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung		X		G
SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte		X		W
SE4 Orts- und Landschaftsbild, Naherholungsgebiete		X		U / G
Umwelt				
UW1 Lärm- und Luftbelastung	XX	X		U
UW2 Qualität von natürlichen Lebensräumen und Gewässern		X		U
UW3 Flächenbeanspruchung und Bodenfruchtbarkeit	X	X		U
UW4 Klimabelastung	X	X		U
UW5 Umweltbelastung während der Bauphase		X		U
Realisierung und Kohärenz				
QI1 Kostenrisiko, bautechnisches Risiko			X	W
QI2 Etappierbarkeit			X	W
QI3 Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten			X	G
QI4 Kohärenz mit Raumplänen (national, kantonale, regional)			X	G
QI5 Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität			X	W

KNA = Kosten-Nutzen-Analyse, KWA = Kosten-Wirksamkeits-Analyse, QA = Qualitative Analyse, XX = zwei Indikatoren

Nachhaltigkeitsdimensionen: G = Gesellschaft, W = Wirtschaft, U = Umwelt

Abbildung 5: NISTRA-Indikatorensystem

Exkurs Nachhaltigkeit

Wie bereits erwähnt bedeutet NISTRA «Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte». Mit der Bewertungsmethode NISTRA soll geprüft werden, inwiefern ein Strasseninfrastrukturprojekt mit der Zielsetzung der Nachhaltigkeit vereinbar ist. NISTRA macht aber keine absoluten Aussagen darüber, ob ein Projekt «nachhaltig» ist oder nicht. Eine solche Aussage wäre nur möglich, wenn auf Projektebene «Grenzwerte» oder Schwellenwerte für die einzelnen Indikatoren oder für einen aggregierten Wert mehrerer Indikatoren festgelegt wären, z.B. die maximale Bodenbeanspruchung durch ein Neubauprojekt oder ein minimales Nutzen-Kosten-Verhältnis.⁴

Zudem wird in einer NISTRA-Bewertung die Einhaltung gesetzlicher Grenzwerte nicht untersucht (z.B. Grenzwerte der Luftreinhaltung). Deshalb sollte ein Projekt auch eine Umweltverträglichkeitsprüfung UVP durchlau-

⁴ Ecoplan (2018), Handbuch NISTRA 2017, S. 175.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

fen: Die NISTRA-Bewertung und die UVP haben unterschiedliche Ziele und können einander nicht ersetzen, sondern ergänzen sich gegenseitig. Zusätzlich zu einer NISTRA-Bewertung muss folglich auch die Einhaltung gesetzlicher Mindestanforderungen sichergestellt werden (vgl. SN 641 820, Ziffer 4.3).

Die Nachhaltigkeit ist ein wichtiger Grundpfeiler von NISTRA. So basiert das Ziel- und Indikatorensystem von NISTRA auf den drei Nachhaltigkeitsdimensionen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt. Bei der Entwicklung des Indikatorensystems wurde stark auf das ZINV UVEK (Ziel- und Indikatorensystem nachhaltiger Verkehr des eidgenössischen Departementes für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation) aufgebaut. NISTRA deckt auch alle Indikatoren ab, die sich aus den KNA-Normen SN 641 820 bis 828 ergeben. Sie wurden in einem langen, breit abgestützten Prozess erarbeitet.⁵

Bei der letzten Überarbeitung von NISTRA (für die Version 2017) wurde der direkte Bezug zur Nachhaltigkeit insofern etwas abgeschwächt als die Indikatoren neu nicht mehr nach den drei Nachhaltigkeitsbereichen gegliedert werden (vgl. Abbildung 5). Die Nachhaltigkeit steht bei einer NISTRA-Bewertung aber nach wie vor im Zentrum. Die drei Nachhaltigkeitsdimensionen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt werden immer noch gleichberechtigt berücksichtigt und breit abgedeckt. Die neue Darstellung der Indikatoren darf nicht als Abkehr von der Nachhaltigkeit missverstanden werden.⁶

NISTRA erfasst also möglichst alle Wirkungen eines Strassenprojektes, die gemessen und bewertet werden können. Während den Arbeiten an BUGAW haben sich die «Planer Umwelt» im Rahmen eines Brainstormings Gedanken zu den Auswirkungen von BUGAW und deren Zuteilung zu den Nachhaltigkeitsbereichen gemacht. Wie sich zeigt, sind praktisch alle in diesem Brainstorming identifizierten Auswirkungen von BUGAW auch in NISTRA enthalten. Eine Ausnahme bilden die Lichtimmissionen, die in NISTRA fehlen, da dazu keine Bewertungsmethodik bekannt ist. Es ist aber nicht davon auszugehen, dass die Auswirkungen auf die Lichtimmissionen das NISTRA-Ergebnis von BUGAW massgeblich verändern würden. Insgesamt zeigt sich, dass mit NISTRA ein umfassendes Abbild der Auswirkungen eines Projektes ermittelt werden kann.

3.2 Erläuterungen zur KWA

Es ist zu betonen, dass bei der Bewertung von BUGAW mit der NISTRA-KWA **nur der Stammverkehr⁷ berücksichtigt** werden darf. Diese wichtige methodische Vorgabe erfolgte durch das ASTRA vor folgendem Hintergrund: Die Methodik der KWA wurde im Rahmen des ASTRA-Projektes EBeN (= Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen) entwickelt.⁸ EBeN enthält wie NISTRA sowohl eine KNA als auch eine KWA. Bei der Entwicklung der EBeN-Methodik stand die Bewertung von Projekten im Fokus, für welche nur die Informationen zum Stammverkehr zur Verfügung standen. Es handelte sich vor allem um Projekte, die im Rahmen des strategischen Entwicklungsprogramms Nationalstrassen (STEP-NS) bewertet wurden. Dabei ging es um den Vergleich vieler Projekte, so dass die Berechnung des Mehrverkehrs (vgl. Fussnote 7) sehr (zeit-) aufwändig wäre und folglich darauf verzichtet wurde.

Wie in Kapitel 3.1 erläutert, wird jeder Wirksamkeits-Indikator mit einer Punktezahl zwischen -15 und +15 Punkten bewertet. Bei der Herleitung der Skala, welche die Vergabe der Punktzahlen für die einzelnen Indikatoren vorgibt, wurden folglich nur die Auswirkungen auf den Stammverkehr berücksichtigt. Basierend auf den Auswirkungen auf den Stammverkehr wurde z.B. festgelegt, dass 100t CO₂ pro Jahr einem Wirksamkeitspunkt entsprechen.

Im Rahmen des Projektes BUGAW wurde nun die EBeN-KWA, die in NISTRA gemäss Vorgabe des ASTRA unverändert übernommen wurde, erstmals auf ein Projekt angewendet, in dem auch der Mehrverkehr berechnet wird. Die KWA-Methodik stösst hier an ihre Grenzen, da die Skala für die Vergabe der Wirksamkeitspunkte auf Projekten beruht, in denen nur die Veränderungen im Stammverkehr betrachtet wurden. Wird auch der Mehrverkehr in die Bewertung miteinbezogen, steigen z.B. die CO₂-Emissionen deutlich stärker an als wenn nur der

⁵ Ecoplan (2018), Handbuch NISTRA 2017, S. 174.

⁶ Ecoplan (2018), Handbuch NISTRA 2017, S. 28.

⁷ Der **Stammverkehr** ist die vom Projekt nicht veränderte Verkehrsmenge pro Zeiteinheit, d.h. die Verkehrsmenge, die sowohl mit als auch ohne Projekt von i nach j fährt (d.h. Minimum der Fahrten mit bzw. ohne Projekt). Der durch das Projekt ausgelöste **Mehrverkehr** im Strassennetz entspricht hingegen der Summe derjenigen Fahrten,

- die durch das Projekt neu generiert werden (bisher keine Fahrt, auch Neuverkehr genannt),
- die aufgrund des Umsteigens von anderen Verkehrsträgern auf die Strasse zustande kommen (bisher Fahrt mit anderem Verkehrsträger) und
- die auf eine veränderte Zielwahl zurückzuführen sind (bisher Fahrt an einen anderen Ort).

⁸ Infrac (2016), Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen EBeN. Methodenbericht.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Stammverkehr betrachtet wird (bei BUGAW z.B. 13-mal höhere Zunahme der CO₂-Emissionen). Damit ist die vorgegebene Skala für die Vergabe der Wirksamkeitspunkte nicht mehr anwendbar.⁹

Deshalb werden bei der KWA im Grundsatz nur die Ergebnisse im Stammverkehr verwendet. Es zeigt sich allerdings, dass dieses Vorgehen nicht überall umsetzbar ist, da im Verkehrsmodell nur der Zustand mit Mehrverkehr berechnet wird. Der hypothetische «Zwischenzustand» nur mit Stammverkehr und ohne Mehrverkehr wird hingegen nicht berechnet. Deshalb lassen sich z.B. nur die Zeitgewinne berechnen, die der Stammverkehr erzielen kann, wenn auch der Mehrverkehr fährt. Die Zeitgewinne mit nur Stammverkehr wären jedoch höher, da der Stauabbau auf den Strassen ohne Berücksichtigung des Mehrverkehrs höher ausfällt. Diese höheren Zeitgewinne konnten für BUGAW nicht berechnet werden, so dass der Indikator VQ1w klar unterschätzt wird.

Schliesslich ist noch darauf hinzuweisen, dass das **KWA-Ergebnis** vor allem für den **Vergleich von Varianten** gedacht ist, aber keine Aussagen zur Vorteilhaftigkeit einer einzelnen Variante zulässt. Um trotzdem Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der KWA ziehen zu können, werden im Fazit insbesondere diejenigen Indikatoren betrachtet, die nur in der KWA, aber nicht in der KNA enthalten sind (vgl. Abbildung 5). Die Ergebnisse dieser Indikatoren können als Ergänzung zum Ergebnis der KNA betrachtet werden. Positiv ist, dass die oben beschriebene Problematik bzgl. Abgrenzung von Stamm- und Mehrverkehr vor allem Indikatoren betrifft, die auch in der KNA enthalten sind und damit für das Fazit zu BUGAW von untergeordneter Bedeutung sind.

3.3 Festlegungen für BUGAW

Für die Bewertung von BUGAW werden folgende zwei Festlegungen getroffen:

- Effekte durch **Umwegfahrten in der Bauphase** werden **vernachlässigt**, da es gemäss Auskunft der Planer keine relevanten Umwegfahrten oder Zeitverluste während der Bauphase gibt.
- Auf eine Bewertung der Veränderung der **Zuverlässigkeit** wird **verzichtet**. Denn die Zuverlässigkeit kann mit NISTRA nur auf Nationalstrassenabschnitten quantitativ berücksichtigt werden. Auf den Nationalstrassen verändert sich die Streckenbelastung aber kaum (nur um 1 oder 2% gemäss den Ergebnissen des Gesamtverkehrsmodells Bern). Folglich ist die Veränderung der Zuverlässigkeit ebenfalls nur sehr gering und der hohe Aufwand für die Berechnungen lohnt sich nicht. Die Aussage, dass sich die Zuverlässigkeit kaum verändert, gilt aber nur für die Nationalstrasse. Auf den Ausfahrten und im untergeordneten Netz nimmt die Zuverlässigkeit durch BUGAW jedoch deutlich zu. Diese Verbesserungen der Zuverlässigkeit können nur im Rahmen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse miteinbezogen werden.

⁹ Bei der Bewertung der Unfälle (SI1w) ergeben sich ähnliche Probleme wie beim Klima.

4 Verwendete Datengrundlagen

4.1 Datenlieferanten

Für die Bewertung von BUGAW mit NISTRA sind viele Daten notwendig, die von unterschiedlichen Büros zur Verfügung gestellt wurden:

- Investitionskosten: Projektverfasser Bau (Planerteam B+B)
- Verkehrliche Auswirkungen: Spezialisten Verkehr (Transoptima und Rudolf Keller & Partner)
- Luft: Meteotest
- Umwelt: Spezialist Umwelt (CSD Ingenieure)
- Qualitative Indikatoren: Projektverfasser Bau (Planerteam B+B)

Im Folgenden wird auf die beiden wichtigsten Inputdatenbereiche eingegangen. Dies sind die Investitionskosten (Kapitel 4.2) und die verkehrlichen Auswirkungen (Kapitel 4.3). In Kapitel 4.4 wird der Zeitkostensatz kurz besprochen.

4.2 Investitionskosten

4.2.1 In NISTRA berücksichtigte Investitionskosten

Die Umsetzung von BUGAW bedingt umfassende Neubauten und Ersatzneubauten von diversen Brücken, Trassen, Stützwänden und weiteren Bauwerken. Im Rahmen einer detaillierten Kostenschätzung des Projektverfassers Bau (Planerteam B+B) wurden die Kosten abgeschätzt und auf die einzelnen Baubestandteile und deren Lebensdauern aufgeteilt. Das Ergebnis wird in der folgenden Tabelle dargestellt. Insgesamt ergeben sich Kosten von 117 Mio. CHF (zu Preisen 2016¹⁰), die mit einer Kostengenauigkeit von $\pm 15\%$ erhoben wurden (was im Rahmen der Sensitivitätsanalyse verwendet wird). Nachfolgend einige Bemerkungen zur Herleitung der Kosten:

- Landkosten: Das zusätzlich benötigte Land von 2.05 ha wird mit einem Preis von 400 CHF / m² quantifiziert. Das nur während der Bauphase von 2025 bis 2028 beanspruchte Land von 7.03 ha ist in der Tabelle nicht ersichtlich. Dieses Land wird ebenfalls mit 400 CHF / m² bewertet. Die Kosten von 28 Mio. CHF werden 2025 belastet und 2028 wieder gutgeschrieben.
- Reserve: In NISTRA wird für Strassen eine zusätzliche¹¹ Reserve von 3%, für Brücken (und Tunnels) eine zusätzliche Reserve von 6% berücksichtigt. Diese Reserven beruhen auf Auswertungen der geplanten und der tatsächlichen Kosten vieler Strasseninfrastrukturprojekte.

Normalerweise wird gemäss Norm SN 641 820 in der KNA mit einer zusätzlichen Reserve von 20% (Strasse) bzw. 30% (Brücke, Tunnel) gerechnet. Liegt aber eine detaillierte Abschätzung der Baukosten unter Berücksichtigung möglicher Baurisiken vor, erlaubt die SN 641 820 (Ziffer 28.1) eine Reduktion der Reserve auf 3% bzw. 6%. Die Reduktion der NISTRA-bedingten zusätzlichen Reserve auf den Investitionskosten ist für das Projekt BUGAW wie folgt begründet:

- Für die Kostenschätzung wurden umfassende geologische Abklärungen getroffen. Unter anderem wurde mit einem Bohrpfahlversuch die Eigenschaften des Baugrundes genau analysiert.
- Mögliche Probleme beim Bau wurden im Rahmen der Kostenschätzung erkannt und berücksichtigt. Wo sinnvoll wurden geeignete Massnahmen getroffen.
- Für das Projekt BUGAW liegt eine sehr detaillierte Kostenschätzung vor. Der Detaillierungsgrad ist klar höher als für ein Generelles Projekt (GP) gefordert und die Schätzung ist selbst detaillierter als für ein Ausführungsprojekt (AP) zwingend erforderlich wäre (auch deshalb liegt die Genauigkeit der Kostenschätzung bei $\pm 15\%$ und nicht bei $\pm 20\%$ wie in einem GP üblich).
- In einer Studie der EFK¹² wurden 10 Schweizer Strassentunnelprojekte untersucht und es zeigte sich, dass die Unterschätzung der finalen Kosten beim Ausführungsprojekt ca. sechsmal kleiner ist als beim Generellen Projekt. Auch aus dieser Sicht ist es deshalb gut begründet, für die Kostenschätzung von BUGAW, welche den Detaillierungsgrad einer Kostenschätzung für ein AP eher übersteigt, die tieferen Reserven zu verwenden.

¹⁰ In NISTRA werden die Kosten auf das Preisniveau 2015 umgerechnet (mit dem Tiefbaupreisindex des BFS).

¹¹ In der zugrundeliegenden Kostenschätzung ist bereits eine Reserve für Unvorhergesehenes und Diverses von 10% enthalten. Dazu muss aber noch die «NISTRA-Reserve» von 3% bis 6% gerechnet werden.

¹² EFK (2009), Construction de tunnels autoroutiers: l'évolution des coûts est-elle sous contrôle ?, S. 27.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

	Lebensdauer	Mio. CHF
Trassen, Stützmauern, BSA		
Projektierung	-	9.86
Baugruben / Erdbau	100	16.46
Tragwerk / Unterbau / Stützmauer	100	2.55
Fundation	80	-0.72
Entwässerung / KRA	75	6.93
Leit- / Stützmauer	60	4.69
Ausrüstung	50	0.53
Zäune / FZRS / Lärmschutzwand	40	1.54
Belag	30	0.99
Ausrüstung	25	0.02
Elektrische Ausrüstung	15	8.88
Landkosten	unendlich	8.21
Rückbau		5.16
Total		65.12
Reserve von 3%		3%
Total inkl. Reserve		67.07
Brücken und Überführungen		
Projektierung	-	6.03
Temporäre Bauten	-	0.66
Baugruben / Erdbau	100	8.57
Tragwerk / Unterbau	100	26.68
Ausrüstung	50	1.15
Ausrüstung	25	2.02
Rückbau		2.06
Total		47.17
Reserve von 6%		6%
Total inkl. Reserve		50.00
Gesamttotal ohne Reserve		112.29
Gesamttotal mit Reserve		117.07

Tabelle 2: Zusammenstellung der Investitionskosten

4.2.2 Vergleich mit dem generellen Projekt

Im generellen Projekt wird von Investitionskosten von 252 Mio. CHF ausgegangen. Im Folgenden wird erläutert, wie die Differenz zwischen den oben angegebenen 117 Mio. CHF für die NISTRA-Bewertung und den 252 Mio. CHF aus dem generellen Projekt zu erklären ist (vgl. auch folgende Tabelle 3):

- Grundsätzlich werden im generellen Projekt alle Kosten aufgeführt, die entstehen, wenn das Projekt BUGAW umgesetzt wird. In NISTRA hingegen werden nur diejenigen Kosten betrachtet, die zusätzlich zum Referenzfall entstehen. Für NISTRA werden also die Kosten im Referenzfall abgezogen.
- Bei den Landkosten werden im generellen Projekt die für den Landkauf monetär anfallenden Kosten berücksichtigt. In NISTRA hingegen wird aus volkswirtschaftlicher Sicht betrachtet, welches Land einer anderweitigen Nutzung entzogen wird (unabhängig davon, wem das Land gehört bzw. ob es gekauft werden muss).
- Für die Projektierung des Projekts BUGAW geht sowohl das generelle Projekt als auch NISTRA von Kosten im Umfang von 20 Mio. CHF aus. In NISTRA wird aber berücksichtigt, dass 20% dieser Kosten bereits ausgegeben sind, wenn entschieden wird, ob BUGAW umgesetzt werden soll oder nicht. Diese sogenannten

d. Kosten-Nutzen-Analysen

«sunk costs» werden in NISTRA nicht berücksichtigt, weil sie sich durch den Entscheid für oder gegen BUGAW nicht verändern.

- Bei den Baukosten für BUGAW gehen beide Betrachtungen von 111 Mio. CHF aus. In NISTRA werden davon aber 22 Mio. CHF abgezogen für Baukosten, die im Referenzfall anfallen würden (z.B. Ersatzinvestitionen für Fundationen und Beläge), aber nicht im Projektfall.¹³
- Die SABA (Strassenabwasserbehandlungsanlage) muss auch im Referenzfall gebaut werden, da im heutigen Zustand das Strassenabwasser nicht behandelt wird, dies aber gesetzlich vorgeschrieben ist.
- Gleichzeitig mit den besseren Anschlüssen an die Nationalstrasse werden im Wankdorf auch bedeutende Verbesserungen für den Langsamverkehr (LV: Fuss- und Veloverkehr) angestrebt. Dazu wird eine Langsamverkehrsbrücke über die Nationalstrasse gebaut und mit mehreren Rampen in verschiedene Richtungen erschlossen. Die Investitionen in den Langsamverkehr betragen 37 Mio. CHF. Mit der Bewertungsmethode NISTRA, die für Nationalstrassenprojekte entwickelt wurde, können aber die Nutzen für den LV nicht abgeschätzt werden. In NISTRA werden deshalb auch die Kosten für den Langsamverkehr nicht berücksichtigt.
- Im Projekt BUGAW sind auch Vorinvestitionen im Umfang von 44 Mio. CHF für das mögliche künftige Projekt Bypass Bern Ost enthalten. Diese Investitionen gehören aber nicht zum Projekt BUGAW, sondern zum Bypass Ost. Diese Kosten müssen deshalb bei der Bewertung von BUGAW ausgeschlossen werden.
- Beim generellen Projekt wird die MWST berücksichtigt. In NISTRA erfolgt die Bewertung hingegen zu Faktorpreisen (d.h. ohne indirekte Steuern wie z.B. MWST und Treibstoffsteuern).¹⁴
- Schliesslich wird in NISTRA wie oben beschrieben eine zusätzliche Reserve von 3% bis 6% berücksichtigt, die im generellen Projekt wie üblich nicht berücksichtigt wird.

Gesamthaft ergeben sich damit für NISTRA um 135 Mio. CHF tiefere Investitionskosten als im generellen Projekt beschrieben. Diese Differenz ist gut erklärbar und beabsichtigt.

Investitionskosten in Mio. CHF gemäss	Generelles Projekt ¹	NISTRA	Differenz	Bemerkungen
Landerwerb	7.04	8.21	1.17	Gekauftes Land / benötigtes Land
Projektierung BUGAW	19.86	15.89	-3.97	Abzug von 20%, da bereits ausgegeben
Baukosten BUGAW	110.51	88.18	-22.33	Abzug Investitionskosten im Referenzfall
SABA Schermenweg inkl. Pumpstationen	15.54	-	-15.54	Muss auch im Referenzfall gebaut werden
Investitionen in Langsamverkehr (LV)	37.10	-	-37.10	LV mit NISTRA nicht bewertbar
Vorinvestitionen in Bypass Bern Ost	43.89	-	-43.89	Gehört nicht zum Projekt BUGAW
Zwischentotal	233.93	112.29	-121.65	
MWST 7.7%	18.01		-18.01	Berechnung erfolgt zu Faktorkosten (ohne MWST)
Reserve von 3% bis 6%		4.78	4.78	Vorgabe SN 641 820
Total	251.95	117.07	-134.88	

¹ Inkl. Kosten für Unvorhergesehenes

Tabelle 3: Vergleich der Investitionskosten in Mio. CHF gemäss generellem Projekt bzw. NISTRA

4.3 Verkehrliche Auswirkungen

4.3.1 Gesamtverkehrsmodell des Kantons Bern

Die Daten aus dem Verkehrsmodell sind für die Ergebnisse zentral. Von grosser Bedeutung sind insbesondere die Veränderungen von Reisezeiten und Fahrzeugkilometern, welche die Grundlage bilden für die Ergebnisse zu Zeitgewinnen, Betriebskosten Fahrzeuge, Unfallgeschehen, Luft- und Lärmbelastung etc.¹⁵

¹³ Diese Ersatzinvestitionen fallen teilweise z.B. erst im Jahr 2050 an. Solche zukünftigen Investitionen werden mit dem realen Diskontsatz von 2% auf die Bauzeit von BUGAW abgezinst.

¹⁴ Würde man die Bewertung stattdessen zu Marktpreisen durchführen, so würde die MWST bei den Investitionskosten berücksichtigt, aber auch alle anderen Indikatoren würden dann entsprechend höher bewertet.

¹⁵ Konkret werden die folgenden Indikatoren auf der Grundlage der Verkehrsmodellergebnisse bewertet:

- DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse (teilweise)
- VQ1n und VQ1w Reisezeitveränderungen (im Stammverkehr)
- VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge im Stammverkehr
- VQ4 Auswirkungen auf den ÖV
- VQ5 Streckenredundanz (teilweise)

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Die Verkehrsmodell-Berechnungen beruhen auf dem Gesamtverkehrsmodell des Kantons Bern (GVM BE, Stand 2014). Im GP zum Anschluss Wankdorf wurde das Verkehrsmengengerüst basierend auf dem Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern, Stand 2014 (Ist Zustand 2012, Prognosezustand 2030 / 2040) erarbeitet. Dieses Grundmodell wird auch für die NISTRA Bewertung weiterhin verwendet.

Für die Auswertungen des GVM BE für die Inputdaten der KNA wurde das in der Abbildung dargestellte Teilgebiet ausgewertet. Das Gebiet reicht von südlich Münsingen (inkl. Anschluss Rubigen) bis nördlich der Verzweigung Schönbühl. Die Modellrechnungen und die Ableitung der verkehrlichen Wirkungen wurden mit dem Gesamtperimeter des GVM BE durchgeführt.

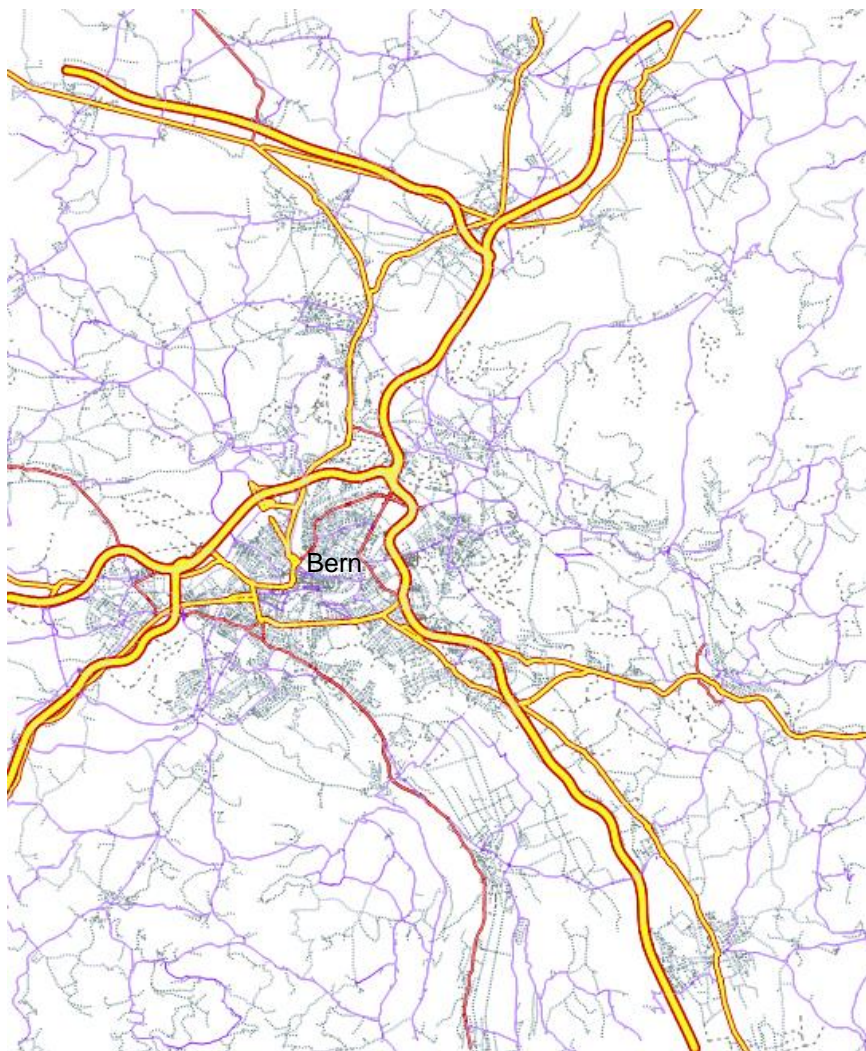


Abbildung 6: Untersuchungsraum des GVM BE für die Bewertung von BUGAW

Das GVM BE ist für den Ist-Zustand 2012 sowie für einen Prognosezustand 2030 (Trendszenario¹⁶) verfügbar. Der Ist-Zustand 2012 wurde im Rahmen des GP BUGAW auf die zusätzlichen Erhebungen (Zählungen) im Grossraum Bern nachkalibriert. Die berechnete Verkehrsnachfrage 2030 wurde anschliessend auf den Zustand 2040 anhand von Schweizerischen Verkehrsperspektiven hochgerechnet. Dafür wurden nach MS-Regionen

- VQ6 Entlastung untergeordnetes Netz (teilweise)
- VQ7 MWST-Einnahmen ÖV
- VQ8 Nettonutzen des Mehrverkehrs
- VQ9 Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr
- VQ10 Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Stammverkehr
- S11n und S11w Unfälle
- S12 Betriebsqualität, Betriebssicherheit (teilweise)
- SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte (teilweise)
- UW1n_Luft Luftbelastung
- UW1w Lärm- und Luftbelastung (teilweise)
- UW4n und UW4w Klimabelastung

¹⁶ Transoptima, Ecoplan (2015), Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern, Aktualisierung Trend- und Zielszenario 2030.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

differenzierte Wachstumsfaktoren 2030 – 2040 übernommen (hier MS-Region Bern – Wachstumsraten pro 10 Jahre):

- PW + 1.9 %
- Strassengüterverkehr +10.0 %
- ÖV +6.0 %

Das Modell wird für den DWV (durchschnittlichen Werktagsverkehr) und die Morgen- und Abendspitzenstunde (MSP und ASP) ausgewertet. Zudem kann das Modell drei Fahrzeugkategorien unterscheiden: Personenwagen, Lieferwagen und schwere Nutzfahrzeuge.¹⁷

Für die hier vorgesehene NISTRA-Bewertung werden einerseits der Referenzfall (ohne BUGAW) und andererseits der Projektfall (mit BUGAW) modelliert. Bewertungsrelevant ist jeweils die Differenz zwischen diesen beiden Fällen. Sowohl im Referenz- als auch im Projektfall wird die Pannestreifenumnutzung (PUN) Wankdorf – Muri, der 8-Spur-Ausbau nach Schönbühl und die Korrektur Bolligenstrasse als umgesetzt betrachtet. Bei der Berechnung des Projektfalles wird auch der sogenannte Mehrverkehr berechnet (zur Definition des Mehrverkehrs siehe Fussnote 7). Die Berechnung des Mehrverkehrs ist allerdings nur im Personenverkehr möglich. Im Güterverkehr ist die Berechnung des Mehrverkehrs nicht möglich, weil ein Nachfragemodell für den Güterverkehr fehlt, mit dem der Mehrverkehr abgeschätzt werden könnte.

4.3.2 Verkehrliche Auswirkungen

Die Ergebnisse der Verkehrsmodellauswertungen mit dem GVM BE werden im Folgenden kurz dargestellt. Es zeigt sich, dass BUGAW durch zusätzliche Kapazitäten bei den Ein- und Ausfahrten die Reisezeiten von und nach Bern / Ostermundigen reduziert. Die Reisezeitveränderungen pro Fahrt nach einzelnen Relationen bzw. Richtungen werden anhand von zwei Ausgangspunkten in Schönbühl bzw. im Ostring und anhand von fünf möglichen Zielpunkten untersucht (vgl. folgende Tabelle):

- Wankdorf Center = Stade de Suisse (Fussballstadion)
- Wankdorf Nord (SBB Hauptsitz)
- PostFinance-Arena (SCB-Stadion) = Ende Eventsrasse
- Ostermundigen Bahnhof
- Ostermundigen Nord = Kreisel Bolligenstrasse und untere Zollgasse.

Dank der neuen Eventstrasse sinken insbesondere die Reisezeiten zur Postfinance-Arena um bis 136 Sekunden (ab Schönbühl) bzw. bis 60 Sekunden (ab Ostring). In Gegenrichtung sind Gewinne von ca. 20 Sekunden möglich. Ab Ostring Richtung Wankdorf-Center und Wankdorf Nord nehmen die Reisezeiten ebenfalls um knapp eine halbe Minute ab. Zwischen Ostermundigen (Nord bzw. Bahnhof) und Schönbühl können Zeitgewinne von 10 bis 40 Sekunden realisiert werden. Von Ostermundigen Bahnhof nach Ostring ebenfalls ca. 30 Sekunden.

Die Abbildung 7 zeigt, wie sich die Belastung im durchschnittlichen Werktagsverkehr (DWV) durch BUGAW verändert. Dabei wird jeweils die Summe der Belastungen durch Personenwagen, Lieferwagen und schwere Nutzfahrzeuge dargestellt.¹⁸ Die Abbildung 8 und die Abbildung 9 zeigen die Veränderungen der Streckenbelastungen in der Abend- und Morgenspitzenstunde.

Die neue Ausfahrt Schermenweg aus Richtung Zürich / Lausanne (in Richtung Ostermundigen) wird mit ca. 14'000 Fz / Tag und aus der Richtung Thun (in Richtung Bern) mit ca. 8'000 Fz / Tag belastet. Dadurch wird die Belastung des Schermenwegs auf dem Abschnitt zwischen Ein- und Ausfahrten in Richtung Ostermundigen um ca. 15'000 Fz / Tag und im Richtung Bern um ca. 3'500 Fz / Tag reduziert. Die neue Verbindung Eventstrasse wird mit ca. 8'500 Fahrzeugen belastet (hier nur eine Richtung). Dafür sinkt die Belastung der Papiermühlestrasse Richtung Süd (ca. -1'300 Fz / Tag) einerseits und erhöht sich die Belastung auf dem Schermenweg andererseits (in Richtung Nationalstrasse um ca. 2'000 Fz / Tag).

¹⁷ Im GVM BE werden die schweren Nutzfahrzeuge sogar noch unterschieden nach Lastwagen und Lastenzügen. Diese Differenzierung kann in NISTRA aber nicht verwendet werden, so dass sie zu schweren Nutzfahrzeugen aggregiert werden. In NISTRA werden die Ergebnisse aus dem GVM für Personenwagen auf Personenwagen und Motorräder aufgeteilt.

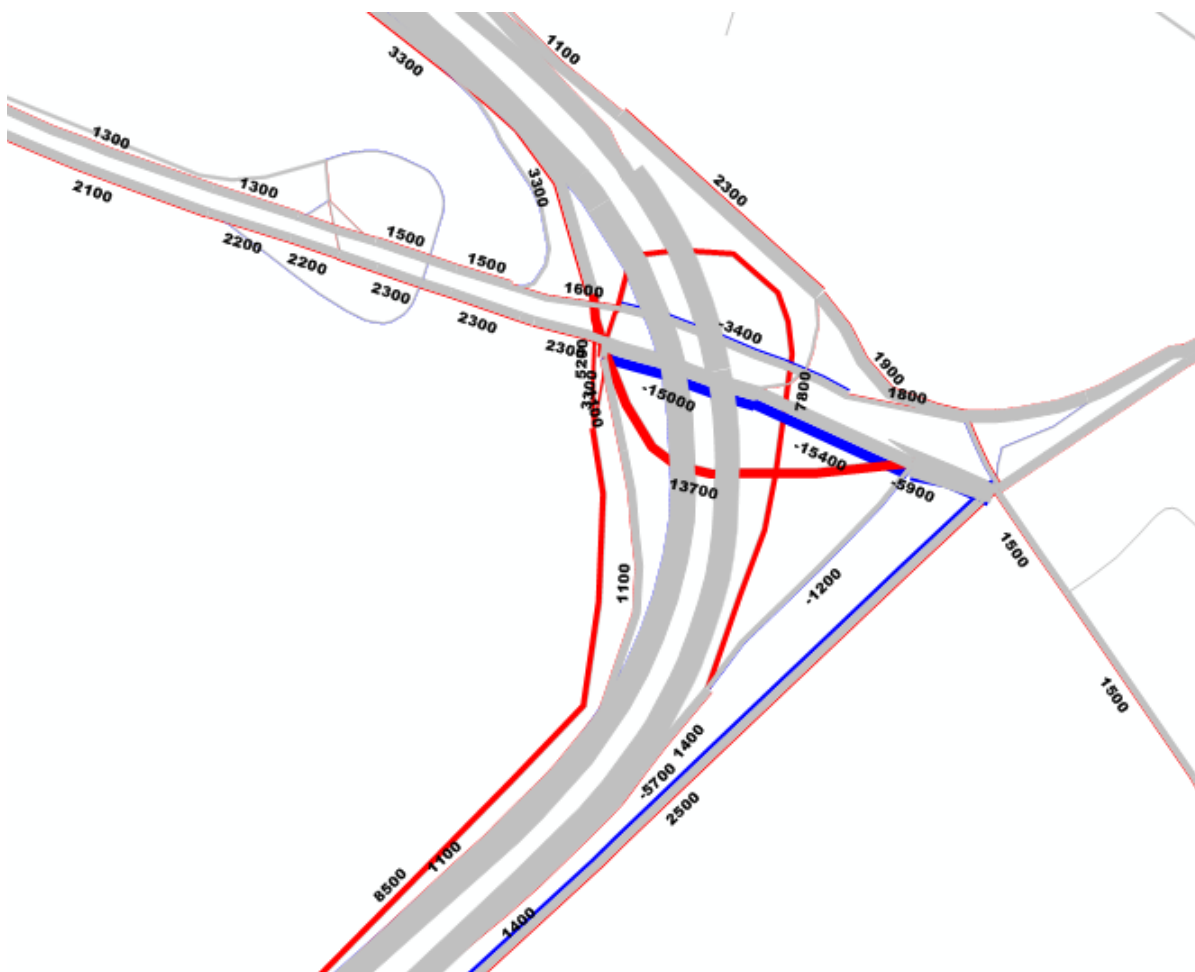
¹⁸ Ergebnisse für alle Fahrzeugkategorien einzeln liegen auch vor, werden hier aber der Übersichtlichkeit halber nicht dargestellt.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Zeitgewinn in Sekunden	Wankdorf Center*	Wankdorf Nord*	Postfinance-Arena	Ostermundigen Bahnhof	Ostermundigen Nord
DWV Durchschnittlicher Werktagsverkehr					
von Schönbühl	1	-1	90	18	19
nach Schönbühl	0	-1	18	25	10
von Ostring	28	26	44	3	4
nach Ostring	-3	-3	21	25	9
MSP Morgenspitze					
von Schönbühl	5	5	136	31	30
nach Schönbühl	-1	-1	13	30	10
von Ostring	27	24	60	13	6
nach Ostring	1	1	24	32	11
ASP Abendspitze					
von Schönbühl	-2	-1	100	28	25
nach Schönbühl	-1	-1	21	41	12
von Ostring	23	23	41	1	-1
nach Ostring	-4	-3	28	32	3

(*) Ein- und Ausfahrt von / nach Schönbühl via Papiermühlestrasse

Tabelle 4: Reisezeitgewinne durch die Umsetzung von BUGAW



Zusätzlich Rot / Blau = Zu- / Abnahme der Belastung um mindestens 100 Fahrzeuge (Grau = Belastung Referenzzustand), BeschriftungsfILTER >1'000, Runden auf 100

Abbildung 7: Differenzplot des DWV 2040 aller Kraftfahrzeuge (Belastung Projektfall minus Belastung Referenzfall)

d. Kosten-Nutzen-Analysen

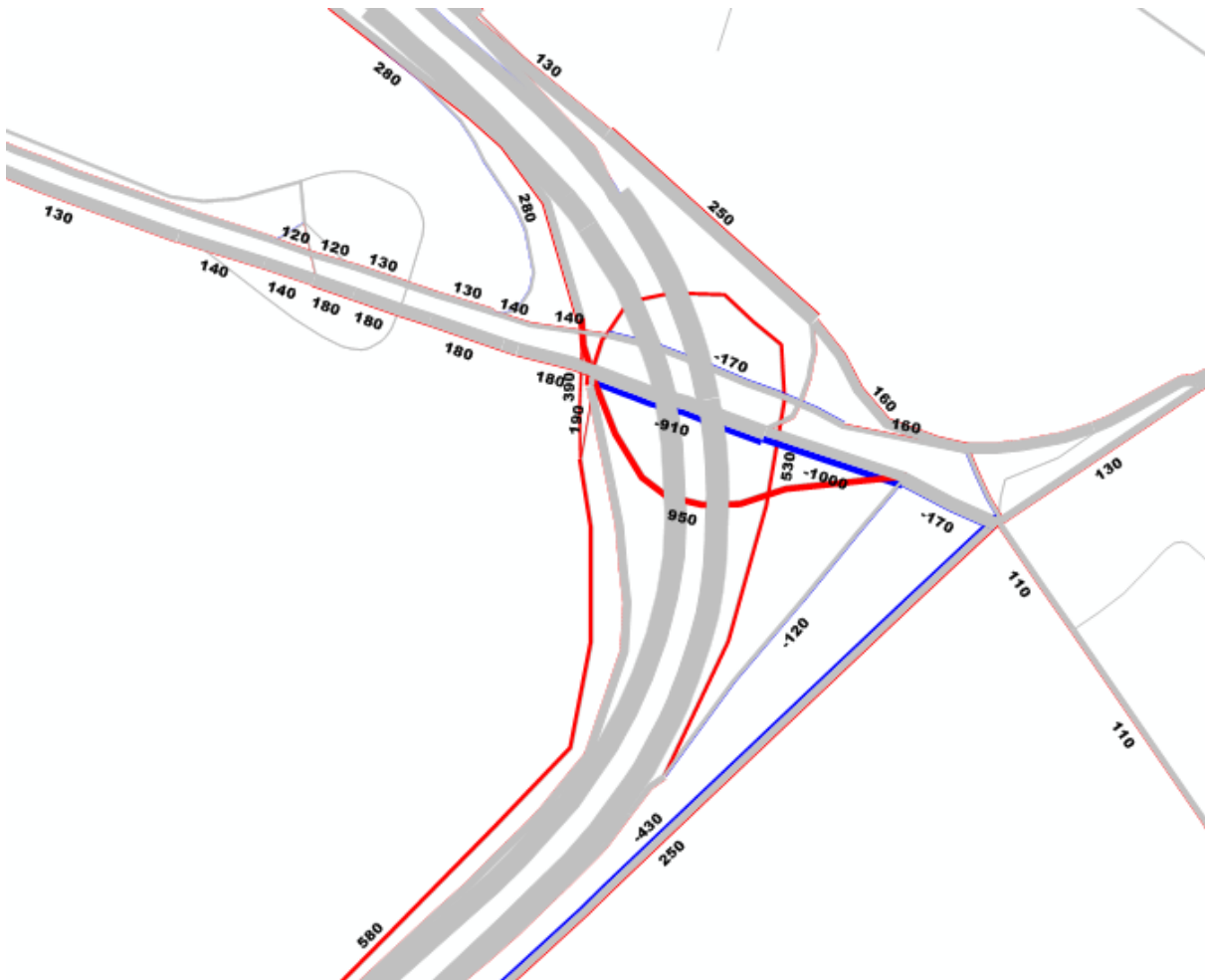
In Richtung Zürich / Lausanne werden die Einfahrten um ca. 2'500 Fz / Tag und Ausfahrten um ca. 3'000 Fz / Tag höher belastet. In Richtung Thun erhöht sich die Anzahl Fahrten pro Tag (DWV) bei der Einfahrt um ca. 1'100 und bei der Ausfahrt um ca. 1'400. Die Anzahl Transitfahrten auf der Nationalstrasse bleiben im Projekt- und Referenzfall stabil bzw. zeigen keine bedeutende Veränderung der Streckenbelastungen. In den Spitzenstunden sind die relativen Veränderungen der Streckenbelastungen höher als im Tagesmodell.

Die durch BUGAW verursachten Veränderungen der Netzbelastungen werden aus der Routenwahl sowie den Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekten abgeleitet. Die wesentlichen Veränderungen der Netzbelastungen entstehen durch die veränderte Routenwahl (durch Fahrzeuge, deren Quell-Ziel-Beziehung sich nicht verändert). Die Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte bzw. der Mehrverkehr entsteht dadurch, dass die Personenwagen durch veränderte Erreichbarkeiten ein neues Ziel ansteuern bzw. durch Umsteiger vom ÖV oder Langsamverkehr (Fuss und Velo) auf die Strasse.

Die Veränderungen der Streckenbelastungen können an folgenden Beispielen erklärt werden:

- Einfahrt ZH / LS: Mit BUGAW ca. +2'300 Fz / Tag, davon sind 1'400 Routenwahleffekte und 900 Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte (Gesamtbelastung DWV: ca. 22'000 Fz / Tag)
- Ausfahrt ZH / LS: Mit BUGAW ca. +3'300 Fz / Tag, davon sind 2'400 Routenwahleffekte und 900 Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte (Gesamtbelastung DWV: ca. 23'000 Fz / Tag)
- Einfahrt Thun: Mit BUGAW ca. +1'100 Fz / Tag, davon sind 700 Routenwahleffekte und 400 Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte (Gesamtbelastung DWV: ca. 12'000 Fz / Tag)
- Ausfahrt Thun: Mit BUGAW ca. +1'400 Fz / Tag, davon sind 1'050 Routenwahleffekte und 350 Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte (Gesamtbelastung DWV: ca. 12'000 Fz / Tag)
- Verbindung Eventstrasse: Mit BUGAW ca. +8'500 Fz / Tag, davon sind 8'100 Routenwahleffekte und 350 Ziel- und Verkehrsmittelwahleffekte (Gesamtbelastung DWV: ca. 8'500 Fz / Tag)

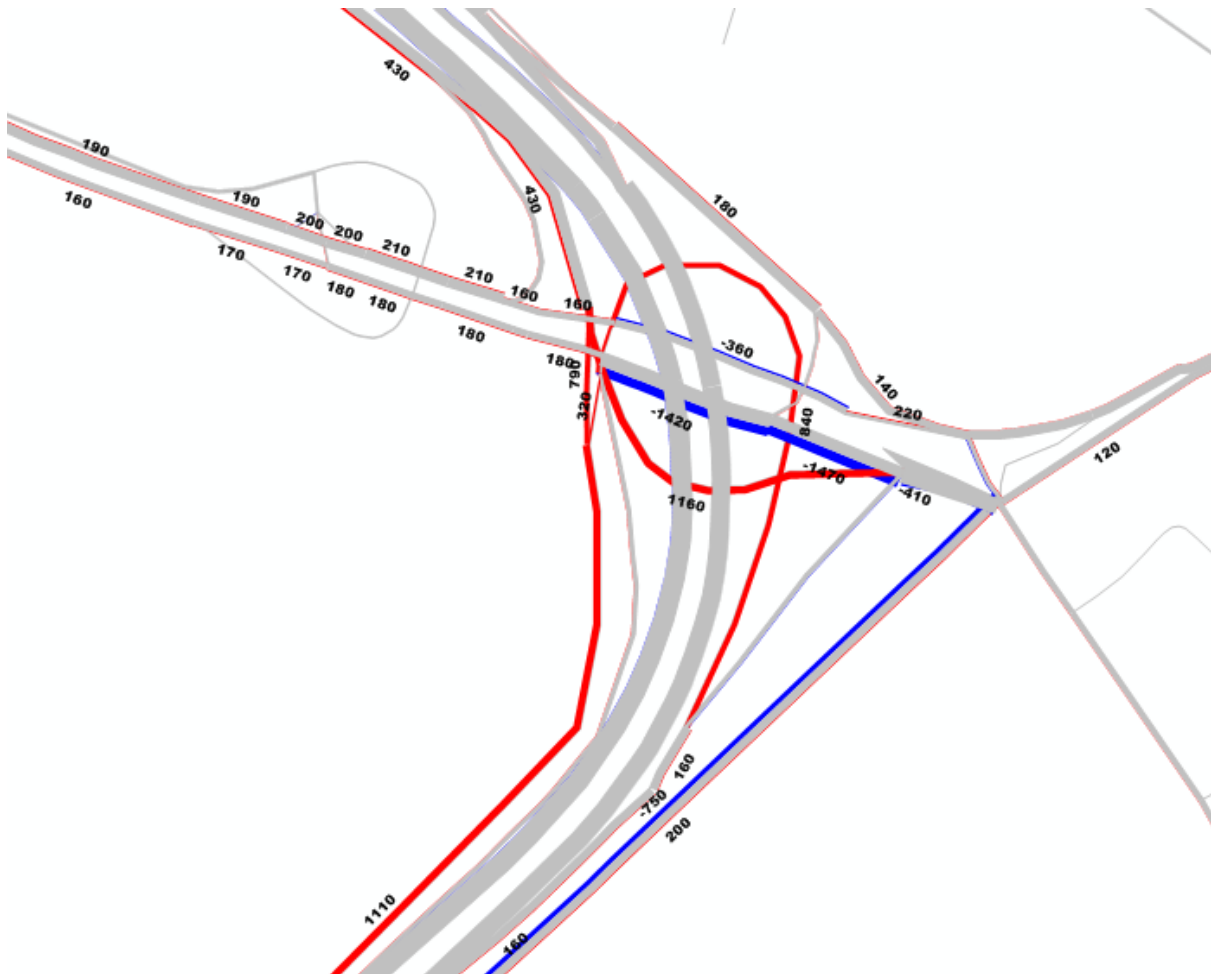
Insgesamt nimmt der DWV aufgrund Verkehrsmittelwahlverlagerungen um ca. 4'000 Personenwagenfahrten zu. In den Morgenspitzenstunden beträgt der Verkehrsmittelwahlverlagerung ca. 800 Personenwagenfahrten und in den Abendspitzenstunden ca. 900 Personenwagenfahrten.



Rot / Blau = Zu- / Abnahme der Belastung um mindestens 10 Fahrzeuge, Beschriftungsfilter >100, Runden auf 10

Abbildung 8: Differenzplot des ASP 2040 aller Kraftfahrzeuge (Belastung Projektfall minus Belastung Referenzfall)

d. Kosten-Nutzen-Analysen



Rot / Blau = Zu- / Abnahme der Belastung um mindestens 10 Fahrzeuge, Beschriftungsfilter >100, Runden auf 10

Abbildung 9: Differenzplot des MSP 2040 aller Kraftfahrzeuge (Belastung Projektfall minus Belastung Referenzfall)

4.3.3 Hochrechnung auf das Jahr

Aus dem Verkehrsmodell liegen Ergebnisse für den DWV, die MSP und die ASP vor. Für NISTRA werden als Input jedoch Jahreswerte benötigt, so dass eine Hochrechnung auf das Jahr erfolgen muss. Bei dieser Hochrechnung ist zudem zu beachten, dass der Anschluss Wankdorf bei Grossanlässen immer wieder überlastet ist.

Für die Hochrechnung wird wie folgt vorgegangen: Basis bildet eine Auswertung der Dauerzählstelle Nr. 42 auf der Nationalstrasse zwischen Wankdorf und Ostring (September 2017 bis August 2018) durch des Spezialisten Verkehr (Rudolf Keller & Partner – vgl. folgende Tabelle). Die Auswertung zeigt, dass die Abendspitze für Personenwagen deutlich ausgeprägter ist als die Morgenspitze (bei schweren Nutzfahrzeugen hingegen ist die Abendspitze wenig ausgeprägt).

	PW	Li	SNF
DWV	70.72%	72.69%	81.96%
MSP	11.83%	14.15%	11.94%
ASP	17.45%	13.16%	6.10%

PW = Personenwagen, LI = Lieferwagen, SNF = schwere Nutzfahrzeuge

Tabelle 5: Auswertung Dauerzählstelle Wankdorf – Ostring

Zudem wurde vom Spezialist Verkehr (Rudolf Keller & Partner) eine Auswertung der Grossanlässe durchgeführt, in der fünf Typen von Grossanlässen miteinbezogen wurden (BEA Expo Bern, Konzerte Stade de Suisse / Postfinance-Arena, Heimspiele BSC Young Boys an Werktagen, Heimspiele SC Bern). Die Auswertung zeigt, dass 2.36% der Nachfrage auf Zeiten mit Grossanlässen fallen (vgl. folgende Tabelle).

d. Kosten-Nutzen-Analysen

	PW	Li	SNF
DWV	68.36%	72.69%	81.96%
MSP	11.83%	14.15%	11.94%
ASP	17.45%	13.16%	6.10%
Grossanlässe	2.36%		

Tabelle 6: Auswertung Dauerzählstelle Wankdorf – Ostring unter Berücksichtigung der Grossanlässe

Während den Grossanlässen profitiert der Verkehr überdurchschnittlich stark von BUGAW, insbesondere von der Eventstrasse. Im GVM Bern gibt es jedoch keinen Zustand für Grossanlässe (nur DWV, MSP und ASP). Deshalb wurden die Grossanlässe mit den maximalen Gewinnen der drei GVM-Zustände (= MSP) bewertet. Dies ist auch insofern gut begründbar, als Grossanlässe tendenziell längere Fahrten anziehen, deren Zeitgewinne mit einem höheren Kostensatz zu gewichten wären, was hier aber nicht detailliert berücksichtigt werden kann (vgl. Kapitel 4.4 unten).

Für die Aggregation wird das DWV-Ergebnis mit dem Prozentsatz aus Tabelle 6 multipliziert und mit je ca. 1.8 Stunden ASP und MSP ergänzt.¹⁹ Schliesslich wird der DWV auf den DTV (durchschnittlicher Tagesverkehr) umgerechnet²⁰ und mit 365 auf das Jahr hochgerechnet.

In die NISTRA Bewertung gehen einerseits die GVM-Ergebnisse für das Jahr 2040 ein, andererseits werden die Ergebnisse auf das Eröffnungsjahr 2029 zurückgerechnet (mit den in Kapitel 4.3.1 aufgeführten Wachstumsraten).

4.4 Zeitkostensatz

Im Folgenden wird der Zeitkostensatz erläutert. Die meisten weiteren Datengrundlagen werden direkt bei der Darstellung der Resultate in den Kapiteln 5 und 6 erläutert.

Der **Zeitkostensatz** wird aus der SN 641 822a übernommen. Die dort enthaltenen Kostensätze sind nach der Distanz der Fahrten differenziert. Infolgedessen wurde im GVM ausgewertet, wie lange die durchschnittliche Distanz der Fahrten ist, welche die Ein-/ Ausfahrten Wankdorf benutzen. Die durchschnittliche Fahrtlänge ist mit 22.9 km eher weit. Daraus ergibt sich ein Zeitkostensatz von 29.95 CHF / h (zu Preisen 2007 = Preisniveau der Norm oder von 32.63 CHF / h zu Preisen 2015 = Preisniveau von NISTRA).

¹⁹ Die 1.8 Stunden ergeben sich aus der Nachfrage im MSP bzw. ASP im Vergleich zum DWV im GVM Bern und den Prozentsätzen für MSP und ASP in Tabelle 6.

²⁰ Personenwagen 0.95, Lieferwagen 0.85, schwere Nutzfahrzeuge 0.83, öffentlicher Verkehr 0.85.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

5 Ergebnisse der Kosten-Nutzen-Analyse

5.1 Volkswirtschaftliches Ergebnis

Die folgende Tabelle und die folgende Abbildung zeigen das Ergebnis der KNA. Insgesamt ergibt sich ein Nutzen von 6.7 Mio. CHF pro Jahr bei Kosten von 5.8 Mio. CHF pro Jahr, so dass ein Nutzenüberschuss von 0.9 Mio. CHF pro Jahr resultiert. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) beträgt 1.15 und liegt damit über 1. Um zu verstehen, wie dieses Ergebnis entsteht, werden im Folgenden die Ergebnisse der einzelnen Indikatoren erläutert:

Direkt Kosten

- **DK1 Baukosten:** Wie in Kapitel 4.2 erläutert betragen die Investitionskosten (ohne Landkosten) knapp 109 Mio. CHF. Umgerechnet auf eine Annuität über den Betrachtungszeitraum von 2029 bis 2068 ergibt dies 3.5 Mio. CHF pro Jahr.
- **DK2 Ersatzinvestitionen:** Ein Teil der Baubestandteile hat eine Lebensdauer unter 40 Jahren, so dass innerhalb des Betrachtungszeitraumes Ersatzinvestitionen fällig werden, die sich auf insgesamt 0.5 Mio. CHF pro Jahr belaufen.
- **DK3 Landkosten:** Das benötigte Land verursacht zusätzliche Kosten von knapp 0.3 Mio. CHF pro Jahr. Darin enthalten sind auch die Kosten für das temporär benötigte Land während der Bauphase (Installationsplätze) von 0.06 Mio. CHF pro Jahr.
- **DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse:** Die eigentlichen Betriebs- und Unterhaltskosten der Strassen steigen um 0.05 Mio. CHF pro Jahr. Bedeutend ist aber die Zunahme der Kosten der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung um 1.5 Mio. CHF pro Jahr. Hier liegt die Annahme zu Grunde, dass das gegenwärtige Niveau der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung gehalten werden soll. Da BUGAW zu einer deutlichen Zunahme der Fzkm führt, muss auch die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung entsprechend ausgebaut werden.

Indikator	Mengeneffekt im Jahr 2039	Annuität (Mio. CHF)	
		Kosten	Nutzen
Direkte Kosten		5.83	
DK1 Baukosten	---	3.54	
DK2 Ersatzinvestitionen	---	0.48	
DK3 Landkosten	---	0.26	
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	---	1.55	
Verkehrsqualität			11.25
VQ1n Reisezeit Stammverkehr	0.25 Mio. h		10.72
VQ2n Zuverlässigkeit	---		-
VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	1 Mio. Fzkm		0.89
VQ4 Auswirkungen auf den ÖV	---	-	-1.89
VQ7 MWST-Einnahmen ÖV	---		-0.08
VQ8 Nettonutzen Mehrverkehr	---		0.58
VQ9 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	---		1.04
Sicherheit			-2.29
SI1n Unfälle			-2.29
Umwelt			-2.26
UW1n_Luft Luftbelastung	1 t PM10		-1.29
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen	---		0.00
UW3n Bodenversiegelung	2.8 ha		-0.02
UW4n Klimabelastung	2843 t CO2		-0.95
Total		5.83	6.71
Saldo Total		0.88	
Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV)		1.15	

Tabelle 7: KNA-Ergebnisse für BUGAW

d. Kosten-Nutzen-Analysen

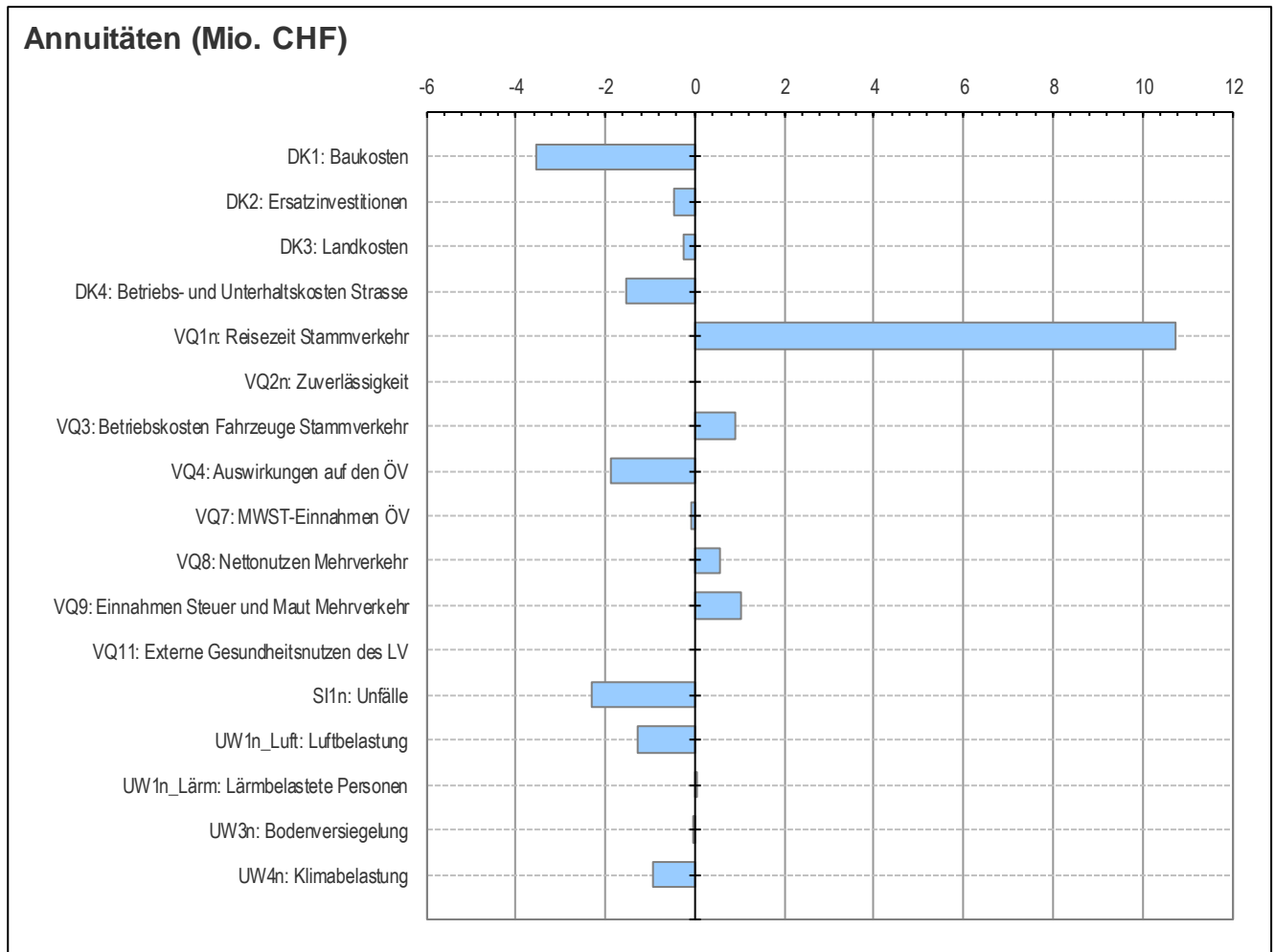


Abbildung 10: KNA-Ergebnisse für BUGAW

Verkehrsqualität

- **VQ1n Reisezeit Stammverkehr:** Durch die Staureduktion, insbesondere bei den Ein- und Ausfahrten im Knoten Wankdorf, ergeben sich bedeutende Zeitgewinne im Stammverkehr von 10.7 Mio. CHF pro Jahr (oder 0.25 Mio. Stunden im Jahr 2039, d.h. 10 Jahre nach Eröffnung).
- **VQ2n Zuverlässigkeit:** Die Veränderung der Zuverlässigkeit kann wie in Kapitel 3.3 erläutert nicht bewertet werden. Es ist aber davon auszugehen, dass sich aufgrund der Staureduktion die Zuverlässigkeit erhöht. Da die KNA den Nutzengewinn durch die verbesserte Zuverlässigkeit nicht enthält, wird in der KNA der Gesamtnutzen von BUGAW unterschätzt.
- **VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr:** Die Betriebskosten pro Fahrzeugkilometer nehmen leicht zu, da infolge von BUGAW der Verkehr teilweise zurück auf die Nationalstrasse verschoben wird (Nutzen -0.3 Mio. CHF pro Jahr). Dieser Effekt wird aber dominiert von den Reisezeitgewinnen, die vor allem im Güterverkehr bedeutend sind, da die Zeitgewinne der Chauffeure hier als Betriebskosten gelten. Insgesamt ergeben sich beim Indikator VQ3 Gewinne von 0.9 Mio. CHF pro Jahr.
- **VQ4 Auswirkungen auf den ÖV:** Der attraktivere Wankdorf-Anschluss führt zu einem Umsteigen vom ÖV auf den MIV. Dadurch gehen im ÖV Einnahmen in der Höhe von 1.9 Mio. CHF pro Jahr verloren, davon 0.6 Mio. CHF pro Jahr im öffentlichen Strassenverkehr und 1.3 Mio. CHF pro Jahr im öffentlichen Schienenverkehr.
- **VQ7 MWST-Einnahmen ÖV:** Infolge der Einbussen bei den ÖV-Einnahmen nehmen auch die MWST-Einnahmen des Staates auf den ÖV-Billetten um 0.1 Mio. CHF pro Jahr ab.
- **VQ8 Nettonutzen Mehrverkehr:** Der Nutzen im Mehrverkehr für die Fahrzeuglenkerinnen (und deren Mitfahrer) ist mit 0.6 Mio. CHF pro Jahr im Vergleich zum Stammverkehr bescheiden.
- **VQ9 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr:** Da die zusätzlich Fahrennden im Mehrverkehr relativ grosse Distanzen zurücklegen, müssen sie für den Treibstoffverbrauch auf diesen Strecken Steuern im Umfang von 1.0 Mio. CHF pro Jahr bezahlen.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Sicherheit

- **SI1n Unfälle:** Die Staureduktionen bei der Ausfahrt Wankdorf führen zu zusätzlichen Fahrten mit dem Auto ins Gebiet Wankdorf. Dies bewirkt eine deutliche Zunahme der Fzkm. Dies hat – gemäss statistischen Durchschnittswerten – zusätzliche Unfälle zur Folge, die mit Kosten im Umfang von 2.3 Mio. CHF pro Jahr verbunden sind. Davon sind gut zwei Drittel auf Unfälle auf Innerortsstrassen, gut ein Viertel auf Unfälle auf Nationalstrassen und rund 6% auf Unfälle auf Ausserortsstrassen zurückzuführen.

Umwelt

- **UW1n_Luft Luftbelastung:** Die zusätzlichen Fzkm führen zu zusätzlichen Schadstoffemissionen von 1.0t PM₁₀ sowie 1.6 t NO_x im Jahr 2039 (10 Jahre nach Eröffnung). Dadurch ergeben sich zusätzliche Kosten der Luftbelastung von 1.0 Mio. CHF pro Jahr. Dazu kommen Bauemissionen von 13.8 t PM₁₀ während der Bauphase, die mit Kosten von 0.3 Mio. CHF pro Jahr verbunden sind. Dieses Ergebnis stellt allerdings die tatsächlichen Auswirkungen von BUGAW zu schlecht dar: BUGAW führt auch zu einem Abbau des Staus und zu einer Verflüssigung des Verkehrs. Die Luftschadstoff- und Klimagasemissionen sind bei stockendem Verkehr und bei Stop- and-go-Verkehr höher als bei flüssigem Verkehr. Deshalb führt der Stauabbau zu einer Reduktion der Schadstoffemissionen, was allerdings in die NISTRA-Bewertung nicht eingeflossen ist.
- **UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen:** Durch BUGAW werden gemäss den Lärmberechnungen des Spezialisten Umwelt (CSD-Ingenieure) 12 Wohnungen (bzw. 36 Personen) mit geringeren Lärmbelastungen (über 55 dB(A) Taglärm) im Vergleich zum Referenzfall konfrontiert. Dies hat einen marginalen Nutzen von 0.004 Mio. CHF pro Jahr zur Folge.
- **UW3n Bodenversiegelung:** Durch BUGAW wird eine Fläche von 2.8 ha versiegelt, was Kosten von 0.01 CHF pro Jahr bewirkt. Während der Bauphase werden vorübergehend zusätzlich 7.8 ha für die Installationsplätze benutzt, so dass sich die gesamten Kosten der Bodenversiegelung auf durchschnittlich 0.02 Mio. CHF pro Jahr belaufen.
- **UW4n Klimabelastung:** Wie bei der Luftbelastung führt die Zunahme der Fzkm zu zusätzlichen CO₂-Emissionen im Umfang von gut 2'800 t (im Jahr 2039). Dies verursacht Kosten von 1.0 Mio. CHF pro Jahr. Wiederum sind die tatsächlichen Auswirkungen von BUGAW besser als hier dargestellt, weil die Reduktion der Emissionen durch den Stauabbau nicht berücksichtigt wird.

5.2 Ergebnisse nur für den Stammverkehr

Die obigen Ausführungen zeigen, dass diverse Ergebnisse vor allem durch die Zunahme der Fzkm getrieben werden, so z.B. die Zunahme der Unfälle, die Zunahme der Luft- und Klimabelastung und die Zunahme der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung. Diese Zunahme der Fzkm ist teilweise auf ein Umsteigen vom ÖV auf das Auto zurückzuführen. Deshalb wird untersucht, wie das Ergebnis von BUGAW aussehen würde, wenn man nur den Stammverkehr berücksichtigen würde und den Mehrverkehr ausschliessen könnte. Es ist klar, dass eine solcher Zustand in der Realität nicht auftreten kann, weil es unmöglich ist, den Mehrverkehr zu unterbinden, ohne dem Stammverkehr gleichzeitig zu schaden. Durch die Berechnung dieses «Zwischenzustandes» ohne Mehrverkehr kann das oben dargestellte Gesamtergebnis auf den Stamm- und Mehrverkehr aufgeteilt werden, wobei das Ergebnis für den Mehrverkehr die Differenz zum obigen Gesamtergebnis ist.

Die folgende Tabelle zeigt, dass sich das Gesamtergebnis deutlich verbessert: Die Kosten sinken auf 4.4 Mio. CHF pro Jahr (–1.4 Mio. CHF pro Jahr im Vergleich zum Basisszenario in Tabelle 7) und die Nutzen steigen auf 11.9 Mio. CHF pro Jahr (+ 5.2 Mio. CHF pro Jahr im Vergleich zum Basisszenario), so dass eine Nutzen-Kosten-Verhältnis von 2.7 resultiert. Dies ist auf folgende Effekte zurückzuführen (es werden nur die Indikatoren erwähnt, die sich vom Basisszenario unterscheiden):

- **DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse:** Die Zunahme der Fzkm im Stammverkehr ist viel kleiner als die Zunahme im Gesamtverkehr. Entsprechend steigen auch die zusätzlichen Kosten für die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung deutlich weniger an, nämlich um 0.1 statt 1.5 Mio. CHF pro Jahr.
- **VQ1n Reisezeit Stammverkehr:** Es kann keine Differenz ausgewiesen werden. Tatsächlich wären die Zeitgewinne aber höher, wenn der Mehrverkehr ausbleiben würde: Ohne Mehrverkehr wäre weniger Verkehr auf den Strassen, damit würde der Stau abnehmen und die Reisezeiten würden kleiner. Folglich sind die Zeitgewinne ohne Mehrverkehr höher als mit Mehrverkehr. Die Bestimmung der Reisezeiten ohne Mehrverkehr würde umfangreiche Berechnungen im Verkehrsmodell bedingen, weshalb darauf verzichtet wurde. Tatsächlich wäre das Nutzen-Kosten-Verhältnis ohne Mehrverkehr höher als 2.7.
- **VQ4 und VQ7 Auswirkungen auf den ÖV und MWST-Einnahmen im ÖV:** Wird der Mehrverkehr vernachlässigt, so werden auch die Umsteiger vom ÖV auf das Auto vernachlässigt, so dass diese beiden Indikatoren Null betragen. Damit verbessert sich das Ergebnis um 2.0 Mio. CHF pro Jahr.
- **VQ8 und VQ9 Nettonutzen Mehrverkehr und Treibstoffsteuereinnahmen im Mehrverkehr:** Ohne Mehrverkehr entfallen die Nutzen von insgesamt 1.6 Mio. CHF pro Jahr.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

- **S11n Unfälle:** Wird nur der Stammverkehr betrachtet, findet infolge von BUGAW eine Verschiebung der Fzkm von Ausserorts- und Innerortsstrassen auf die Nationalstrasse statt. Da die Nationalstrasse deutlich sicherer ist als das untergeordnete Netz führt dies zu einer Reduktion der Unfälle im Umfang von 0.7 Mio. CHF pro Jahr. Wird jedoch auch der Mehrverkehr berücksichtigt, nimmt der Verkehr auf allen Strassentypen zu und damit steigen auch die Unfälle um 2.3 Mio. CHF pro Jahr. Bei den Unfällen verändert sich also auch das Vorzeichen des Effektes, wenn der Mehrverkehr miteinbezogen wird. Falls nur der Stammverkehr betrachtet wird, verbessert sich das Ergebnis also um insgesamt 3.0 Mio. CHF pro Jahr.
- **UW1n_Luft und UW4n Luft- und Klimabelastung:** Durch das Weglassen des Mehrverkehrs verbessert sich das Ergebnis für die Luft- und Klimabelastung. Beide Indikatoren sind zwar nach wie vor negativ, aber fallen um 1.0 bzw. 0.9 Mio. CHF besser aus als im Basisszenario in Tabelle 7.

Aus der Differenz des Gesamtergebnisses in Tabelle 7 und des Ergebnisses für den Stammverkehr in Tabelle 8 lässt sich das Ergebnis für den Mehrverkehr ermitteln. Dieses fällt mit –6.6 Mio. CHF pro Jahr klar negativ aus.

Indikator	Mengeneffekt im Jahr 2039	Annuität (Mio. CHF)	
		Kosten	Nutzen
Direkte Kosten		4.41	
DK1 Baukosten	---	3.54	
DK2 Ersatzinvestitionen	---	0.48	
DK3 Landkosten	---	0.26	
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	---	0.13	
Verkehrsqualität		-	11.61
VQ1n Reisezeit Stammverkehr	0.25 Mio. h		10.72
VQ2n Zuverlässigkeit	---		-
VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	1 Mio. Fzkm		0.89
VQ4 Auswirkungen auf den ÖV	---	-	-
VQ7 MWST-Einnahmen ÖV	---		-
VQ8 Nettonutzen Mehrverkehr	---		-
VQ9 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	---		-
Sicherheit			0.67
S11n Unfälle			0.67
Umwelt			-0.42
UW1n_Luft Luftbelastung	0.1 t PM10		-0.33
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen	---		0.00
UW3n Bodenversiegelung	2.8 ha		-0.02
UW4n Klimabelastung	218 t CO2		-0.08
Total		4.41	11.86
Saldo Total			7.45
Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV)			2.69

Tabelle 8: KNA-Ergebnisse für BUGAW, wenn **nur der Stammverkehr** miteinbezogen wird

5.3 Entwicklung des Nettonutzens über die Zeit

Die folgende Abbildung zeigt, wie sich der Nettonutzen von BUGAW über die Zeit entwickelt. In den Jahren 2020 bis 2023 fallen relativ geringe Planungskosten von gut 2 Mio. CHF pro Jahr an. Ab 2024 wird gebaut und entsprechend hoch sind die Kosten. Der temporäre Landverbrauch für die Installationsplätze ist gut sichtbar: Im Jahr 2025 wird dieses Land einer anderen Nutzung entzogen (rechnerisch gekauft) und 2028 wird es wieder freigegeben (verkauft) – diese Ausschläge nach unten bzw. oben sind in der Abbildung gut erkennbar. Nach der Eröffnung im Jahr 2029 steigen die Nettonutzen über die Zeit bzw. mit dem Reallohn- und Verkehrswachstum langsam an. Die Ersatzinvestitionen für verschiedene Baubestandteile sind als «Dellen» in diesem steigenden Trend zu erkennen.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

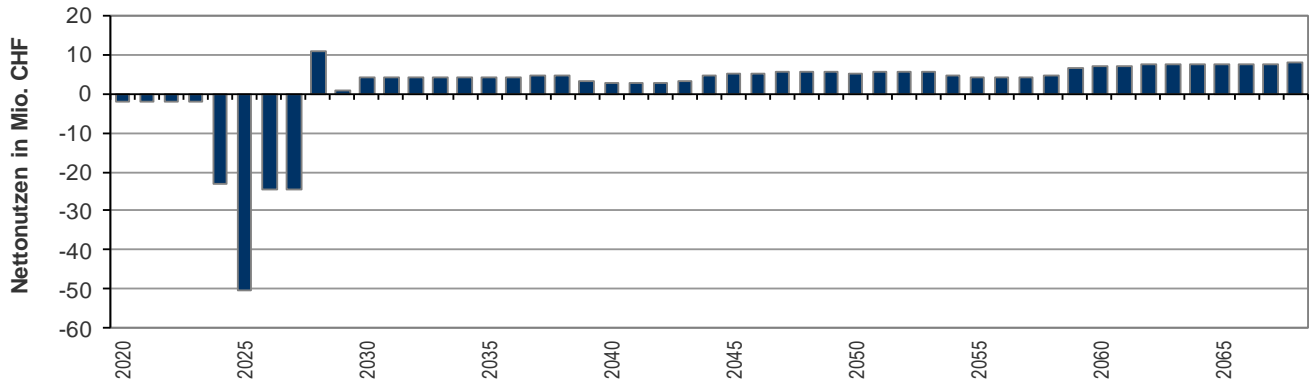


Abbildung 11: Entwicklung der Nettonutzen über die Zeit

5.4 Sozioökonomische Teilbilanzen

Im Folgenden wird die Verteilung der Nutzen und Kosten auf die sozioökonomischen Gruppen untersucht (vgl. folgende Abbildung).

- **Der Staat als Betreiber ist negativ vom Projekt betroffen:** Er muss die gesamten Investitionskosten (DK1 bis DK3) sowie auch die Betriebs- und Unterhaltskosten der Strassen tragen (inkl. der Erhöhung der Kosten für die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung). Die Verluste bei den Einnahmen im ÖV werden ebenfalls dem Staat angerechnet, weil der Staat die Defizite der Bahnbetreiber durch Abgeltungen deckt. Gesamthaft bezahlt der Staat als Betreiber somit durchschnittlich 7.7 Mio. CHF pro Jahr (ein Grossteil davon während der Bauphase).
- **Der Staat kann von höheren Steuereinnahmen profitieren:** Die MWST-Einnahmen im ÖV nehmen leicht ab, während die Treibstoffsteuereinnahmen im Stamm- und vor allem im Mehrverkehr zunehmen, so dass die Steuereinnahmen insgesamt um 1.1 Mio. CHF pro Jahr steigen. Gesamthaft kostet BUGAW den Staat also durchschnittlich 6.6 Mio. CHF pro Jahr.
- **Die grossen Profiteure von BUGAW sind die Benutzerinnen und Benutzer:** Sie profitieren von den Zeitgewinnen (bei den Reisezeiten VQ1n und den Betriebskosten VQ3n im Stammverkehr sowie beim Nettonutzen im Mehrverkehr). Sie müssen aber im Stammverkehr leicht höhere Treibstoffsteuern zahlen (0.1 Mio. CHF pro Jahr) und sie tragen die internen Unfallkosten von 1.9 Mio. CHF pro Jahr. Gesamthaft erreichen die Benutzerinnen und Benutzer einen Nettonutzen von 10.1 Mio. CHF.
- **Die Allgemeinheit trägt die externen Kosten:** Dies sind einerseits die externen Unfallkosten sowie andererseits die gesamten Umweltkosten. Gesamthaft steigen die externen Kosten des Verkehrs durch BUGAW um 2.6 Mio. CHF pro Jahr.
- Das Ergebnis der Teilbilanz Staat wird zu den Ergebnissen der externen Kosten hinzugezählt, um das Gesamtergebnis für die Allgemeinheit zu berechnen. Dieses ist mit -9.2 Mio. CHF pro Jahr klar negativ.
- Das Gesamtergebnis der KNA erhält man, wenn man die Teilbilanz der Benutzerinnen und Benutzer und die Teilbilanz der Allgemeinheit addiert ($10.13 - 9.25 = 0.88$ Mio. CHF pro Jahr).

Schliesslich wird noch kurz die Aufteilung des Ergebnisses auf die **Fahrzeugkategorien** betrachtet. Es zeigt sich, dass die Personenwagen einen Nettonutzen von 6.4 Mio. CHF erzielen können. Motorisierte Zweiräder tragen lediglich 0.1 Mio. CHF pro Jahr zum Ergebnis bei. Aufgrund der Zeitgewinne profitiert auch der Güterverkehr (Lieferwagen 0.6 Mio. CHF pro Jahr, schwere Nutzfahrzeuge 0.4 Mio. CHF pro Jahr). Die Bahn verliert hingegen 1.4 Mio. CHF pro Jahr und der öffentliche Strassenverkehr muss mit Einbussen von 0.6 Mio. CHF pro Jahr rechnen. Schliesslich sind -4.6 Mio. CHF pro Jahr nicht auf die Fahrzeugkategorien zuteilbar (insbesondere die Investitionskosten).

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Teilbilanzen KNA	Annuität in Mio. CHF		
	Kosten	Saldo	Nutzen
Teilbilanz Staat			
<u>Unter-Teilbilanz Betreiber</u>			
DK1 Baukosten	3.54		
DK2 Ersatzinvestitionen	0.48		
DK3 Landkosten	0.26		
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	1.55		
VQ4 Auswirkungen auf den ÖV	-		-1.89
<u>Saldo Unter-Teilbilanz Betreiber</u>		-7.71	
<u>Unter-Teilbilanz übriger Staat</u>			
VQ7 MWST-Einnahmen ÖV			-0.08
VQ9 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr			1.04
VQ10 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr			0.12
<u>Saldo Unter-Teilbilanz übriger Staat</u>		1.08	
Saldo Teilbilanz Staat		-6.64	
Teilbilanz BenutzerInnen			
VQ1n Reisezeit Stammverkehr			10.72
VQ2n Zuverlässigkeit			-
VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr			0.89
VQ8 Nettonutzen Mehrverkehr			0.58
VQ10 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr	0.12		
SI1n Unfälle (Anteil BenutzerInnen)			-1.94
Saldo Teilbilanz BenutzerInnen		10.13	
Teilbilanz Allgemeinheit			
SI1n Unfälle (Anteil Allgemeinheit = externe Kosten)			-0.35
UW1n_Luft Luftbelastung			-1.29
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen			0.00
UW3n Bodenversiegelung			-0.02
UW4n Klimabelastung			-0.95
Zwischensaldo externe Kosten des Verkehrs		-2.61	
<i>Saldo Teilbilanz Staat (Übertrag)</i>			-6.64
Saldo Teilbilanz Allgemeinheit		-9.25	

Tabelle 9: Sozioökonomische Teilbilanzen

5.5 Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

Die KNA beruht auf diversen Annahmen, deren Ausprägungen unsicher sind. Deshalb schreibt NISTRA eine Sensitivitätsanalyse vor, in der untersucht wird, welche Auswirkungen Veränderungen bei den Annahmen auf das Ergebnis haben. Die folgende Abbildung und Tabelle zeigen, dass der Saldo aller Teilwirkungen (Saldo Annuität) je nach Annahme positiv oder negativ ausfällt. Dies war aufgrund des Ergebnisses im Basisszenario von leicht über Null zu erwarten. Die Annuität schwankt in den Sensitivitätsanalysen zwischen -2.1 und +3.6 Mio. CHF pro Jahr, das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) zwischen 0.6 und 1.6.

- Falls der **Diskontsatz**, mit welchem die künftigen Kosten und Nutzen abdiskontiert werden, von 2% auf 3% erhöht wird, sinkt die Annuität auf -0.4 Mio. CHF pro Jahr (NKV 0.94). Grund dafür ist, dass die Nutzen mit der Zeit zunehmen und mit einer höheren Diskontrate stärker abdiskontiert werden und damit weniger ins Gewicht fallen.
- Das **Reallohnwachstum** hat einen relativ grossen Einfluss auf das Ergebnis: Bei einem Reallohnwachstum von 0% bzw. 1.5% pro Jahr (statt 0.75%) schwankt die Annuität zwischen -0.7 und 3.0 Mio. CHF pro Jahr (NKV zwischen 0.9 und 1.5).
- Das **Verkehrswachstum** ist weniger bedeutend, weil ein Wachstum von 0% oder 2% (statt 1%) die Annuität lediglich zwischen 0.4 und 1.5 Mio. CHF pro Jahr variieren lässt (NKV zwischen 1.1 und 1.2). Auch bei ausbleibendem Verkehrswachstums ergibt sich also ein NKV über 1.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

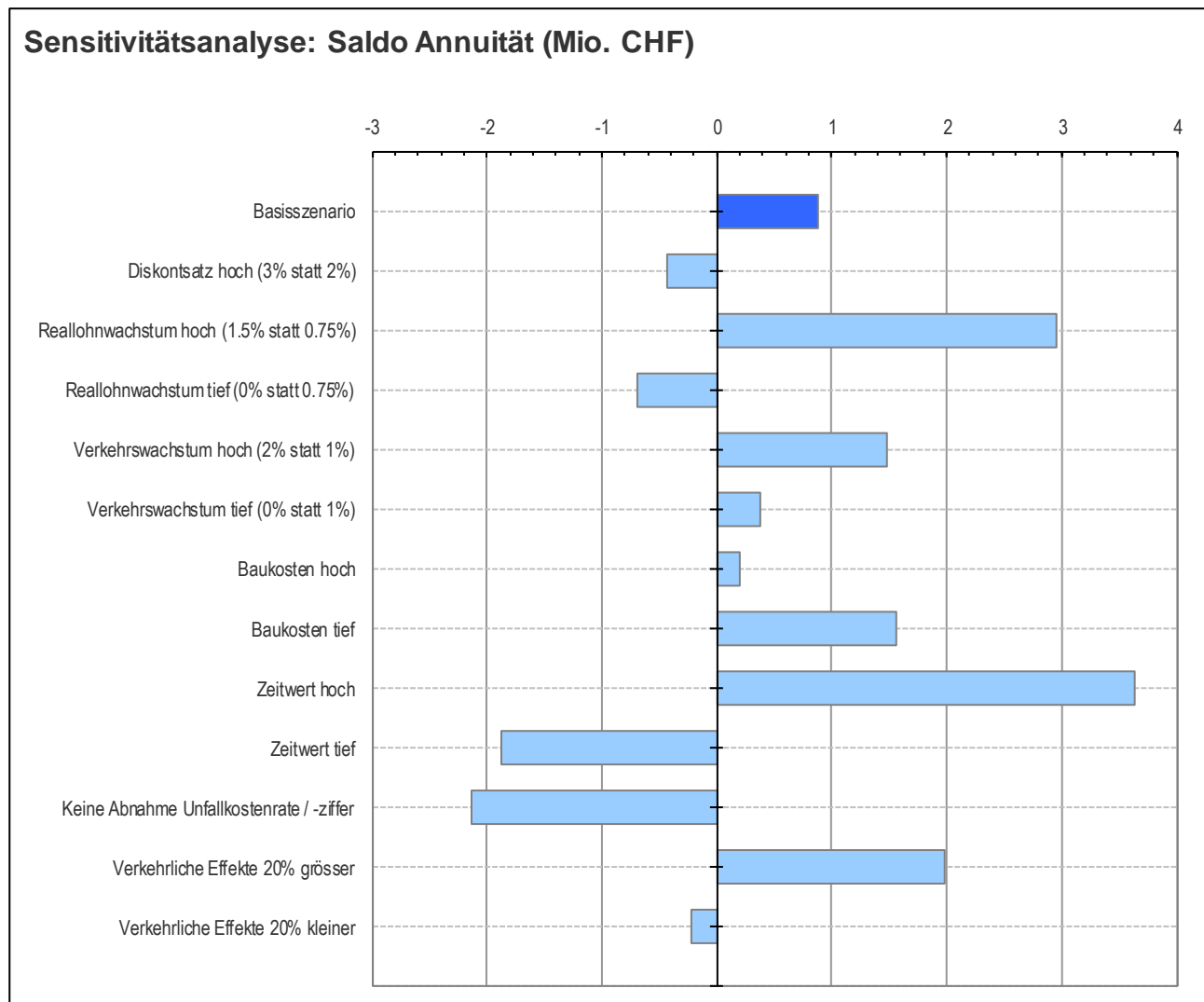


Abbildung 12: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

Szenarien	Annuität Saldo	NKV
Basisszenario	0.88	1.15
Diskontsatz hoch (3% statt 2%)	-0.44	0.94
Reallohnwachstum hoch (1.5% statt 0.75%)	2.96	1.47
Reallohnwachstum tief (0% statt 0.75%)	-0.70	0.87
Verkehrswachstum hoch (2% statt 1%)	1.48	1.25
Verkehrswachstum tief (0% statt 1%)	0.38	1.07
Baukosten hoch	0.20	1.03
Baukosten tief	1.56	1.30
Zeitwert hoch	3.64	1.62
Zeitwert tief	-1.88	0.68
Keine Abnahme Unfallrate	-2.13	0.63
Verkehrliche Effekte 20% grösser	1.98	1.32
Verkehrliche Effekte 20% kleiner	-0.22	0.96

Tabelle 10: Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

- Veränderungen bei den **Baukosten** im Umfang der Genauigkeit der Kostenschätzung von $\pm 15\%$ haben Schwankungen der Annuität zwischen 0.2 und 1.6 Mio. CHF pro Jahr (NKV zwischen 1.03 und 1.3) zur Folge. Auch mit hohen Baukosten ergibt sich also immer noch ein NKV über 1.
- Der **Zeitwert** ist für das Ergebnis wichtig: Falls der Kostensatz pro Stunde um $\pm 25\%$ verändert wird (im Güterverkehr um $\pm 20\%$), so verändert sich das Ergebnis deutlich, weil die Zeitgewinne die monetär grössten Ef-

d. Kosten-Nutzen-Analysen

fekte verursachen: Die Annuität kann auf –1.9 Mio. CHF pro Jahr fallen oder auf 3.6 Mio. CHF pro Jahr steigen (NKV 0.7 bis 1.6). Die oberen Werte sind die höchsten in den Sensitivitätsanalysen erreichten Werte.

- Im Basisszenario wird gemäss SN 641 824 angenommen, dass die **Unfallrate** (Anzahl Unfälle pro Fzkm) um 2% pro Jahr abnimmt. Sollte die Unfallrate hingegen konstant bleiben, so führt der Mehrverkehr zu mehr zusätzlichen Unfällen und das Projekt kann nur noch eine Annuität von –2.1 Mio. CHF pro Jahr bzw. ein NKV von 0.6 erreichen. Dies ist das schlechteste Ergebnis in den Sensitivitätsanalysen.
- Auch die Ergebnisse des Verkehrsmodells sind mit Unsicherheiten behaftet. Deshalb wird untersucht, wie sich die Ergebnisse verändern, wenn alle **Verkehrsmoellergebnisse** um 20% erhöht bzw. reduziert werden. Die Annuität schwankt dadurch zwischen – 0.2 und 2.0 Mio. CHF pro Jahr (NKV zwischen 0.96 und 1.3).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass BUGAW bei 7 von 12 Sensitivitäten ein positives Ergebnis mit einem NKV über 1 und bei den übrigen 5 Sensitivitäten ein negatives Ergebnis mit einem NKV unter 1 erzielt. Besonders unvorteilhaft für BUGAW ist es, wenn die Unfallrate über die Zeit nicht sinkt oder wenn die Bewertung der Zeitkosten tiefer ist als im Basisszenario. Gut für BUGAW ist hingegen, wenn die Bewertung der Zeitkosten höher ausfällt, wenn das Reallohnwachstum hoch ist und wenn die verkehrlichen Auswirkungen grösser sind als berechnet.

5.6 Fazit zur KNA

Die Ergebnisse der KNA zeigen, dass BUGAW zu einer deutlichen Reduktion des Staus bei der Ausfahrt Wankdorf und folglich zu hohen Reisezeitgewinnen führt. Falls es möglich wäre, den durch BUGAW ausgelösten Mehrverkehr zu verhindern, könnte ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von über 2.7 erzielt werden. Das Projekt ist jedoch so attraktiv, dass es Mehrverkehr anzieht. Die Nutzen dieses Mehrverkehrs für die Fahrzeuglenkenden und den Staat (zusätzliche Treibstoffsteuereinnahmen) sind jedoch relativ gering. Allerdings hat der Mehrverkehr einige negative Auswirkungen zur Folge: Die zusätzlichen Fahrzeugkilometer führen zu mehr Unfällen und höheren Kosten in den Bereichen Luft- und Klimabelastung. Zudem steigen mit den Fzkm auch die Kosten der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung. Schliesslich führt BUGAW auch zu einem Umsteigen vom ÖV auf den MIV und damit zu Einnahmenverlusten im ÖV. Gesamthaft ist das Ergebnis der NISTRA-KNA mit 0.9 Mio. CHF pro Jahr positiv. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis liegt bei 1.15. Das tatsächliche Ergebnis ist aber etwas besser, weil die Reduktion der Schadstoffemissionen durch den Stauabbau in der KNA nicht berücksichtigt wird und weil der Nutzen einer besseren Zuverlässigkeit auf den Zufahrten ebenfalls nicht monetarisiert werden kann. Im Rahmen der von NISTRA standardmässig vorgegebenen Sensitivitätsanalysen schwankt die Annuität zwischen –2.1 und +3.6 Mio. CHF pro Jahr, das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) zwischen 0.63 und 1.62.

Da das NKV in den Sensitivitätsanalysen nicht immer über 1 liegt, erhalten die Kosten-Wirksamkeits-Analyse sowie die ergänzende qualitative Analyse der Auswirkungen von BUGAW eine erhöhte Bedeutung. Beispielsweise kann wie erwähnt in der KNA der positive Effekt auf die Zuverlässigkeit nicht abgebildet werden. Auch weitere Auswirkungen von BUGAW können nicht in die KNA integriert werden bzw. können nicht in Geldeinheiten ausgedrückt werden. In den folgenden beiden Kapiteln werden deshalb auch weitere Effekte betrachtet, die in der KNA nicht enthalten sind.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

6 Ergebnisse der Kosten-Wirksamkeits-Analyse

6.1 Ergebnisse der KWA

Die folgenden Abbildungen zeigen die Ergebnisse der KWA. Anschliessend werden die Ergebnisse je Indikator erläutert. Folgende Punkte sind zu beachten (vgl. auch Abschnitt 3.2):

- In der KWA werden nur die Auswirkungen auf den Stammverkehr betrachtet.
- Das NISTRA-Handbuch²¹ legt je Indikator fest, wie die Punkte für die Veränderung sowie Betroffenheit zu vergeben sind. Die Bewertung erfolgt anhand einer Treppenfunktion. Das bedeutet, dass für die Bewertung die Daten in ganzzahlige (gerundete) Punktezahlen für Veränderung bzw. Betroffenheit umgewandelt werden.

Abbildung 13 zeigt je Indikator die Wirksamkeit des Projekts. Es fällt auf, dass das Projekt keine ausgeprägten Effekte auf die Indikatoren hat. Der höchste Nutzen von BUGAW fällt bei der Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte (SE3) an. Hingegen wird die Umwelt negativ von BUGAW tangiert. Die Verkehrsqualität, die Sicherheit sowie die Siedlungsentwicklung werden infolge des Projekts positiv oder neutral beeinflusst.

1) Wirksamkeit nach Indikatoren

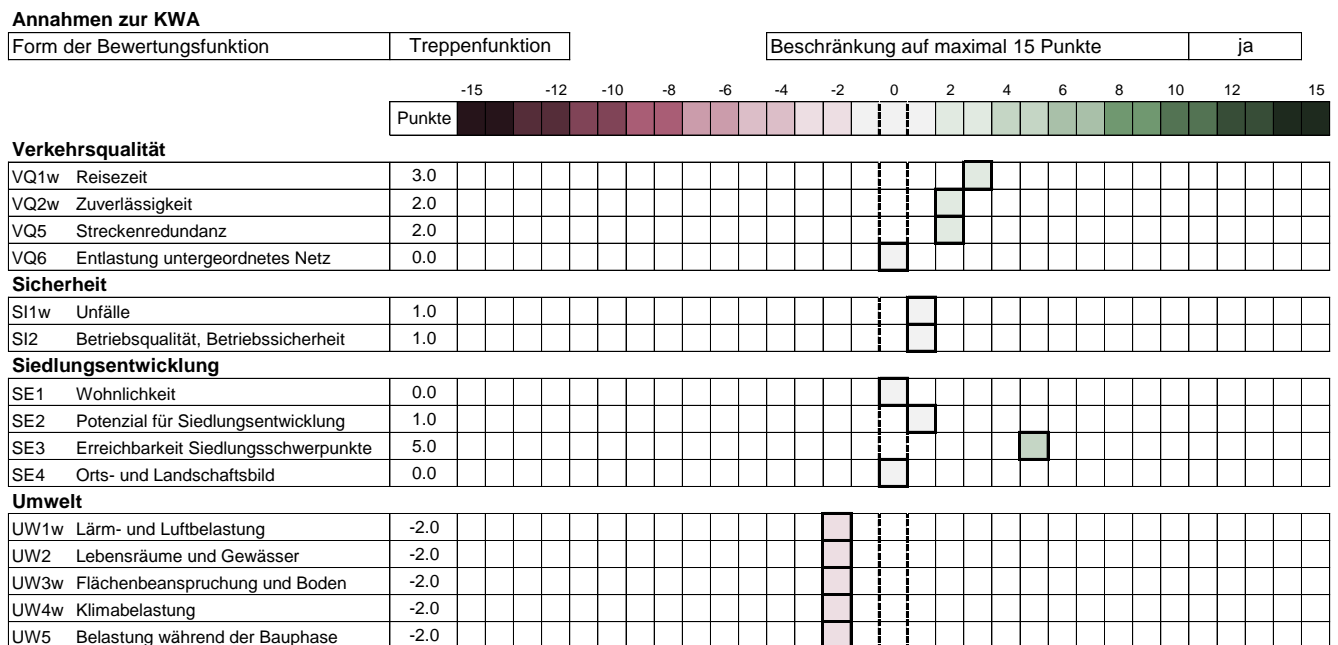


Abbildung 13: Wirksamkeit nach Indikatoren mit Treppenfunktion

Wenn man die Indikatoren nach verschiedenen, von NISTRA vorgegebenen Sichtweisen gewichtet und aggregiert, ergeben sich die Resultate wie in der oberen Hälfte der Abbildung 14 ausgewiesen. Die Wirksamkeit des Projekts ist am höchsten für die Strassenbenutzer, wegen den positiven Effekten auf die Verkehrsqualität, sowie für die Region, wegen den Wirkungen auf die Siedlungsentwicklung und die Verkehrsqualität. Die tiefste Wirksamkeit hat das Projekt für die Anwohner, insbesondere wegen den negativen Wirkungen auf die Umwelt. Allerdings hat das Projekt auch positive Effekte für die Anwohner, insbesondere für die Siedlungsentwicklung.

²¹ Ecoplan (2018), Handbuch NISTRA 2017

d. Kosten-Nutzen-Analysen**2) Wirksamkeit gewichtet und aggregiert**

	Haupt- gewichtung	Investor ASTRA	Betreiber ASTRA	Strassen- benutzer	Anwohner	Region
Verkehrsqualität	0.78	0.86	0.72	1.16	0.24	0.70
Sicherheit	0.20	0.18	0.40	0.24	0.04	0.04
Siedlungsentwicklung, Städtebau	0.33	0.30	0.00	0.22	0.58	0.90
Umwelt	-0.40	-0.42	-0.40	-0.20	-0.56	-0.44
Total	0.90	0.92	0.72	1.42	0.30	1.20

3) Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis

10 * Gesamtwirkung	9.0	9.2	7.2	14.2	3.0	12.0
Direkte Kosten (Annuität)	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Wirksamkeit-Kosten-Verhältnis	1.55	1.58	1.24	2.44	0.51	2.06

Abbildung 14: Wirksamkeit gewichtet und aggregiert sowie Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis

Die untere Hälfte der Abbildung 14 zeigt das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis. Das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis ergibt sich, indem die Gesamtwirkung mit dem Faktor 10 multipliziert und anschliessend durch Annuität der direkten Kosten dividiert wird. Ein Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis grösser 1 hat keine Aussagekraft bezüglich der Vorteilhaftigkeit des betrachteten Projekts, sondern es dient vielmehr für den Vergleich zwischen Varianten.

Nachfolgend werden die Effekte von BUGAW auf die einzelnen Indikatoren erläutert:

Verkehrsqualität

- **VQ1w Reisezeit** (+3 Punkte): BUGAW erlaubt Reisezeitreduktionen von 690 ph pro Tag durch den Stauabbau bei der Ausfahrt Wankdorf. Die Zeitgewinne werden in NISTRA unterschätzt, weil wie in Abschnitt 3.2 erklärt im Verkehrsmodell Zeitgewinne berechnet wurden, die der Stammverkehr erzielen kann, wenn auch der Mehrverkehr fährt. Der hypothetische Zustand mit nur Stammverkehr und ohne Mehrverkehr wurde nicht berechnet.
- **VQ2w Zuverlässigkeit** (+2 Punkte): Heute gibt es täglich kritische Störungen aufgrund der Überlast bei den Ausfahrten. Die Überlast wird durch die neuen Ausfahrtsrampen und die Entflechtung mit BUGAW behoben. Die Veränderung der Zuverlässigkeit auf der Nationalstrasse wurde nicht berechnet, da sich die Streckenbelastung auf der Nationalstrasse kaum verändert und sich damit auch kaum Effekte auf die Zuverlässigkeit ergeben.
- **VQ5 Streckenredundanz** (+2 Punkte): Mit dem Indikator wird beurteilt, wie gut die Verkehrsmenge bei Bauarbeiten abgewickelt werden kann. Das Projekt sieht im Vergleich zum Referenzfall keine zusätzlichen Fahrspuren auf der Nationalstrasse vor. Somit ergibt sich auch keine Verbesserung der Streckenredundanz. Die Wirkung auf die Streckenredundanz ist trotzdem leicht positiv, weil drei neue Ausfahrtsrampen gebaut werden.
- **VQ6 Entlastung untergeordnetes Netz** (0 Punkte): Für die Beurteilung der Entlastung auf dem untergeordneten Netz sind nur Strassenabschnitte mit einer Spitzenbelastung grösser 1'600 Fahrzeuge pro Stunde relevant, die zudem in einem Siedlungsgebiet liegen. Das Projekt führt auf dem Schermenweg zwischen dem Anschluss Wankdorf und dem Wankdorfplatz in beide Richtungen zu einer Verkehrszunahme und ab Ausfahrt Spiez bis Bolligenstrasse zu einer Verkehrsreduktion. Insgesamt ergibt sich für das untergeordnete Netz kaum eine Veränderung.

Sicherheit

- **SI1w Unfälle** (+1 Punkt): Die Stauabnahmen bei der Ausfahrt Wankdorf führen zu einer Rückverlagerung des Verkehrs auf die Nationalstrasse, die deutlich sicherer ist als Innerorts- und Ausserortsstrassen. Im Stammverkehr nehmen die Unfälle ab (vgl. auch Indikator SI1n in der KNA in Abschnitt 5.2)
- **SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit** (+1 Punkt): Im Vergleich zum Referenzfall gibt es mit BUGAW weiterhin gleich viele Fahrspuren auf dem Nationalstrassenabschnitt. Deshalb führt das Projekt zu keiner Verbesserung der Betriebssicherheit für Blaulichtorganisationen sowie für den kleinen Unterhalt auf der Nationalstrasse. Allerdings führen die drei neuen Ausfahrtsrampen zu einer Entflechtung und Verflüssigung des Verkehrsablaufs und haben deshalb einen leicht positiven Effekt auf die Betriebsqualität zur Folge.

Siedlungsentwicklung

- **SE1 Wohnlichkeit** (0 Punkte): Die Nationalstrasse führt nicht direkt durch ein Siedlungsgebiet, sondern es wohnen nur wenige Personen innerhalb 200m von der Nationalstrasse entfernt. In diesem Bereich verändert sich die Verkehrsmenge auf der Nationalstrasse kaum.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

- **SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung** (+1 Punkt): Gemäss dem regionalen Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept RGSK liegen mehrere Umstrukturierungs- und Verdichtungsgebiete im Perimeter. BUGAW führt in der Tendenz zu einer Zunahme des Verkehrsaufkommens bei diesen Umstrukturierungs- und Verdichtungsgebieten. Dank der neuen Rampen kann aber eine Verflüssigung des Verkehrs und dadurch eine verbesserte Erreichbarkeit dieser Gebiete erreicht werden, wie auch die Reisezeitgewinne zeigen.
- **SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte** (+5 Punkte): Gemäss RGSK Bern-Mittelland liegen wichtige und grosse Entwicklungsschwerpunkte (ESP) im Perimeter (ESP Wankdorf und ESP Bahnhof Ostermundigen). Die neuen Ausfahrtsrampen führen dazu, dass sich die Reisezeiten zu den Entwicklungsschwerpunkten leicht reduzieren, trotz zunehmendem Verkehrsaufkommen im Bereich des Anschlusses. Die Reisezeitreduktion beträgt ca. 30 Sekunden bis maximal gut 2 Minuten. Die verbesserte Erreichbarkeit der ESP ist auch einer der Gründe, warum BUGAW überhaupt geplant wurde.
- **SE4 Orts- und Landschaftsbild** (0 Punkte): Während der Bauphase verursachen Waldrodungen und Geländemodellierungen umfassende und einsehbare Eingriffe, welche die Erholungsnutzung tangieren. Dank den geplanten Massnahmen in BUGAW wird langfristig die heutige Situation wiederhergestellt oder gar geringfügig verbessert. Im Vergleich zum Referenzfall wird es somit langfristig keine relevanten Veränderungen im Orts- und Landschaftsbild geben. Ohne die ergänzenden, landschaftsschützenden Massnahmen in BUGAW wäre das Ergebnis negativ.

Umwelt

- **UW1w Lärm- und Luftbelastung** (-2 Punkte): Auf der Nationalstrasse verändert sich das Verkehrsaufkommen um den Anschluss Wankdorf kaum. Zudem leben auch nur wenige Personen im Perimeter. Auf dem untergeordneten Netz wird insgesamt mit einer leichten Zunahme des Verkehrsaufkommens gerechnet. Direkt um die Nationalstrassenanschlüsse ist die Bevölkerungsdichte gering. Grossteils liegt das untergeordnete Netz aber in dichtem Siedlungsgebiet.
- **UW2 Lebensräume und Gewässer** (-2 Punkte): Das Vorhaben tangiert vor allem in der Bauphase geschützte und schützenswerte Lebensräume, insbesondere (alte) Gehölze (Allee, Wald, Feldgehölze, Hecken), Magerwiesen und viele Grünflächen. Die tangierten Flächen können aber wiederhergestellt werden und es wird ein Vernetzungskorridor als Ersatzmassnahme erstellt.
- **UW3 Flächenbeanspruchung und Boden** (-2 Punkte): Es werden 2.8 ha zusätzlich versiegelt. Dabei handelt es sich vorwiegend um Böden minderer Qualität (anthropogene Böden, aber keine Fruchfolgeflächen bzw. keine landwirtschaftlichen Nutzflächen), insbesondere Grünbereiche im Nahbereich der Nationalstrasse.
- **UW4 Klimabelastung** (-2 Punkte): Durch BUGAW verlagert sich der Verkehr zurück auf die Nationalstrasse. Dadurch steigen die CO₂-Emissionen um 218t bis ins Jahr 2039 (im Stammverkehr).
- **UW5 Belastung während der Bauphase** (-2 Punkte): Während der Bauzeit von ca. 5 Jahren gibt es lärmintensive Arbeiten (z.B. Pfählen), diverse Installationsplätze und zusätzliche Transporte auf einer Baustelle mit 1.165km Länge. Es sind aber nur wenige Wohnbauten von den Belastungen betroffen.

6.2 Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse

Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wurde ermittelt, wie sich die Ergebnisse verändern, wenn die Bewertung der Indikatoren mittels linearer Funktionen anstelle von Treppenfunktionen erfolgt und wenn die Beschränkung auf maximal 15 Wirksamkeitspunkte aufgehoben wird.

Im Vergleich zur Treppenfunktion werden mit der linearen Funktion die detaillierten Daten für die Berechnung der Punktezahl nicht gerundet. Dadurch werden die Ergebnisse und Unterschiede zwischen den Indikatoren besser ersichtlich und allfällige Verzerrungen der Nutzenpunkte nach oben oder unten verhindert. So vermindert sich z.B. die Betroffenheit beim Indikator SI2 «Betriebsqualität, Betriebssicherheit» von 1 auf 0.1.

Die Betroffenheit beim Indikator SE3 «Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte» beträgt 5 Punkte, weil die betroffenen ESP über 25 ha gross sind. Tatsächlich sind die ESP Wankdorf und Ostermundigen Bahnhof zusammen jedoch 44 ha gross. Mit linearer Funktion und ohne Beschränkung auf maximal 5 Punkte ergeben sich somit 8 Punkte.

Wie die folgende Abbildung zeigt, sind diese beiden Veränderungen auch die grössten Veränderungen im Rahmen der Sensitivität. Bei den anderen Indikatoren ändern die Wirksamkeitspunkte zwar oft auch, aber gerundet auf ganze Punkte bleiben sie gleich.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

1) Wirksamkeit nach Indikatoren

Annahmen zur KWA

Form der Bewertungsfunktion	Lineare Funktion	Beschränkung auf maximal 15 Punkte	nein
-----------------------------	------------------	------------------------------------	------

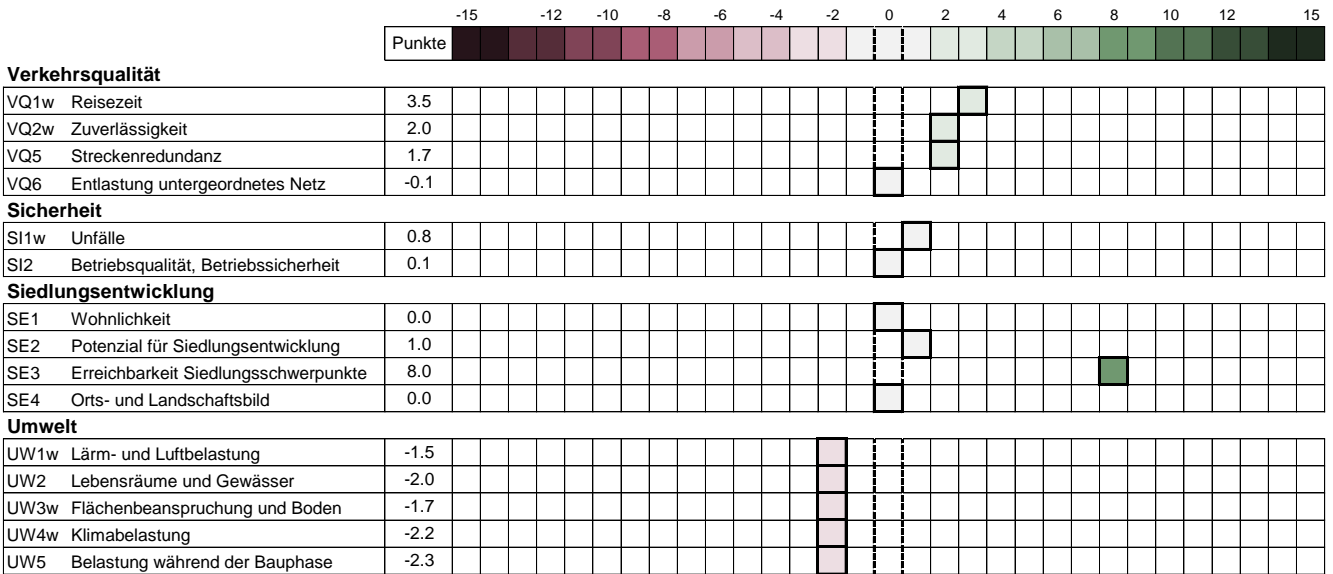


Abbildung 15: Wirksamkeit nach Indikatoren mit linearer Funktion und ohne Beschränkung auf maximal 15 Punkte

Das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis fällt mit der linearen Funktion insgesamt etwas besser aus als im Basisszenario. Auch für die verschiedenen Sichtweisen verbessert sich das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis – ausser für die Sicht Betreiber ASTRA. Das Projekt weist neu aus Sicht der Region das beste Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis aus, gefolgt von den Strassenbenutzern (statt in umgekehrter Reihenfolge im Basisszenario). Das geringste Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis erzielt neu der Betreiber ASTRA (statt der Anwohner), der vor allem weniger von der Erhöhung von SI2 «Betriebsqualität, Betriebssicherheit» profitieren kann.

2) Wirksamkeit gewichtet und aggregiert

	Hauptgewichtung	Investor ASTRA	Betreiber ASTRA	Strassenbenutzer	Anwohner	Region
Verkehrsqualität	0.79	0.90	0.66	1.22	0.24	0.72
Sicherheit	0.11	0.09	0.18	0.16	0.03	0.03
Siedlungsentwicklung, Städtebau	0.50	0.45	0.00	0.34	0.88	1.39
Umwelt	-0.38	-0.40	-0.39	-0.19	-0.52	-0.41
Total	1.01	1.03	0.46	1.53	0.64	1.73

3) Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis

10 * Gesamtwirkung	10.1	10.3	4.6	15.3	6.4	17.3
Direkte Kosten (Annuität)	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8
Wirksamkeit-Kosten-Verhältnis	1.74	1.78	0.79	2.63	1.10	2.96

Abbildung 16: Wirksamkeit gewichtet und aggregiert sowie Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis mit linearer Funktion und ohne Beschränkung auf maximal 15 Punkte

6.3 Fazit

Zunächst sei nochmals darauf hingewiesen, dass sich das Ergebnis der KWA nicht als Grundlage für den Bauentscheid eignet, sondern vor allem für den Vergleich von Varianten geeignet ist. Ein Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis grösser 1 hat keine Aussagekraft bezüglich der Vorteilhaftigkeit des betrachteten Projekts.

Das Projekt BUGAW hat insbesondere bei den folgenden Indikatoren der KWA positive Wirkungen zur Folge:

- Erreichbarkeit der Siedlungsschwerpunkte (SE3) und Potenzial der Siedlungsentwicklung (SE2)
- Verkehrsqualität: Reisezeit (VQ1w), Zuverlässigkeit (VQ2w), Streckenredundanz (VQ5)
- Sicherheit (SI1w und SI2)

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Daraus lässt sich folgern, dass insbesondere die Strassenbenutzer und die Region vom Projekt profitieren.

Negative Effekte infolge des Projekts ergeben sich ausschliesslich für die Umwelt. Deshalb fällt die Wirksamkeit insbesondere für Anwohner tief aus.

Als Input für den Bauentscheid sind insbesondere jene Effekte zu betrachten, die mit der KNA nicht erhoben werden und somit als Ergänzung der KNA angesehen werden können:

- VQ2w Zuverlässigkeit: +2 Wirksamkeitspunkte
- VQ5 Streckenredundanz: +2 Wirksamkeitspunkte
- SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit: +1 Wirksamkeitspunkt
- SE1 Wohnlichkeit: 0 Wirksamkeitspunkte
- SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung: +1 Wirksamkeitspunkt
- SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte: +5 Wirksamkeitspunkte
- SE4 Orts- und Landschaftsbild: 0 Wirksamkeitspunkte
- UW2 Lebensräume und Gewässer: -2 Wirksamkeitspunkte
- UW5 Belastung während der Bauphase: -2 Wirksamkeitspunkte

Für den Bauentscheid ist somit aus Sicht KWA relevant, dass das Projekt zu zwei negativen Umwelteffekten, zwei neutralen Effekten sowie fünf positiven Effekten führt. In der Summe leisten die nicht in der KNA enthaltenen Indikatoren somit einen eher positiven Beitrag für den Bauentscheid, wobei diese Schlussfolgerung von der (politischen) Gewichtung dieser Indikatoren abhängt.

7 Ergebnisse der qualitativen Analyse

7.1 Qualitative Analyse gemäss NISTRA

Die nicht-quantifizierbaren Auswirkungen des Projekts werden in der qualitativen Analyse (QA) berücksichtigt. Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der qualitativen Indikatoren. Insgesamt fallen die Ergebnisse mehrheitlich positiv aus. Die Ergebnisse je Indikator begründen sich wie folgt:

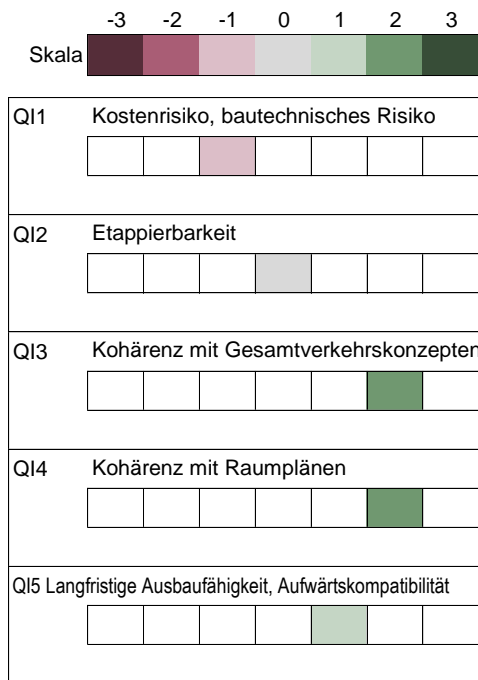


Abbildung 17: Ergebnisse der qualitativen Indikatoren

- **QI1 Kostenrisiko, bautechnisches Risiko** (–1 Punkt): Es gibt keine Tunnels und Naturgefahren sind nicht von Bedeutung. Ein Risiko besteht insbesondere aufgrund der vielen Brücken sowie der minimalen Verflechtungsbauwerke. Diese Risiken sind aber überschaubar.
- **QI2 Etappierbarkeit** (0 Punkte): Aufgrund der hohen Dichte und Verschachtelung der Bauwerke ist keine Etappierung möglich. Zudem würden kleinere einzelne Teile, die unabhängig gebaut werden könnten, für sich allein keinen Nutzen stiften.
- **QI3 Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten** (+2 Punkte): Es liegen verschiedene kantonale und regionale Konzepte vor, die von einem Ausbau der Ausfahrtrampen ausgehen. Konflikte mit anderen Verkehrsträgern, wie z.B. Velo und Fussgänger, sowie mit den Allmenden sind erkannt und werden diskutiert und berücksichtigt.
- **QI4 Kohärenz mit Raumplänen** (+2 Punkte): Das Projekt leistet einen spürbaren Beitrag zur Entwicklung des Entwicklungsschwerpunkts (ESP) Wankdorf. Der ESP Wankdorf ist der grösste und auch der bedeutendste Entwicklungsschwerpunkt im Kanton Bern. Das Projekt ist Teil der Teilrevision des Richtplans ESP Wankdorf und somit kompatibel mit der kantonalen Raumkonzeption. Das Projekt ist aber zu klein, um einen relevanten Einfluss auf nationale Raumpläne zu haben.
- **QI5 Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität** (+1 Punkt):
 - Ausbaufähigkeit: Der Anschluss Wankdorf ist aufgrund der hohen Dichte und Verschachtelung der Bauwerke nicht weiter ausbaufähig.
 - Aufwärtskompatibilität: Das Projekt ist aufwärtskompatibel in Bezug auf den Bypass Bern-Ost sowie die Ausbauprojekte Wankdorf-Schönbühl und Schönbühl-Kirchberg.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

7.2 Ergänzung zu den Auswirkungen auf den Langsamverkehr

Wie in Kapitel 4.2.2 erwähnt können die zu BUGAW gehörenden Ausbauten im Langsamverkehr mit NISTRA nicht bewertet werden. Stattdessen erfolgt im Folgenden eine kurze qualitative Einschätzung der Veränderungen im Langsamverkehr. Die Ausbauten im Langsamverkehr sind mit Kosten von 37 Mio. CHF verbunden (vgl. Tabelle 3) – bzw. für NISTRA aufbereitet 36 Mio. CHF.²² Diese Kosten wurden in der bisherigen Analyse nicht miteinbezogen. Im Folgenden werden deren Nutzen qualitativ erläutert.

7.2.1 Aktuelle Situation für den Velo- und Fussgängerverkehr

Aktuell ist der Velo- und Fussgängerverkehr im Gebiet des Anschlusses Bern-Wankdorf wie folgt geführt:²³

- **Velo** (vgl. Abbildung 18): Die Radstreifen befinden sich grossteils auf der MIV-Fahrbahn. Auf der Bolligenstrasse Süd zwischen der PostFinance Arena und der Kreuzung Schermenweg gibt es in einer Fahrtrichtung einen Radweg neben der MIV-Fahrbahn. Aufgrund der Unfalldaten kann im Perimeter kein Unfallschwerpunkt festgestellt werden. Allerdings wird davon ausgegangen, dass aufgrund des hohen MIV-Verkehrsaufkommens insbesondere sicherheitsbedürftige Velofahrer das Gebiet meiden.
- **Fussgänger** (vgl. Abbildung 19): Es gibt verschiedene separat geführte Gehwege oder Rad-/Gehwege wie z.B. in der Grossen Allmend oder einseitig entlang der Bolligenstrasse Süd. Die Unfalldaten lassen darauf schliessen, dass es sich aus Sicht der Fussgänger nicht um einen Unfallschwerpunkt handelt.

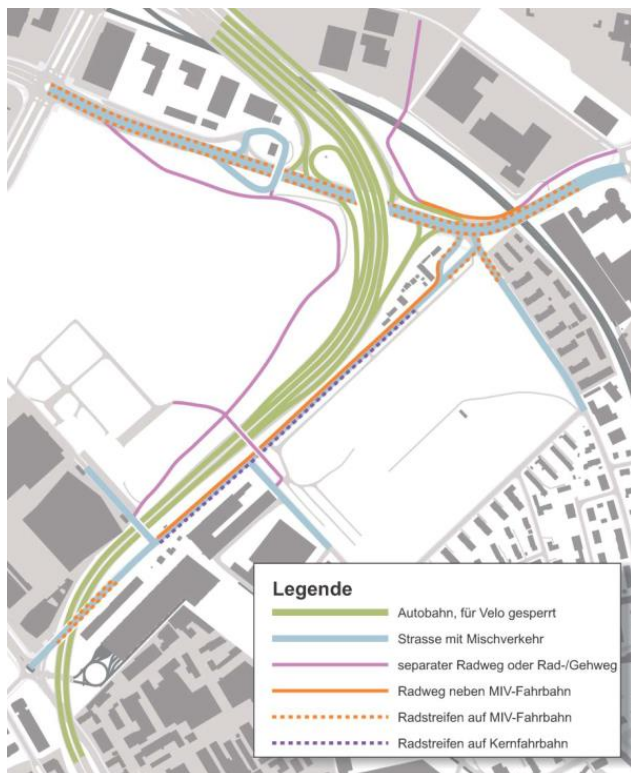


Abbildung 18: Veloinfrastruktur

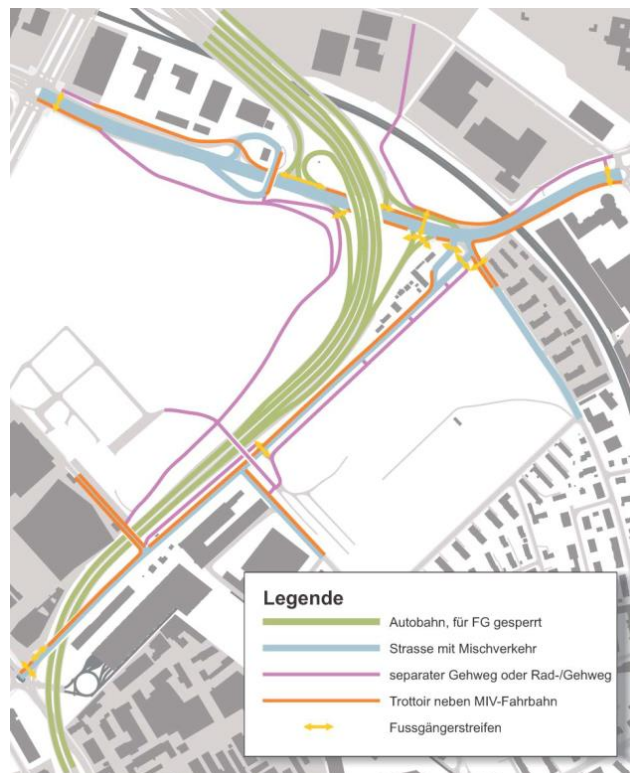


Abbildung 19: Fussgängerinfrastruktur

Im Perimeter liegen mit dem Stade de Suisse und dem Gelände der BERNEXPO mit der PostFinance Arena publikumsintensive Anlagen. Bei Grossanlässen ist im gesamten Verkehrsnetz mit einem erhöhten Verkehrsaufkommen zu rechnen. Zusätzlich sind insbesondere auch die Personenströme sowie der Shuttle-Dienst zu den temporären Parkieranlagen zu beachten. Die engen Platzverhältnisse sowie das mangelhafte Angebot an Rad- und Gehwegen haben bei Grossanlässen Konflikte zwischen dem Fuss- und Veloverkehr zur Folge.

²² Bei einer Berücksichtigung in NISTRA würden die Baukosten im Referenzfall, die mit BUGAW entfallen, abgezogen (1.9 Mio. CHF), die bereits ausgegebenen Planungskosten subtrahiert (1.1 Mio. CHF) und die Reserve von 3% bzw. 6% dazugezählt.

²³ Gemäss Angaben der Spezialisten Verkehr Rudolf Keller & Partner Verkehringenieure.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

7.2.2 Neuorganisation des Anschlusses Bern-Wankdorf

Der Umbau des Anschlusses Bern-Wankdorf hat zur Folge, dass wichtige Verbindungen für den Fuss- und Veloverkehr in ihrer Qualität und Sicherheit stark beeinträchtigt werden. Deshalb müssen infolge der Neuorganisation des Anschlusses auch die Langsamverkehrsverbindungen neu geführt werden, wie die Projektstudie «N06 Raum Wankdorf»²⁴ zeigt. Daher sieht das Projekt für den Fussgänger- und Veloverkehr insbesondere folgende gross- und kleinräumige Massnahmen vor (vgl. auch Abbildung):²⁵

- **Langsamverkehrsbrücke** (Nummer 1 in der Abbildung 20): Es wird eine neue Langsamverkehrsbrücke gebaut, die Anbindungen an das bestehende Fuss- und Veloverkehrsnetz (Rampen und Zufahrtswege) erhält und den Langsamverkehr über den vom MIV dominierten Knoten führt.
- **Schermenweg** (Nummer 2 in der Abbildung 20): Die Umgestaltung des Anschlusses wird dazu führen, dass das bereits heute grosse MIV-Aufkommen bestehen oder sich noch verstärken wird. Dadurch ergeben sich Herausforderungen für die Führung des Langsamverkehrs. Einerseits soll der Langsamverkehr auf die neue Brücke geleitet werden und andererseits sollen die bestehenden Radstreifen entlang des Schermenwegs als überbreite Radstreifen oder strassenbegleitende Radwege geführt werden.
- **Bolligenstrasse Süd** (Nummer 3 in der Abbildung 20): In der Bolligenstrasse Süd gibt es verschiedene fixe Randbedingungen, wie z.B. eine historische Baumallee. Deshalb sieht das Projekt vor, dass der Veloverkehr stadtauswärts auf einem durchgängigen Radstreifen innerhalb der Allee und stadteinwärts auf einem kombinierter Rad-/Gehweg geführt wird. Des Weiteren gibt es entlang der Bolligenstrasse Süd mehrere Querungsstellen für die Velofahrer und Fussgänger.

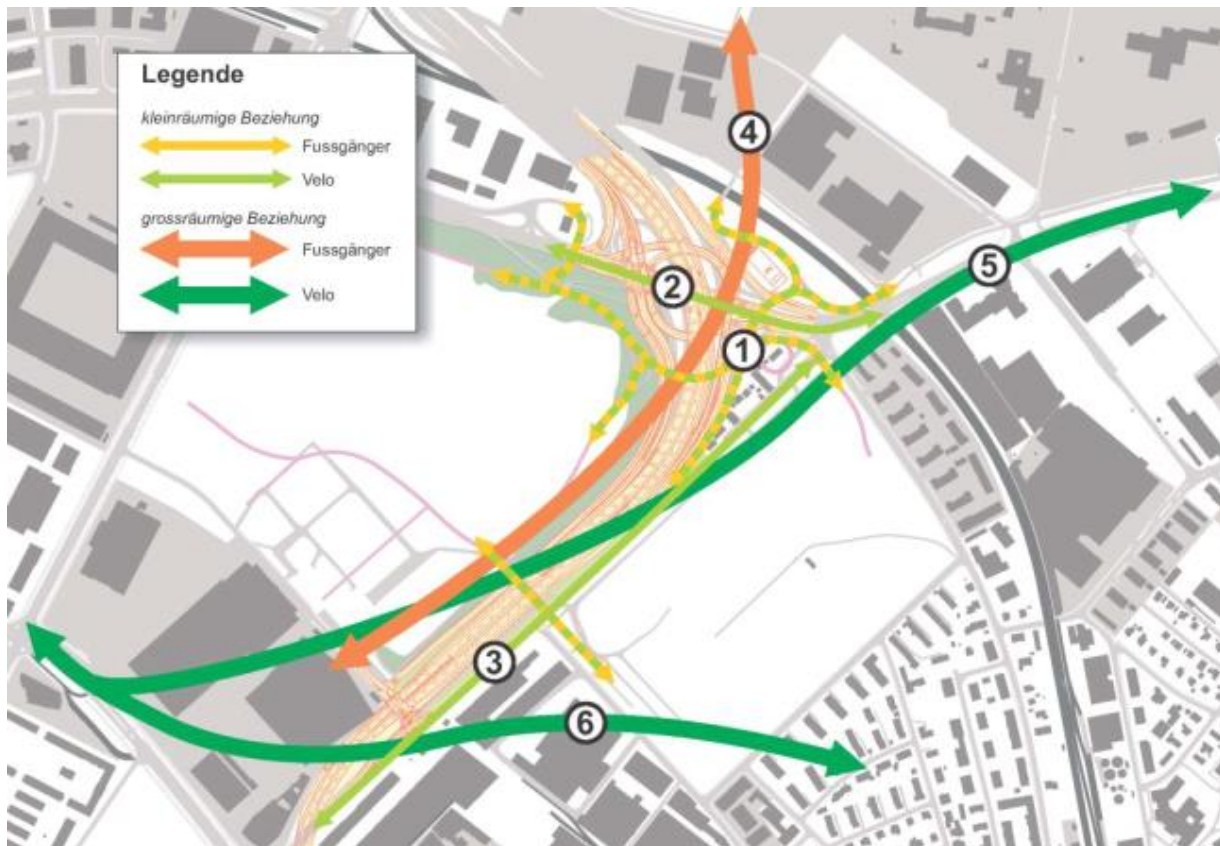


Abbildung 20: Neue Langsamverkehrsverbindungen

²⁴ Planerteam B+B (2019), Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf. Technischer Bericht.

²⁵ Gemäss Angaben der Spezialisten Verkehr Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

7.2.3 Nutzen für den Langsamverkehr

Das Projekt führt insbesondere zu folgendem Nutzen für den Langsamverkehr:

- **Sicherheit für Langsamverkehr wird erhöht:** Die Langsamverkehrsbrücke sowie die weiteren Projekte zugunsten des Fussgänger- und Veloverkehrs führen im Anschlussbereich zu einer eigenen, sicheren und unabhängigen Führung des Fuss- und Veloverkehrs und führen damit zu einer deutlichen Aufwertung des Langsamverkehrsnetzes. Aufwertungen für den Langsamverkehr gibt es beispielsweise auf folgenden Streckenabschnitten:
 - Die kleinräumigen Beziehungen im Anschlussbereich werden sowohl für den Fuss- wie auch den Radverkehr stark vereinfacht und sicherer gemacht, weil der Langsamverkehr über die neue Langsamverkehrsbrücke geführt wird und die Fussgänger nicht mehr die gefährlichen Querungen über die Ein- und Ausfahrtsrampen nutzen müssen (1 in Abbildung 20). Zudem wird die Überführung ergänzt mit einer Lehenbrücke bei der grossen Allmend und dem Neubau der Überführung Zentweg, welche die Grosse und Kleine Allmend miteinander verbindet.
 - Die Veloführung entlang des Schermenwegs wird dank der überbreiten Radstreifen oder strassenbegleitenden Radwegen insbesondere für Pendler sicherer (2 in Abbildung 20).
 - Der Veloverkehr entlang der Bolligenstrasse Süd wird aufgrund der durchgängigen Radstreifen stadtauswärts und Rad-/Gehweg stadteinwärts attraktiver und sicherer (3 in Abbildung 20).
 - Zwischen Parkplatz Schermenareal und dem BERNEXPO-Gelände wird der grossräumige Fussgängerverkehr aufgrund der besseren Platzverhältnisse von Fuss- und Veloverkehr sowie der besseren Verbindung attraktiver und sicherer (insbesondere bei Grossanlässen – 4 in Abbildung 20).
 - Grossräumig werden die Velobeziehungen sowohl zwischen der Innenstadt und Bolligen / Worblental als auch zwischen der Innenstadt und Ostermundigen attraktiver bzw. sicherer und schneller (5 und 6 in Abbildung 20).
- **Verbindungen zu Naherholungsgebieten werden geschaffen:** Die Langsamverkehrsbrücke schafft eine neue «Grünraumverbindung» und verbindet eine grosse Anzahl von Erholungs- und Freiräumen der Stadt Bern miteinander, z.B. die Grosse und die Kleine Allmend, den Schermenwald, die Familiengärten, den Jüdischen Friedhof sowie die Parkanlage der Psychiatrischen Universitätsklinik Waldau. Zusätzlich werden auch weiter entfernte Freiräume besser angebunden. Folglich entsteht durch die Verbindung eine wichtige Erholungsachse, die von grosser Bedeutung für die freiräumliche und ökologische Vernetzung ist.

8 Schlussfolgerungen

BUGAW wirkt. Der Ausbau des Anschlusses Wankdorf hat mehrere **positive Auswirkungen** zur Folge:

- Durch den Ausbau kann der Stau insbesondere bei den Aus- und Einfahrten reduziert werden. Dadurch ergeben sich bedeutende **Reisezeitgewinne**, von denen viele Fahrzeuglenker profitieren können.
- Infolge der Staureduktionen verbessert sich die **Zuverlässigkeit** bzw. die Unsicherheit, ob man in einen Stau gerät oder nicht, nimmt ab.
- Dank dem **Stauabbau sinken die Schadstoffemissionen** (Luftschadstoffe und Klimagase), weil die Emissionen im flüssigen Verkehr tiefer sind als im Stop-and-go-Verkehr (was in NISTRA nicht bewertet wird).
- Zudem **verbessert sich die Erreichbarkeit der Entwicklungsschwerpunkte** (ESP) Wankdorf und Ostermundigen Bahnhof. Der ESP Wankdorf ist der grösste und auch der bedeutendste Entwicklungsschwerpunkt im Kanton Bern.
- Dadurch erhöht sich auch das **Potenzial für weitere Siedlungsentwicklungen**.
- Die zusätzlichen Spuren bei den Ausfahrten führen zu einer Erhöhung sowohl der **Streckenredundanz** als auch der **Betriebsqualität und Betriebssicherheit**.
- BUGAW ist **gut abgestimmt mit den Gesamtverkehrskonzepten** und den **Raumplänen**, die von einem Ausbau der Ausfahrtsrampen ausgehen.

BUGAW führt aber auch zu mehreren **negativen Effekten**:

- Die **Investitionskosten** für BUGAW sind bedeutend (Baukosten, Ersatzinvestitionen und Landkosten).
- Durch die Staureduktion wird viel **Mehrverkehr** angezogen. Dieser profitiert zwar ebenfalls von BUGAW, hat aber auch bedeutende negative Effekte zur Folge:
 - Durch die steigenden Fahrzeugkilometer erhöht sich die Zahl der **Unfälle**.
 - Mit dem zunehmenden Verkehr steigt die **Luft- und Klimabelastung**.
 - Die Kosten der **polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung** nehmen mit dem steigenden Verkehr zu.
 - Ein Teil des Mehrverkehrs auf der Strasse ist auf Umsteiger vom ÖV auf den MIV zurückzuführen. Dies führt im **ÖV zu sinkenden Erlösen**.
- Während der **Bauphase** kommt es zu Lärmbelastungen und zu Eingriffen in geschützte und schützenswerte Lebensräume. Diese werden jedoch dank geeigneten Massnahmen nach Abschluss der Arbeiten wieder weitgehend behoben oder ersetzt.

Insgesamt ergibt sich in der **Kosten-Nutzen-Analyse** (KNA) ein Nutzenüberschuss von **0.9 Mio. CHF pro Jahr** bzw. ein Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.15. Im Rahmen der von NISTRA standardmässig vorgegebenen Sensitivitätsanalysen schwankt die Annuität zwischen -2.1 und +3.6 Mio. CHF pro Jahr, das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) zwischen 0.63 und 1.62.

In der KNA können Auswirkungen, die sich nicht in Geldeinheiten messen lassen, nicht abgebildet werden. Deshalb gibt NISTRA vor, dass neben der KNA auch eine Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) durchzuführen ist und zusätzlich auch eine qualitative Analyse (QA) erfolgen soll. Im Folgenden werden die wichtigsten Ergebnisse von KWA und QA zusammengefasst, wobei nur Indikatoren mit positiven oder negativen Punkten aufgeführt werden, die in der KNA nicht enthalten sind:

Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)

- | | |
|---|-----------------------|
| ▪ VQ2w Zuverlässigkeit: | +2 Wirksamkeitspunkte |
| ▪ VQ5 Streckenredundanz: | +2 Wirksamkeitspunkte |
| ▪ SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit: | +1 Wirksamkeitspunkt |
| ▪ SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung: | +1 Wirksamkeitspunkt |
| ▪ SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte: | +5 Wirksamkeitspunkte |
| ▪ UW2 Lebensräume und Gewässer: | -2 Wirksamkeitspunkte |
| ▪ UW5 Belastung während der Bauphase: | -2 Wirksamkeitspunkte |

In der KWA gibt es also fünf positive Auswirkungen und zwei negative Umweltauswirkungen. In der Summe leisten diese in der KNA nicht enthaltenen KWA-Indikatoren somit einen positiven Beitrag für den Bauentscheid, wobei diese Schlussfolgerung von der (politischen) Gewichtung dieser Indikatoren abhängt.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

Qualitative Analyse (QA)

- QI1 Kostenrisiko, bautechnisches Risiko: -1 qualitativer Punkt
- QI3 Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten: +2 qualitative Punkte
- QI4 Kohärenz mit Raumplänen: +2 qualitative Punkte
- QI5 Aufwärtskompatibilität (zum Bypass Ost): +1 qualitativer Punkt

Auch in der QA sind die Auswirkungen mehrheitlich positiv (abgesehen von den überschaubaren Baurisiken).

Gesamthaft ist das Ergebnis der **Bewertung** also **positiv**: Die KNA führt zu einem Nutzen-Kosten-Verhältnis von 1.15, während bei der KWA und der QA die Beurteilung der ergänzenden Indikatoren mehrheitlich positiv ausfällt.

Da der Mehrverkehr die Nutzen des Projektes deutlich vermindert, sollte der **Mehrverkehr** soweit möglich **reduziert** werden. Ohne Mehrverkehr wäre das Ergebnis der KNA und damit das Gesamtergebnis klar positiv (mit Nutzen, die mehr als 2.7-mal so gross sind wie die Kosten). Bereits heute besteht ein aktives Verkehrsmanagement für den Raum Wankdorf, welches den Verkehrsfluss nach Prioritäten lenkt. Dadurch wird die Qualität des öffentlichen Verkehrs und des Langsamverkehrs sichergestellt, der Rückstau bei den Autobahnausfahrten überwacht und das Verkehrsaufkommen auf massgebenden Einfallsachsen in die Stadt Bern plafoniert. Mit diesen bereits bestehenden Massnahmen, welche zwingend auch zukünftig weitergeführt werden müssen, sowie mit weitergehenden **flankierenden Massnahmen** (wie z.B. netzübergreifendem Verkehrsmanagement, einer zusätzlichen Attraktivierung des ÖV oder der Parkraumbewirtschaftung im Raum Wankdorf) kann der Mehrverkehr eingedämmt werden. Zudem wird im Anschlussbereich eine dynamische Parkraumbewirtschaftung für Grossanlässe umgesetzt, wodurch der Suchverkehr in den angrenzenden Quartieren reduziert werden kann. Die vorliegende Analyse zeigt, dass mit solchen flankierenden Massnahmen ein erhebliches Nutzenpotenzial verbunden ist.

Abschliessend ist nochmals zu betonen, dass im Rahmen des vorliegenden Berichtes nur das «Kernprojekt» von BUGAW bewertet wird: Vorinvestitionen in den Bypass Ost werden ausgeschlossen. Zudem werden die umfangreichen Investitionen in den Langsamverkehr vernachlässigt, da NISTRA als Bewertungsmethode für Nationalstrassenprojekte entwickelt wurde und somit für die Bewertung von Investitionen in den Langsamverkehr nicht geeignet ist. In Kapitel 7.2 wird jedoch qualitativ aufgezeigt, dass die hohen Investitionen in den Langsamverkehr auch bedeutende Nutzen haben. Die Langsamverkehrswege werden deutlich attraktiver und sicherer. Zudem werden neue Verbindungen zwischen Naherholungsgebieten geschaffen.

Bern, 21. März 2019

Ecoplan AG



Christoph Lieb
Projektleiter
Ecoplan AG



René Neuenschwander
Projektleiter Stv., Partner
Ecoplan AG

d. Kosten-Nutzen-Analysen**Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1:	Visualisierung des Projekts N06 Bern Umgestaltung Anschluss Wankdorf (BUGAW).....	8
Abbildung 2:	Übersicht Projekt N06 Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf (BUGAW).....	8
Abbildung 3:	Grundprinzip von NISTRA.....	9
Abbildung 4:	Berechnung des Nettobarwertes und der Annuitäten.....	10
Abbildung 5:	NISTRA-Indikatorensystem.....	11
Abbildung 6:	Untersuchungsraum des GVM BE für die Bewertung von BUGAW.....	17
Abbildung 7:	Differenzplot des DWV 2040 aller Kraftfahrzeuge (Belastung Projektfall minus Belastung Referenzfall).....	19
Abbildung 8:	Differenzplot des ASP 2040 aller Kraftfahrzeuge (Belastung Projektfall minus Belastung Referenzfall).....	20
Abbildung 9:	Differenzplot des MSP 2040 aller Kraftfahrzeuge (Belastung Projektfall minus Belastung Referenzfall).....	21
Abbildung 10:	KNA-Ergebnisse für BUGAW.....	24
Abbildung 11:	Entwicklung der Nettonutzen über die Zeit.....	27
Abbildung 12:	Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse.....	29
Abbildung 13:	Wirksamkeit nach Indikatoren mit Treppenfunktion.....	31
Abbildung 14:	Wirksamkeit gewichtet und aggregiert sowie Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis.....	32
Abbildung 15:	Wirksamkeit nach Indikatoren mit linearer Funktion und ohne Beschränkung auf maximal 15 Punkte.....	34
Abbildung 16:	Wirksamkeit gewichtet und aggregiert sowie Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis mit linearer Funktion und ohne Beschränkung auf maximal 15 Punkte.....	34
Abbildung 17:	Ergebnisse der qualitativen Indikatoren.....	36
Abbildung 18:	Veloinfrastruktur.....	37
Abbildung 19:	Fussgängerinfrastruktur.....	37
Abbildung 20:	Neue Langsamverkehrsverbindungen.....	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ergebnis der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA).....	5
Tabelle 2:	Zusammenstellung der Investitionskosten.....	15
Tabelle 3:	Vergleich der Investitionskosten in Mio. CHF gemäss generellem Projekt bzw. NISTRA.....	16
Tabelle 4:	Reisezeitgewinne durch die Umsetzung von BUGAW.....	19
Tabelle 5:	Auswertung Dauerzählstelle Wankdorf – Ostring.....	21
Tabelle 6:	Auswertung Dauerzählstelle Wankdorf – Ostring unter Berücksichtigung der Grossanlässe.....	22
Tabelle 7:	KNA-Ergebnisse für BUGAW.....	23
Tabelle 8:	KNA-Ergebnisse für BUGAW, wenn nur der Stammverkehr miteinbezogen wird.....	26
Tabelle 9:	Sozioökonomische Teilbilanzen.....	28
Tabelle 10:	Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse.....	29

Literaturverzeichnis

Ecoplan (2016)

Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statistical life). Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung ARE und der Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu. Bern.

Ecoplan (2018)

Handbuch NISTRA 2017. NISTRA – Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte. Handbuch für das Excel-Tool eNISTRA 2017, das folgende Bewertungsmethoden enthält: KNA – Kosten-Nutzen-Analyse gemäss VSS-Normen SN 641 820 – SN 641 828, KWA – Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen. Bern.

Ecoplan, Infras (2008)

Externe Kosten des Verkehrs in der Schweiz. Aktualisierung für das Jahr 2005 mit Bandbreiten. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung und des Bundesamtes für Umwelt. Bern, Zürich und Altdorf.

Ecoplan, Infras (2014)

Externe Effekte des Verkehrs 2010, Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE), Bern, Zürich und Altdorf.

EFK Eidgenössische Finanzkontrolle (2009)

Construction de tunnels autoroutiers: l'évolution des coûts est-elle sous contrôle ? Evaluation de dix ouvrages souterrains.

Infras (2016)

Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen EBeN. Methodenbericht. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen. Zürich.

Infras, Ecoplan (2019)

Externe Effekte des Verkehrs 2015, Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung (ARE), Bern, Zürich und Altdorf.

Planerteam B+B (B+S Ingenieure und Planer, Bänziger Partner AG) (2019)

Bern Umgestaltung Gebiet Anschluss Wankdorf. Generelles Projekt. c Technischer Bericht einschliesslich flankierender Massnahmen.

SN 641 820 (2006)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Grundnorm. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 820 (2018)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Grundnorm. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 821 (2006)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Diskontsatz. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 822a (2009)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 823 (2007)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Güterverkehr. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 824 (2013)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Unfallraten und Unfallkostensätze. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

d. Kosten-Nutzen-Analysen

SN 641 825 (2017)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Bewertung der Zuverlässigkeit von Nationalstrassen und Bemessungsempfehlung für Nationalstrassen. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 826 (2008)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen . Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 827 (2009)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Betriebskosten von Strassenfahrzeugen. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

SN 641 828 (2009)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Externe Kosten. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.

Transoptima, Ecoplan (2015)

Gesamtverkehrsmodell Kanton Bern, Aktualisierung Trend- und Zielszenario 2030. Studie im Auftrag der Bau-, verkehrs- und Energiedirektion (BVW) des Kantons Bern. Online:
https://www.bve.be.ch/bve/de/index/mobilitaet/mobilitaet_verkehr/mobilitaet/grundlagen_mobilitaet/verkehrsmodellierung.assetref/dam/documents/BVE/AoeV/de/GVM_BE_Trend-und_Zielszenario_Bericht_Anpassung_2015.pdf (4.2.2019).