



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Bundesamt für Strassen ASTRA

9. März 2023

Handbuch NISTRA 2022

**NISTRA – Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte
Handbuch für das Excel-Tool eNISTRA 2022, das folgende Bewertungsmethoden
enthält:**

KNA – Kosten-Nutzen-Analyse gemäss VSS-Normen SN 641 820 – VSS 41 828

KWA – Kosten-Wirksamkeits-Analyse

Inhaltsübersicht

	Inhaltsverzeichnis	3
	Abkürzungsverzeichnis	7
	Glossar	8
	Abstract.....	13
1	Einleitung	14
2	Einführung in das Arbeiten mit eNISTRA	43
3	Voraussetzungen und Vorbereitung: Inputblätter	58
4	Erläuterungen zu den einzelnen Indikatoren	76
5	Resultate: Outputblätter	171
6	Anhang A: FAQ zu NISTRA	191
7	Anhang B: Bewertung von Spezialfällen: Etappierte Projekte und Reserveinvestitionen	195
8	Anhang C: Methodischer Hintergrund KNA und KWA.....	205
9	Anhang D: Logbuch Update.....	236
	Literaturverzeichnis	249

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	3
Abkürzungsverzeichnis	7
Glossar	8
Abstract.....	13
1 Einleitung	14
1.1 Ausgangslage.....	14
1.2 Was ist neu in NISTRA?	14
1.3 Entstehungsgeschichte von NISTRA	16
1.4 Zweck und Aufbau dieses Handbuchs.....	17
1.4.1 Wozu dieses Handbuch?	17
1.4.2 NISTRA-Gesamtbewertung sowie KNA und KWA in einem Tool.....	18
1.4.3 Einbettung des Handbuchs in bereits bestehende Dokumente.....	19
1.4.4 Struktur und Aufbau des vorliegenden Handbuchs	20
1.5 Bewertungsmethodik NISTRA	21
1.5.1 Grundidee von NISTRA	21
1.5.2 Ziel- und Indikatorensystem	23
1.5.3 Methodik der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA).....	26
1.5.4 Methodik der Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA).....	30
1.5.5 Methodik der qualitativen Analyse (QA).....	34
1.5.6 Interpretation der NISTRA-Ergebnisse	34
1.6 Anwendungsbereich von NISTRA und EBeN	39
1.6.1 Grundsatz.....	39
1.6.2 Abweichungen vom Grundsatz aufgrund von Unterschieden zwischen der NISTRA-KNA und der EBeN-KNA.....	40
1.6.3 Unterschiede in der KWA und QA von NISTRA und EBeN	41
2 Einführung in das Arbeiten mit eNISTRA	43
2.1 Ziel und Zweck von eNISTRA	43
2.2 Das Konzept von eNISTRA.....	44
2.3 Installation und Starten von eNISTRA	45
2.4 Das Hauptmenü und die Navigation in eNISTRA	46
2.5 Aufbau von eNISTRA	47
2.6 Die drei Indikatortypen	49
2.6.1 KNA-Indikatoren	49
2.6.2 KWA-Indikatoren	54
2.6.3 QA-Indikatoren	56
2.7 Bewertung von Spezialfällen: Etappierte Projekte und Reserveinvestitionen	56

3	Voraussetzungen und Vorbereitung: Inputblätter	58
3.1	Vorbereitung.....	58
3.1.1	Festlegung der Projektvarianten und des Referenzfalles	58
3.1.2	Bestimmung des Untersuchungsraums	58
3.1.3	Datenvoraussetzungen	58
3.2	Einzelne Inputblätter	59
	Grunddaten.....	60
	Verkehrsmodell.....	63
	Indikatorenliste	65
	Bewertungssätze KNA.....	66
	Gewichtung und Annahmen KWA.....	68
	Inputdaten.....	70
	Belastung des Infrastrukturbudgets.....	75
4	Erläuterungen zu den einzelnen Indikatoren	76
4.1	Indikatoren im Bereich direkte Kosten	77
	DK1 – Baukosten.....	77
	DK2 – Ersatzinvestitionen	81
	DK3 – Landkosten	83
	DK4 – Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse.....	85
4.2	Indikatoren im Bereich Verkehrsqualität	92
	VQ1n – Reisezeit Stammverkehr	92
	VQ1w – Reisezeit	96
	VQ2n – Zuverlässigkeit	97
	VQ2w – Zuverlässigkeit.....	101
	VQ3n – Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr.....	106
	VQ3w – Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	109
	VQ4n – Auswirkungen auf den öffentlichen Verkehr	110
	VQ4w – Auswirkungen auf den ÖV.....	113
	VQ5 – Streckenredundanz	114
	VQ6 – Verkehrsentlastung nachgelagertes Netz	116
	VQ7n – Nutzen durch Mehrverkehr.....	117
	VQ7.1 – Mehrwertsteuereinnahmen im öffentlichen Verkehr	117
	VQ7.2 – Nettonutzen Mehrverkehr.....	118
	VQ7.3 – Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr	121
	VQ7w – Nutzen durch Mehrverkehr	123
	VQ8 – Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Stammverkehr.....	124
	VQ9 – Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr	125
4.3	Indikatoren im Bereich Sicherheit	127
	SI1n – Unfälle	127
	SI1w – Unfälle	130
	SI2 – Betriebsqualität, Betriebssicherheit.....	131
	SI3n – Polizeiliche Verkehrsregelung.....	133
	SI3w – Polizeiliche Verkehrsregelung	134
4.4	Indikatoren im Bereich Siedlungsentwicklung.....	135
	SE1 – Wohnlichkeit (im Projektperimeter).....	135
	SE2 – Potenzial für Siedlungsentwicklung.....	137

SE3 – Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte	140
SE4 – Orts- und Landschaftsbild, Naherholungsgebiete	142
4.5 Indikatoren im Bereich Umwelt	144
UW1n_Luft – Luftbelastung	144
UW1n_Lärm – Übermässig lärmbelastete Personen am Wohnort	146
UW1w – Lärm- und Luftbelastung	150
UW2 – Qualität von natürlichen Lebensräumen und Gewässern	153
UW3n – Bodenversiegelung	155
UW3w – Flächenbeanspruchung und Bodenfruchtbarkeit	157
UW4n – Klimabelastung: Treibhausgasemissionen	158
UW4w – Klimabelastung	159
UW5 – Umweltbelastung während der Bauphase	160
UW6 –Vor- und nachgelagerte Effekte	162
4.6 Qualitative Indikatoren im Bereich Realisierung und Kohärenz	164
QI1 – Kostenrisiko, bautechnisches Risiko	164
QI2 – Etappierbarkeit	165
QI3 – Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten	166
QI4 – Kohärenz mit Raumplänen (national, kantonal, regional)	168
QI5 – Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität	170
5 Resultate: Outputblätter	171
5.1 Darstellung der Ergebnisse	171
NISTRA-Tableau	171
Zusammenfassung KNA-Indikatoren	174
Zusammenfassung KWA- und QA-Indikatoren	176
Detailergebnisse der KNA	178
Sensitivitätsanalyse	179
Sozioökonomische Teilbilanzen	184
Kommentare	185
Abbildung	186
Detailergebnisse zu den Auswirkungen auf das Klima	188
5.2 Drucken der Ergebnisse	189
5.3 Export der Ergebnisse	189
5.3.1 Export von Ergebniszahlen	190
5.3.2 Export von Darstellungen	190
6 Anhang A: FAQ zu NISTRA	191
6.1 Häufige Grundsatzfragen	191
6.2 Was kann NISTRA – was kann NISTRA nicht?	193
7 Anhang B: Bewertung von Spezialfällen: Etappierte Projekte und Reserveinvestitionen	195
7.1 Etappierte Projekte	195
7.2 Reserveinvestitionen	198

8	Anhang C: Methodischer Hintergrund KNA und KWA.....	205
8.1	Dynamische KNA: Aufspannen des Mengengerüsts	205
8.2	Erläuterung der KNA-Entscheidungskriterien	207
8.3	Annuität	210
8.4	Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes	211
8.5	Benötigte Inputdaten	213
8.6	Veränderung der KNA-Indikatoren über die Zeit.....	214
8.7	Berechnungsweg der einzelnen KNA-Indikatoren	216
8.8	Grundlagen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse	234
8.8.1	Vergleich grosser und kleiner Projekte mit der KWA	234
8.8.2	Berechnung des Wirksamkeits-Kosten-Verhältnisses	234
9	Anhang D: Logbuch Update.....	236
9.1	Anpassungen Indikatorensystem	236
9.2	Weitere grundsätzliche Anpassungen	237
9.3	Was hat sich für die BenutzerInnen konkret geändert?	240
	Literaturverzeichnis	249

Abkürzungsverzeichnis

AP	Ausführungsprojekt
ARE	Bundesamt für Raumentwicklung
ASTRA	Bundesamt für Strassen
BAV	Bundesamt für Verkehr
BFE	Bundesamt für Energie
BFS	Bundesamt für Statistik
BAFU	Bundesamt für Umwelt
CO ₂	Kohlendioxid
dB(A)	angepasste Dezibel
DK	Direkte Kosten
DTV	Durchschnittlicher Tagesverkehr
DWV	Durchschnittlicher Werktagverkehr
EBeN	Einheitliche Bewertungsmethode Nationalstrassen
eNISTRA	Exceltool für die Bewertungsmethode NISTRA
Fzkm	Fahrzeugkilometer
GP	Generelles Projekt
HBEFA	Handbuch Emissionsfaktoren
HLS	Hochleistungsstrasse
HVS	Hauptverkehrsstrasse
IBE	Infrastrukturbudgeteffizienz
KNA	Kosten-Nutzen-Analyse
KWA	Kosten-Wirksamkeits-Analyse
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MZ	Motorisierte Zweiräder
NISTRA	Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte
NKV	Nutzen-Kosten-Verhältnis
NO _x	Stickoxide
NSV	Nationalstrassenverordnung
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PM ₁₀	Particulate Matter (Feinstaub mit einem Durchmesser < 10 Mikrometer)
QA	Qualitative Analyse
QI	Qualitativer Indikator
SE	Siedlungsentwicklung
SI	Sicherheit
STEP-NS	Strategisches Entwicklungsprogramm Nationalstrassen
UW	Umwelt
UVEK	Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation
UVP	Umweltverträglichkeitsprüfung
VQ	Verkehrsqualität
VSS	Schweizerische Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
WKV	Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis
ZMB	Zweckmässigkeitsbeurteilung

Glossar

(Die meisten Definitionen sind aus der SN 641 820 übernommen, teilweise auch aus der SN 641 800, VSS 41 825, VSS 41 826, VSS 41 827 und VSS 41 828).

Allgemeinheit	Zur Allgemeinheit zählen wir hier den Staat sowie die von den Verkehrsauswirkungen betroffenen Dritten, welche nicht unmittelbar die Verkehrsinfrastruktur benutzen.
Barwert (Gegenwarts- wert)	Der Barwert ist der Wert eines Kosten- oder Nutzenstromes im Vergleichszeitpunkt. Bei der Berechnung des Barwertes werden die Kosten oder Nutzen verschiedener Jahre auf den Vergleichszeitpunkt auf- bzw. abgezinst (bzw. diskontiert).
BenutzerInnen	Unter BenutzerInnen einer Verkehrsinfrastruktur werden sämtliche VerkehrsteilnehmerInnen verstanden. Neben dem motorisierten Individualverkehr (MIV) und dem öffentlichen Verkehr (ÖV) sind also auch FussgängerInnen und VelofahrerInnen eingeschlossen.
Betrachtungszeitraum	Der Betrachtungszeitraum entspricht dem Zeitraum, für den die Kosten und Nutzen einer Massnahme in der KNA berücksichtigt werden.
Betriebskosten Fahr- zeuge	Betriebskosten ist der Oberbegriff für Betriebskostengrundwert und Treibstoffkosten. Sie umfassen auch Steuern auf Treibstoffe und die leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe. Die Betriebskostengrundwerte beinhalten die folgenden Kostenarten: <ul style="list-style-type: none"> – Bereifung (inkl. Montage, Auswuchten, Ketten, Reparatur) – Laufender Unterhalt (Reinigung, Öl-Niveauekontrolle) – Reparaturen, Revisionen, Inspektionen (inkl. Ölwechsel) – Abnutzung der Fahrzeuge (ohne zeitabhängige Abnutzung bei privat genutzten Personenwagen und Motorrädern) – Fahrer (nur bei Gütertransportfahrzeugen und bei Personentransportfahrzeugen).
Betriebskosten von Strassen	Gemäss der schweizerischen Strassenrechnung umfassen die Betriebskosten (vgl. VSS 41 826): <ul style="list-style-type: none"> – betrieblicher Unterhalt – kleiner baulicher Unterhalt bzw. projektfreier baulicher Unterhalt – Signalisation, soweit nicht bereits Teil des betrieblichen Unterhalts – Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung – Verwaltung Baukosten, Kosten der Erneuerung bzw. des baulichen Unterhalts sowie Rückbau- und Entsorgungskosten gehören nicht zu den Betriebskosten.
Betriebswirtschaftliche Analyse	Eine betriebswirtschaftliche Analyse ist eine Bewertung der betriebswirtschaftlichen Rentabilität, bei der nur die Kosten und Nutzen berücksichtigt werden, die für den Betreiber der Infrastruktur relevant sind. Die betriebswirtschaftliche Analyse ist eine Teilbilanz der KNA.
CO ₂ -Äquivalent	Bei den CO ₂ -Äquivalenten werden neben den CO ₂ -Emissionen auch die Emissionen der Treibhausgase Methan CH ₄ und Lachgas N ₂ O miteinbezogen, wobei ihr «global warming potential» berücksichtigt wird
Diskontsatz	Mit dem Diskontsatz werden Kosten- und Nutzenströme auf einen gemeinsamen Vergleichszeitpunkt auf- bzw. abgezinst, um sie miteinander zu vergleichen (siehe VSS 41 821 «Diskontsatz für Kosten-Nutzen-Analysen im Verkehr»).

Dynamische Kosten-Nutzen-Analyse	In einer dynamischen Kosten-Nutzen-Analyse werden der unterschiedliche zeitliche Anfall der Kosten und Nutzen sowie die zeitliche Entwicklung der verschiedenen Auswirkungen des Projekts berücksichtigt. Eine dynamische Kosten-Nutzen-Analyse erlaubt eine viel zuverlässigere Untersuchung der Auswirkungen eines Projektes als eine statische KNA, in der nur ein typisches Jahr nach der Eröffnung des Bauwerks betrachtet wird.
eNISTRA	Exceltool, mit welchem sowohl eine KNA, eine KWA wie auch eine NISTRA-Bewertung durchgeführt werden kann.
Ersatzinvestitionen	Ersatzinvestitionen sind Investitionen, welche während der Nutzungszeit einer Infrastruktur nötig werden, um deren Funktionsfähigkeit aufrecht zu erhalten.
Fahr- bzw. Verkehrsleistungen	Fahr- bzw. Verkehrsleistungen entsprechen dem Total der pro Zeiteinheit von Fahrzeugen, Personen bzw. Gütern gefahrenen Kilometer. Die Einheit ist Fahrzeugkilometer, Personenkilometer bzw. Tonnenkilometer. Das Verhältnis zwischen Personen- bzw. Tonnenkilometern und Fahrzeugkilometern ist der Besetzungsgrad (in Personen pro Fahrzeug) bzw. der Beladungsgrad (in Tonnen pro Fahrzeug).
Faktorpreise	Kosten zu Marktpreisen abzüglich der indirekten Steuerbelastung (z.B. durch MWST und Treibstoffsteuern) werden Faktorpreise genannt.
Fundamentaldiagramm	Das Fundamentaldiagramm des Verkehrsflusses ist ein Diagramm, das den Zusammenhang zwischen Verkehrsstärke (Fahrzeuge je Stunde, auch als Verkehrsfluss bezeichnet) und der Verkehrsdichte (Fahrzeuge pro Kilometer) darstellt.
Generalisierte Transportkosten	Die generalisierten Transportkosten entsprechen der Summe aus den (monetär bewerteten) Zeitkosten, den (monetarisierten) Kosten der (Un-) Zuverlässigkeit, den Betriebskosten des Fahrzeugs (inkl. Treibstoff ohne Steuern), den Abgaben für Treibstoffsteuern und Maut, den Parkgebühren sowie dem (bisher nicht monetarisierbaren) Komforterlebnis.
Hedonic Pricing	Hedonic Pricing ist ein Ansatz zur Bewertung von Gütern, für die kein direkter Markt besteht. Mit statistischen Methoden wird der Preis dieser Güter aus den Marktpreisen von Gütern, in denen sie enthalten sind, bestimmt (z.B. Preis der Ruhe im Mietpreis – siehe SN 641 820, Ziffer 38 und Abb. 4).
Immaterielle Kosten	Die immateriellen Kosten bewerten den Verlust an Wohlbefinden sowie Schmerz und Leid, welche sich als Folge von Tod oder Krankheit bei den betroffenen Personen ergibt.
Indikator	Ein Indikator ist eine messbare Grösse, deren Einheit und Messverfahren festgelegt ist, und mit dem einen Sachverhalt (z.B. der Erreichungsgrad eines verfolgten Zieles) beurteilt wird.
Infrastrukturbudgeteffizienz (IBE)	Die Infrastrukturbudgeteffizienz ist ein Entscheidungskriterium, das bei beschränktem Budget zur Anwendung kommt. Sie ist definiert als Verhältnis aus Nettobarwert und der Belastung des Infrastrukturbudgets. Die Belastung des Infrastrukturbudgets entspricht dem Barwert der Kosten, die aus dem beschränkten Budget bezahlt werden müssen. Bei beschränktem Budget zeigt eine Rangliste nach der Infrastrukturbudgeteffizienz, mit welchen Projekten der grösstmögliche Nutzenüberschuss erzielt wird. Die Infrastrukturbudgeteffizienz drückt aus, wie stark das vorliegende Projekt das knappe bzw. beschränkte Infrastrukturbudget belastet und verfolgt das Ziel, den Nettobarwert mit dem beschränkten Budget zu maximieren (weitere Erläuterungen vgl. Kapitel 8.2).

Konsumentenrente	Die Konsumentenrente entspricht dem Nettonutzen aus dem Konsum, d.h. dem gesamten Nutzen der KonsumentInnen beim Konsum eines Gutes abzüglich der Kosten für den Kauf und die Nutzung des Gutes.
Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)	Bewertungsmethode, in der die Wirkungen oder Nutzen (meist in Wirksamkeitspunkten gemessen) in ein Verhältnis zu den Gesamtkosten des Projektes gesetzt werden. Damit können Varianten rangiert werden.
Lebensdauer	Die Lebensdauer eines Baubestandteils ist der Zeitraum von der Erstellung bis zum Zeitpunkt, an dem der Baubestandteil nicht mehr funktionsfähig ist und deshalb ersetzt werden muss.
Maut	Die Maut ist eine Strassenbenützungsgebühr. Die wichtigste Maut, die heute auf Schweizer Strassen erhoben wird, ist die LSVÄ (leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) im Güterverkehr.
Mehrverkehr	Der durch das Projekt ausgelöste Mehrverkehr im Strassennetz ist die Summe derjenigen Fahrten, <ul style="list-style-type: none">– die dank dem Projekt neu generiert werden (bisher keine Fahrt, auch Neuverkehr genannt, vgl. Neuverkehr),– die aufgrund des Umsteigens von anderen Verkehrsträgern auf die Strasse zustande kommen (bisher Fahrt mit anderem Verkehrsträger) oder– die auf eine veränderte Zielwahl zurückzuführen sind (bisher Fahrt an einen anderen Ort).
Mengengerüst	Das Mengengerüst weist die Veränderungen durch ein Projekt in physikalischen Einheiten (z.B. Verkehrsmenge, Anzahl Unfälle etc.) gegenüber dem Referenzfall aus.
Nettobarwert (NBW)	Der Nettobarwert (eines Projektes) ist die Differenz aller auf den Vergleichszeitpunkt auf- bzw. abgezinsten Nutzen und Kosten. Ist der Nettobarwert grösser als Null, sind die Nutzen des Projektes grösser als die Kosten (weitere Erläuterungen vgl. Kapitel 8.2).
Neuverkehr	Verkehr, der dank dem Projekt neu generiert wird (vgl. Mehrverkehr).
NISTRA-Bewertung	Indikatorbasierte Methode zur Bewertung der Nachhaltigkeit von Strasseninfrastrukturprojekten
Nutzen	Der Nutzen umfasst die gesamten Vorteile, die aus dem Konsum eines Gutes oder einer Dienstleistung gezogen werden sowie den externen Nutzen, d.h. die Vorteile, die andere Akteure aus dem Konsum (oder Konsumverzicht) ziehen (z.B. bessere Luftqualität, wenn weniger Autos fahren).
Nutzwertanalyse (NWA)	Bei dieser Bewertungsmethode werden für die verschiedenen Entscheidungsalternativen Nutzwerte ermittelt. Mit Hilfe dieser Nutzwerte können die Alternativen rangiert werden.
Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV)	Das Nutzen-Kosten-Verhältnis entspricht der Division der auf- / abgezinsten Nutzen durch die auf- / abgezinsten Kosten. Das Nutzen-Kosten-Verhältnis misst die Rentabilität eines Projektes und eignet sich zur Bildung einer Rangliste verschiedener Projekte oder Projektvarianten (weitere Erläuterungen vgl. Kapitel 8.2).
Preisstand (oder Preisbasis oder Preisniveau)	Alle Geldwerte werden zu Werten eines bestimmten Jahres ausgedrückt. Dieses Jahr wird Preisstand (oder Preisbasis oder Preisniveau) genannt. NISTRA hat den Preisstand 2019.
Projekt	Ein Projekt ist ein definiertes Bündel von Massnahmen, welches eine bestehende Situation im Strassennetz in einen neuen Zustand überführt.
Referenzfall	Der Referenzfall ist die Entwicklung, die eintreffen würde, wenn im untersuchten Fall ausser den bereits beschlossenen Massnahmen keine weiteren umgesetzt werden. Die positiven und negativen Auswirkungen eines Projektes sind immer im Vergleich zum Referenzfall zu ermitteln.

Reparatur- oder Ersatzkosten-Ansatz	Mit dem Reparatur- oder Ersatzkostenkosten-Ansatz werden Güter bewertet, für die es keinen Markt gibt. Dabei werden die Kosten von Massnahmen ermittelt, die den entstandenen Schaden reparieren oder das beschädigte Gut ersetzen (siehe SN 641 820, Ziffer 38 und Abb. 4).
Reserveinvestition	Reserveinvestitionen sind Vorinvestitionen im Rahmen eines Projektes A, die aber eigentlich Teil eines anderen Projektes B sind, welches eventuell zu einem späteren Zeitpunkt gebaut wird.
Risikoanalyse	Eine Risikoanalyse ist eine Untersuchung, in der die Risiken eines Projektes abgeschätzt werden, die z.B. zu einer Veränderung der Baukosten, der Bauzeit oder der Nutzung führen können.
Schadenskosten-Ansatz	Mit dem Schadenskosten-Ansatz werden Güter bewertet, für die es keinen Markt gibt. Die Abschätzung des entstehenden Schadens (z.B. durch Luftverschmutzung, Lärm oder Unfälle) erfolgt entweder über Hedonic Pricing oder über den Zahlungsbereitschaftsansatz (siehe SN 641 820, Ziffer 38 und Abb. 4).
Sensitivitätsanalyse	Eine Sensitivitätsanalyse ist eine Untersuchung, in der betrachtet wird, wie sich das Ergebnis verändert, wenn gewisse Annahmen der KNA verändert werden.
Staat	Mit Staat sind sämtlichen institutionellen Ebenen (Gemeinde, Kanton, Bund) gemeint. Im Rahmen der KNA besitzt der Staat verschiedene Funktionen: Er ist in den meisten Fällen der Investor und Betreiber der (Strassen-) Infrastruktur. Daneben ist er als Empfänger der Treibstoff- und Mehrwertsteuern von Verkehrsprojekten betroffen. Ferner hat der Staat als Sachwalter der Allgemeinheit die Aufgabe, das gesamtgesellschaftliche Wohl zu fördern. Ausserdem besitzt der Staat die Entscheidungskompetenz über die Projekt- oder Variantenwahl.
Stammverkehr	Der Stammverkehr ist die vom Projekt nicht veränderte Verkehrsmenge pro Zeiteinheit, d.h. die Verkehrsmenge, die sowohl mit als auch ohne Projekt auf einer Relation von i nach j fährt (d.h. Minimum der Fahrten mit bzw. ohne Projekt).
Teilbilanz	Eine Teilbilanz ist eine Teilaggregation der in einer KNA berücksichtigten Indikatoren. KNA-Teilbilanzen dienen dazu, Verteilungswirkungen eines Projektes aufzuzeigen. Es werden sozioökonomische Teilbilanzen und räumliche Teilbilanzen unterschieden. Teilbilanzen ändern nichts am Resultat der aggregierten KNA oder an der Reihenfolge der Varianten.
Transfer	Ein Transfer ist ein Geldfluss von einem Akteur zum anderen, der volkswirtschaftlich (d.h. in einer KNA) nicht relevant ist, da der Gewinn des einen dem Verlust des anderen entspricht. Transfers sind nur für Verteilungsfragen von Bedeutung.
Treibstoffsteuer	Die Steuern auf Treibstoffe setzen sich aus Mineralölsteuer, Mineralölsteuernzuschlag, Carbur-Gebühr (für die Lagerhaltung der Treibstoffe) sowie der Mehrwertsteuer auf dem Verkaufspreis der Treibstoffe zusammen.

Untersuchungsraum	<p>Der Untersuchungsraum ist ein räumlich abgegrenztes Gebiet, innerhalb dessen die durch ein Projekt entstehenden Kosten und Nutzen in der KNA berücksichtigt werden. Er soll so klein wie möglich und so gross wie nötig sein, damit die wesentlichen Auswirkungen erfasst werden. Der Untersuchungsraum der KNA umfasst das direkt betroffene Gebiet und das Einflussgebiet und muss zusammenhängend definiert sein</p> <ul style="list-style-type: none">– Das direkt betroffene Gebiet umfasst das Gebiet, in dem das Projekt relevante Auswirkungen besitzt. Die Auswirkungen können unmittelbar (Landverbrauch, Auswirkungen auf das Ortsbild etc.) oder Folge von veränderten Verkehrsbelastungen sein (z.B. Veränderung der Lärm- oder Luftbelastung). Auswirkungen aufgrund von veränderten Verkehrsbelastungen werden als relevant bezeichnet, wenn sich die Verkehrsmenge um mehr als 5% oder um mehr als 1'000 Fahrzeuge im durchschnittlichen Tagesverkehr (DTV) ändert– Das Einflussgebiet umfasst das Gebiet, in dem die zur Berechnung der Verkehrsaufkommen im direkt betroffenen Gebiet relevanten Wunschlinien beginnen oder enden sowie das zugehörige Netz
Vergleichszeitpunkt	<p>Der Vergleichszeitpunkt ist der Zeitpunkt, auf den hin Kosten und Nutzen ab bzw. aufgezinnt werden.</p>
Vermeidungskosten-Ansatz	<p>Mit dem Vermeidungskosten-Ansatz werden Güter bewertet, für die es keinen Markt gibt. Dabei werden die Kosten von Massnahmen abgeschätzt, welche die Entstehung von Schäden verhindern (siehe SN 641 820, Ziffer 38 und Abb. 4).</p>
Volkswirtschaftliche Analyse	<p>Eine volkswirtschaftliche Analyse ist eine Bewertung aller relevanten (positiven und negativen) Auswirkungen eines Projektes (im Gegensatz zur betriebswirtschaftlichen Analyse, in der die betriebswirtschaftliche Rentabilität untersucht wird). Die KNA ist eine volkswirtschaftliche Analyse (der monetarisierbaren Auswirkungen).</p>
Wertgerüst	<p>Das Wertgerüst umfasst die Kostensätze, die zur monetären Bewertung der physikalischen Veränderungen durch das Projekt (Mengengerüst) benötigt werden.</p>
Zahlungsbereitschafts-Ansatz	<p>Mit dem Zahlungsbereitschafts-Ansatz werden Güter bewertet, für die es keinen Markt gibt. Mittels spezieller Umfragen wird ermittelt, wie viel die Bevölkerung für ein bestimmtes Gut zu zahlen bereit ist. Die Umfrageergebnisse stammen also von einem hypothetischen Markt (siehe SN 641 820, Ziffer 38 und Abb. 4).</p>
Zuverlässigkeit	<p>Zuverlässigkeit wird verstanden als Fahrzeit (z.B. in Minuten gemessen), die ein Reisender früher oder später als erwartet am Ziel eintrifft. Ein Strassensystem ist umso zuverlässiger, je grösser die Wahrscheinlichkeit ist, zur erwarteten Zeit am Ziel anzukommen. Die Zuverlässigkeit ist für die Verkehrsteilnehmer somit umso höher, je geringer die Streuung der tatsächlichen Fahrzeitverteilung ist.</p>

Abstract

NISTRA ist eine vom Bundesamt für Strassen ASTRA in Auftrag gegebene Beurteilungsmethode für Strasseninfrastrukturprojekte (NISTRA = Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte). eNISTRA ist das auf Microsoft-Excel aufgebaute elektronische Berechnungsmodell für NISTRA. In eNISTRA ist nur die Eingabe von projektspezifischen Inputdaten nötig, das Ergebnis wird dann automatisch berechnet. Das vorliegende Handbuch enthält sämtliche Erläuterungen zur Anwendung von eNISTRA (Version 2022).

NISTRA besteht aus den folgenden drei Bewertungsmethoden:

- **Kosten-Nutzen-Analyse KNA:** Mit der KNA wird die Wirtschaftlichkeit bzw. die volkswirtschaftliche Effizienz eines Projekts ermittelt. Dabei können nur monetarisierbare Auswirkungen berücksichtigt werden.
- **Kosten-Wirksamkeits-Analyse KWA:** Mit der KWA werden alle quantifizierbaren Projektwirkungen in Form von Wirksamkeitspunkten (oder Nutzwertpunkten) in Relation zu den Kosten (Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis) gestellt. Sie stellt dadurch eine umfassende Grundlage zur Ermittlung der Bestvariante dar.
- **Qualitative Analyse QA:** Mit deskriptiven Indikatoren (inkl. Bewertung auf einer Skala von -3 bis +3) werden ergänzende nicht-quantifizierbare Projekteigenschaften beurteilt. Die QA umfasst zwei Themenfelder: Kohärenz mit anderen Konzepten und Planungen sowie Realisierungsaspekte.

Der KNA-Teil von eNISTRA ist vollständig kompatibel mit den Normen zur Kosten-Nutzen-Analyse im Strassenverkehr (Normen SN 641 820 bis VSS 41 828) des Schweizerischen Verbands der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS). Die KWA und QA in NISTRA sind identisch zur KWA und QA von EBeN (Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen).

Mit eNISTRA kann eine vollständige NISTRA-Bewertung durchgeführt werden, es ist aber auch möglich, ausschliesslich eine KNA oder ausschliesslich eine KWA zu erstellen.

eNISTRA wurde gegenüber der früheren Version (2017) umfassend überarbeitet.

Das vorliegende Handbuch erläutert eNISTRA und leitet die Benutzenden bei der Eingabe der Daten in eNISTRA an. Für eine fehlerfreie NISTRA-Bewertung ist der Bezug des Handbuchs unabdingbar.

1 Einleitung

1.1 Ausgangslage

Zur nachhaltigen Beurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten hat das Bundesamt für Strassen (ASTRA) das Instrument **NISTRA** entwickeln lassen (NISTRA = Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte). Seit Herbst 2003 liegt die NISTRA-Bewertungsmethode mit dazugehörigem Exceltool – eNISTRA – vor, welches die NISTRA-Bewertung unterstützt und erleichtert. Die NISTRA-Bewertungsmethode und das zugehörige Tool wurden anschliessend in einer zweijährigen Pilotphase bei grösseren Nationalstrassenprojekten angewendet und dann 2006 grundlegend überarbeitet. 2010 und 2017 wurde NISTRA erneut überarbeitet. Seit 2010 ist NISTRA vollständig kompatibel mit den Schweizer Normen zur Kosten-Nutzen-Analyse (SN 641 820 bis VSS 41 828).

Seit der letzten Überarbeitung von NISTRA sind 5 Jahre vergangen und es besteht in verschiedener Hinsicht ein Bedarf, NISTRA wieder zu aktualisieren. So liegen in diversen Bereichen neue Grundlagen vor:

- Überarbeitete Version von EBeN (Einheitliche Bewertungsmethode Nationalstrassen)
- Neue Grundnorm zu KNA (SN 641 820)
- Diverse neue Detailnormen zur KNA (VSS 41 826, 827 und 828)
- Aktualisiertes Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA Version 4.2.2)

Zudem werden diverse weitere Anpassungen vorgenommen (vgl. das folgende Kapitel 1.2).

1.2 Was ist neu in NISTRA?

Der folgende Text richtet sich vor allem an bisherige NISTRA-Nutzer, denen die Unterschiede zum bisherigen NISTRA kurz erläutert werden sollen. Eine ausführlichere Erläuterung findet sich in Anhang D. Neue Nutzer von NISTRA können das Kapitel 1.2 überspringen.

Im Rahmen der Überarbeitung von NISTRA wurden insbesondere folgende Anpassungen vorgenommen:

- Die ASTRA-Bewertungsmethode **EBeN** (Einheitliche Bewertungsmethode Nationalstrassen) wurde überarbeitet¹ und die **aktualisierten Indikatoren zur Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) und zur qualitativen Analyse (QA)** sind erneut in NISTRA zu integrieren. Hierzu werden **vier neue KWA-Indikatoren** in NISTRA aufgenommen:
 - VQ3w «Betriebskosten Fahrzeuge»
 - VQ4w «Auswirkungen auf den ÖV»
 - VQ7w «Nutzen durch Mehrverkehr»
 - SI3w «Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung»

¹ Ecoplan, Infrac, EBP (2021), EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen.

- Andere KWA-Indikatoren werden grundlegend neu definiert oder ihre Beschreibungen präzisiert und weiterentwickelt. Damit werden insbesondere die Wirkungen des **Mehrverkehr auch in der KWA abgebildet**. Zudem werden wo möglich die bisherigen Treppenfunktionen gestrichen und durch lineare Funktionen ersetzt. Schliesslich werden die **Skalierungsfunktionen** (welche Auswirkung ergibt wie viele Punkte) in EBeN überprüft und vielfach **angepasst**.
- Bei der Dateneingabe in die KWA müssen die Daten nicht mehr für das zehnte Betriebsjahr eingegeben werden, sondern neu für das Jahr der Inbetriebnahme.
 - KWA und QA in NISTRA und EBeN sind damit fast identisch (für die wenigen Unterschiede siehe Kapitel 1.6.3). Dies erlaubt Vereinfachungen, wenn Projekte in einem frühen Stadium mit EBeN und später mit NISTRA bewertet werden. Denn die Ergebnisse können weiterverwendet werden – zumindest für Vergleichszwecke, denn es ist jeweils zu prüfen, ob Anpassungen nötig sind (wenn sich das Projekt geändert hat oder bessere Datengrundlagen vorliegen). Damit sinkt der Aufwand für die NISTRA-Bewertung.
 - Zudem werden gemäss SN 641 820 und VSS 41 828 **zwei neue KNA-Indikatoren** in NISTRA übernommen (**VQ9 «Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr»** und **UW6 «Vor- und nachgelagerte Effekte»**).
 - Damit werden **Elektroautos** neu **vollständig** in NISTRA **integriert**.
 - Die bisherigen drei Indikatoren zum Mehrverkehr (VQ7 bis VQ9) werden neu in einem Indikator **VQ7 «Nutzen durch Mehrverkehr»** **zusammengefasst**, bestehend aus:
 - VQ7.1 «MWST-Einnahmen im öffentlichen Verkehr» (bisher VQ7)
 - VQ7.2 «Nettonutzen des Mehrverkehrs» (bisher VQ8)
 - VQ7.3 «Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr» (bisher VQ9)
 - Die **«polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung»** ist nicht mehr Teil des Indikators DK4 «Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse», sondern neu ein eigener Indikator **SI3**.
 - Es liegen neue Datengrundlagen aus dem Handbuch Emissionsfaktoren (**HBEFA** Version 4.2.2) vor. Neu sind damit Prognose bis 2060 statt 2035 in NISTRA hinterlegt. Zudem werden auch die neu verfügbaren CO₂-Emissionen der vor- und nachgelagerten Effekte aus dem HBEFA 4.2.2 entnommen.
 - Die **neuen Normen VSS 41 826, 41 827 und 41 828** «Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen», «Betriebskosten von Strassenfahrzeugen» und «Externe Effekte im Bereich Umwelt und Gesundheit» werden eingearbeitet. Dabei werden insbesondere neue Kostensätze integriert, teilweise aber auch die Methodik angepasst.
 - Die Berechnung der **Effekte in der Bauphase** wird ausgebaut und vereinheitlicht.
 - Die Darstellung der Ergebnisse im **NISTRA-Tableau** wird umfassend überarbeitet und neu gestaltet. Erstmals erhält NISTRA damit eine Abbildung, in der KNA- und KWA-Indikatoren in einer gemeinsamen Darstellung zusammengefasst sind.
 - Zudem werden neue **Interpretationshilfen** angeboten, wie die **Ergebnisse aus KNA und KWA** beurteilt werden können (in Kapitel 1.5.6).
 - Zudem wird bei der Darstellung der KNA-Ergebnisse mehr Gewicht auf die **Annuität** gelegt als bisher. Neu werden gemäss SN 641 820 **zwei Nutzen-Kosten-Verhältnisse** berechnet:

Das NKV₁ ist besser geeignet für typische Strassenprojekte, das NKV₂ für Projekte im öffentlichen Verkehr.

- Es werden **zwei neue Sensitivitätsanalysen** eingeführt. Eine für den VOSL (value of statistical life) und eine für den Klima-Kostensatz.
- Mit dem **neuen Blatt «Klima»** werden alle Ergebnisse von NISTRA bezüglich des Klimas umfassend zusammengestellt für eine mögliche Weiterverwendung ausserhalb von NISTRA. Denn die Auswirkungen auf das Klima werden politisch immer bedeutender.
- Der **Schutz** von eNISTRA wird etwas **reduziert**. Neu können alle Zellen angewählt werden (anstatt nur die nicht geschützten Zellen). Dadurch wird der **Export** von Abbildungen aus eNISTRA z.B. in den Bericht zur Bewertung **einfacher**. Gleichzeitig werden die bisher kaum benutzten Druckmakros gelöscht.
- Das **Preisniveau** von eNISTRA wird von 2015 auf **2019** aktualisiert.
- eNISTRA wurde für Windows-Betriebssysteme entwickelt und lief bisher nicht auf dem macOS-Betriebssystem. **Neu funktioniert eNISTRA aber auch auf einem Mac.**

Zudem werden diverse weitere Anpassungen vorgenommen

Mit dem **aktualisierten und ergänzten NISTRA und eNISTRA** (zugehöriges Excel-Tool) steht nun wiederum eine **mit den aktuellen KNA-Normen voll kompatible** Bewertungsmethode bzw. ein Tool zur Verfügung, das eine umfassende Analyse zulässt, aber auf Wunsch auch bloss für eine reine KNA oder eine reine KWA verwendet werden kann.

1.3 Entstehungsgeschichte von NISTRA

Im Folgenden soll kurz die Entstehungsgeschichte von NISTRA betrachtet werden.

- Die erste Version von NISTRA erschien 2003 (ASTRA 2003). Sie beinhaltete einen Methodenbericht, das elektronische Excel-Berechnungstool eNISTRA und ein Handbuch dazu. Damals wurden noch nicht 40 Jahre berechnet, sondern 4 Jahrzehnte (4 statt 40 Werte).
- Diese Version wurde dann an 20 Grossprojekten erfolgreich getestet.
- 2006 erfolgte eine grössere Erweiterung von eNISTRA und dem dazugehörigen Handbuch:
 - NISTRA wurde damit vollständig kompatibel mit der ebenfalls 2006 erschienenen ersten Version der KNA-Grundnorm des VSS (SN 641 820).
 - Die neusten Erkenntnisse bei der Bewertung wurden eingebaut.
 - eNISTRA wurde basierend auf den Erfahrungen mit der Version 2003 verfeinert.
 - Es wurde neu mehr Gewicht auf die verbalen Beschreibungen gelegt.
 - Excel-technisch bedeutete die Erweiterung einen Quantensprung.
 - Das Handbuch wurde deutlich umfassender.
- 2010 erfolgte die nächste Überarbeitung von NISTRA mit folgenden Schwerpunkten:
 - Mittlerweile wurden alle Detailnormen zu KNA publiziert (VSS 41 821 bis 828). Deren Vorgaben wurden nun in NISTRA umgesetzt. Damit sind die Normen in der Praxis viel einfacher anwendbar. Das bedeutet unter anderem:

- Es wurden neue Effekte miteinbezogen (Zuverlässigkeit, Luftbelastung beim Bau).
- Die Unfälle und der Lärm konnten neu genauer erfasst werden.
- Die Emissionen wurden nach innerorts, ausserorts und Autobahn differenziert.
- Es wurde ein fairer Vergleich grosser und kleiner Projekte ermöglicht.
- Es wurden einheitlich neun Fahrzeugkategorien eingeführt.
- Rückbauten wurden ermöglicht.
- Zudem wurden diverse Anpassungen aus dem bisherigen Gebrauch umgesetzt.
- 2017 wurde NISTRA erneut deutlich überarbeitet:
 - Die bisherigen GWUP-Indikatoren (Gesellschafts-, Wirtschafts-, Umwelt-Punkte) und deskriptive Indikatoren wurden ersetzt durch die Indikatoren der KWA und QA aus EBeN (Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen). Damit wurde die Analyse der nicht-monetarisierbaren Auswirkungen grundsätzlich überarbeitet.
 - Das Ziel- und Indikatorensystem wurde angepasst. Die Indikatoren werden nicht mehr nach den drei Nachhaltigkeitsdimensionen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt eingeteilt, sondern nach den Bereichen direkte Kosten (DK), Verkehrsqualität (VQ), Sicherheit (SI), Siedlungsentwicklung (SE), Umwelt (UW) sowie Realisierung und Kohärenz. Damit werden auch die Nummern der Indikatoren angepasst. Zudem wurden einige bisherige Indikatoren weggelassen, dafür andere neu aufgenommen.
 - Die Berechnung der Zuverlässigkeit wurde vollständig überarbeitet – aufgrund der neuen Norm VSS 41 825 (2017).
 - Neu können mit eNISTRA auch etappierte Projekte (mit mehreren Teileröffnungen in verschiedenen Jahren) und Reserveinvestitionen bewertet werden.
 - Zudem wurden diverse Optimierungen umgesetzt.

Mit der vorliegenden Aktualisierung 2022 wird NISTRA wieder auf den aktuellsten Stand der Forschung und der Datengrundlagen gebracht. So werden unter anderem die aktualisierten KNA-Normen (SN 641 820, VSS 41 826, 827 und 828) berücksichtigt, das überarbeitete EBeN sowie die neuste Version des HBEFA.

1.4 Zweck und Aufbau dieses Handbuchs

1.4.1 Wozu dieses Handbuch?

Dieses Handbuch verfolgt das Ziel, die Benutzerin bzw. den Benutzer bei der Durchführung einer **NISTRA-Bewertung** (oder einer reinen KNA oder einer reinen KWA) anzuleiten. Diese drei Bewertungsvorgänge können mit ein und demselben **Excel-Tool** – dem **eNISTRA** – ausgeführt werden. Wenn im Folgenden von eNISTRA die Rede ist, so ist das Excel-Tool gemeint und nicht die NISTRA-Bewertungsmethode, denn mit eNISTRA kann eine vollständige NISTRA-Bewertung oder nur eine KNA oder eine KWA durchgeführt werden.

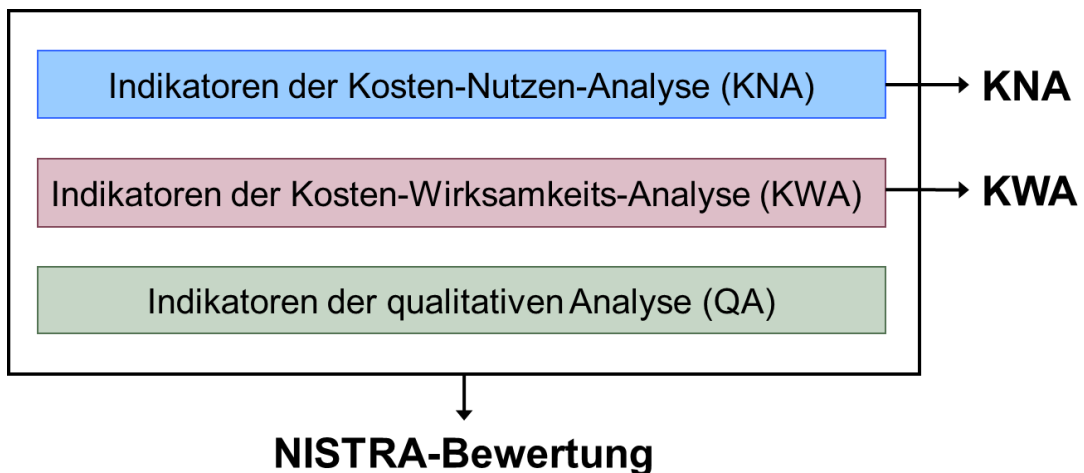
Das Handbuch hat den Anspruch, die Benutzerinnen und Benutzer möglichst kurz und klar anzuleiten und mit Beispielen und Tipps bei der Durchführung einer NISTRA-Beurteilung bzw. einer

KNA oder KWA zu helfen. Es ist wichtig, dass bei einer Bewertung das Handbuch beigezogen wird. Wichtige Informationen, wie beispielsweise Vorgaben zur Bewertung der einzelnen KWA-Indikatoren, sind nur im Handbuch enthalten und finden sich nicht direkt in eNISTRA. Weiterführende Informationen zur Methodik der einzelnen Indikatoren findet die interessierte Benutzerin bzw. der interessierte Benutzer im Anhang C.

1.4.2 NISTRA-Gesamtbewertung sowie KNA und KWA in einem Tool

Wie erwähnt soll mit dem vorliegenden Tool eNISTRA sowohl eine Beurteilung gemäss NISTRA als auch eine reine KNA oder eine reine KWA durchgeführt werden können. Die drei Anwendungen sind in Abbildung 1-1 dargestellt. Die KNA und die KWA sind eingebettet in die NISTRA-Bewertung und somit ins eNISTRA. Um nur eine KNA durchzuführen, müssen im eNISTRA die KWA- und QA-Indikatorblätter nicht ausgefüllt werden. Für eine reine KWA können die KNA- und die QA-Indikatorblätter vernachlässigt werden. Für eine NISTRA-Beurteilung sind hingegen alle Indikatorblätter von eNISTRA auszufüllen.

Abbildung 1-1: Einbettung der KNA und der KWA in die NISTRA-Bewertung



An dieser Stelle ist darauf hinzuweisen, dass für eine **umfassende Bewertung** eines Projektes die **NISTRA-Bewertungsmethode als Ganzes** angewendet werden sollte:

- Eine Beschränkung auf eine KNA vernachlässigt nicht-monetarisierbare Effekte eines Projektes, die aber entscheidungsrelevant sein können.
- Zwar werden mit der KWA mehr Projektwirkungen erfasst als mit der KNA. Die nur qualitativ erfassbaren Teilwirkungen (die QA-Indikatoren) werden aber auch bei der KWA nicht berücksichtigt. Zudem enthält die KWA teilweise eine andere Gewichtung der Effekte als die KNA.

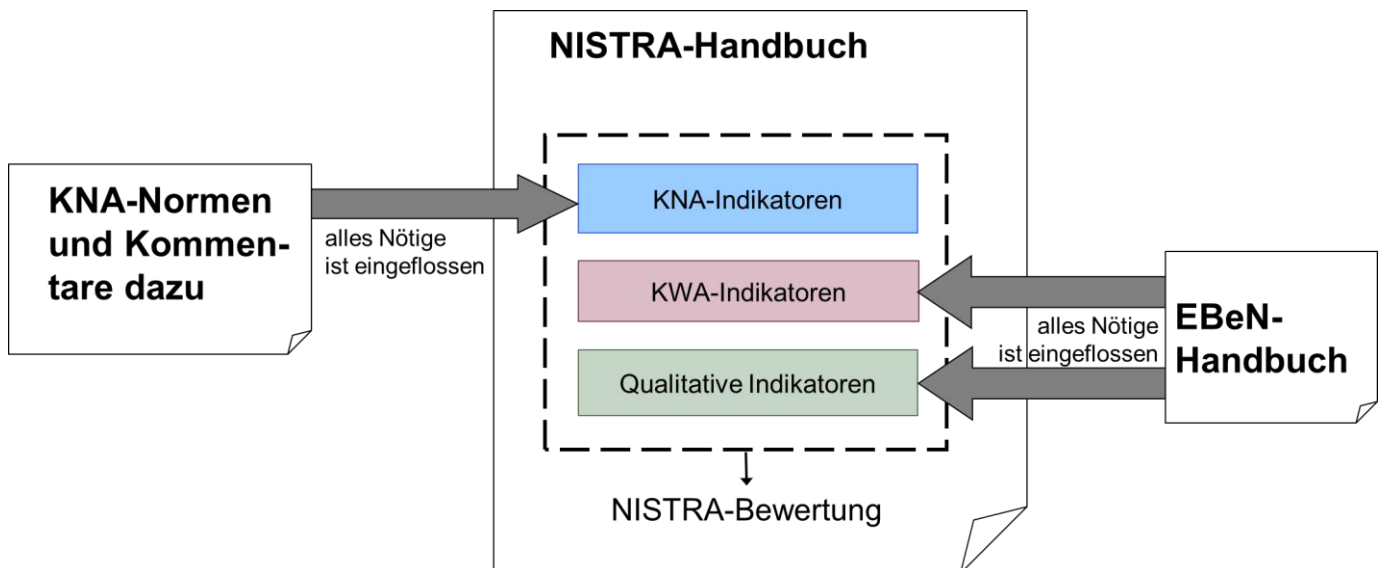
Mit einer Beschränkung auf nur eine KNA oder nur eine KWA ist somit keine vollständige Projektbewertung möglich. Eine umfassende Beurteilung ist nur möglich, wenn das Ergebnis der

KNA und der KWA sowie der QA zusammen betrachtet und miteinander verglichen werden. Erst dann kann eine ausgewogene Empfehlung hergeleitet werden.

1.4.3 Einbettung des Handbuchs in bereits bestehende Dokumente

Die KNA beruht auf den Normen des VSS (SN 641 820 bis VSS 41 828). Im Rahmen der Erarbeitung der **KNA-Normen** wurde für jede Norm ein **Kommentar** bzw. ein Forschungsbericht abgefasst.² Diese Normen und Kommentare erläutern die KNA-Indikatoren, welche in NISTRA eingebettet sind. Wer sich detailliert mit der Entstehung der KNA-Normen und der KNA-Methodik auseinandersetzen will, der sei auf die KNA-Normen und die dazugehörigen Kommentare, insbesondere denjenigen zur Grundnorm, verwiesen. Alle in der Praxis für eine KNA-Bewertung wichtigen Aspekte sind aber in das vorliegende Handbuch eingeflossen (vgl. Abbildung 1-2).

Abbildung 1-2: Einbettung des vorliegenden Handbuchs in bestehende Dokumente



Die KWA und die QA basieren wie erwähnt auf der Methodik EBeN. Die Beschreibung der einzelnen Indikatoren wurde dabei wörtlich aus EBeN kopiert. Alle für die Bewertung wesentlichen Informationen aus dem EBeN-Handbuch sind somit in das NISTRA-Handbuch eingeflossen.

Das vorliegende Handbuch bedient sich dieser Dokumente, hat aber den Anspruch, die Benutzerin bzw. den Benutzer von eNISTRA auch ohne Rückgriff auf die Zusatzdokumente genügend detailliert und klar anzuleiten. Dies unabhängig davon, ob eine KNA-, eine KWA- oder eine NISTRA-Bewertung durchgeführt wird. Daraus ergibt sich die Struktur des vorliegenden Handbuchs.

² Z.B. Ecoplan / Metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Kommentar zur VSS-Grundnorm.

1.4.4 Struktur und Aufbau des vorliegenden Handbuchs

Die Struktur des Handbuchs entspricht der Struktur des Excel-Tools, wie die Abbildung 1-3 zeigt. Zum Aufbau folgende Bemerkungen:

Abbildung 1-3: Aufbau des vorliegenden Handbuchs und Verbindung zu eNISTRA

eNISTRA	Handbuch
	1. Einleitung
	2. Einführung in das Arbeiten mit eNISTRA
«Inputblätter»	3. Vorbereitung Einzelne Inputblätter
«Indikatorblätter»	4. Erläuterungen zu den einzelnen Indikatoren 4.1 Indikatoren im Bereich direkte Kosten 4.2 Indikatoren im Bereich Verkehrsqualität 4.3 Indikatoren im Bereich Sicherheit 4.4 Indikatoren im Bereich Siedlungsentwicklung 4.5 Indikatoren im Bereich Umwelt 4.6 Indikatoren im Bereich Realisierung und Kohärenz
«Outputblätter»	5. Resultate für KNA, KWA und QA Sensitivitätsanalyse, Teilbilanzen, Abbildungen Drucken und Export der Ergebnisse
	6. Anhang A: FAQ zu NISTRA
	7. Anhang B: Etappierte Projekte und Reserveinvestitionen
	8. Anhang C: Methodischer Hintergrund KNA und KWA
	9. Anhang D: Logbuch Update

- Im folgenden Rest des Kapitels 1 wird die Bewertungsmethodik NISTRA mit KNA, KWA und QA vorgestellt und mit EBeN verglichen.
- In **Kapitel 2** erhalten die BenutzerInnen eine Anleitung, wie sie **mit eNISTRA arbeiten** können. So wird unter anderem erklärt, wie eNISTRA zu installieren ist und wie mit den einzelnen Features (Navigation usw.) umzugehen ist.
- In **Kapitel 3** zu den sog. «**Inputblättern**» sowie in **Kapitel 5** über die «**Outputblätter**» werden die wesentlichen Erläuterungen zu den einzelnen Tabellenblättern zu den allgemeinen Inputs bzw. zur Ergebnisdarstellung gemacht.
- Das **Kapitel 4** beschreibt, wie die einzelnen **Indikatorblätter** ausgefüllt werden müssen. Die Indikatoren sind in derselben Reihenfolge angeordnet wie im Excel-File.

- Um das Handbuch möglichst schlank und benutzerinnenfreundlich zu halten, sind vier **Anhänge** erstellt worden:
 - Im **Anhang A** sollen «**frequently asked questions**» (kurz FAQ) rund um NISTRA gestellt und beantwortet werden.
 - Im **Anhang B** werden zwei **Spezialfälle** von Bewertungen erläutert: Es wird aufgezeigt wie bei **etappierten Projekten** und bei **Reserveinvestitionen** vorzugehen ist.
 - Im **Anhang C** wird der **methodische Hintergrund** zur KNA und KWA gegeben. Unter anderem werden die Entscheidungskriterien der KNA erläutert. Dieser Anhang ermöglicht es, sich in den Kapiteln 3, 4 und 5 auf die Angaben zu beschränken, die notwendig sind, um die Blätter fehlerfrei ausfüllen zu können. Mit den Angaben in den Kapiteln 3, 4 und 5 haben die BenutzerInnen aber keinen Einblick in die eigentlichen Berechnungen, in die unterstellten Veränderungen über die Zeit und die konkrete Begründung z.B. der verwendeten Bewertungsfunktionen. Der Anhang C soll den interessierten BenutzerInnen darüber Aufschluss geben. Dies ist für jene Leserschaft gedacht, die sich noch weiter vertiefen möchte. Erscheinen bestimmte Resultate nicht plausibel, so kann der Anhang C helfen, zu verstehen, wie das Resultat berechnet wurde.
 - Der **Anhang D** stellt eine Dienstleistung für jene dar, die NISTRA bereits kennen und unter Umständen schon mit eNISTRA gearbeitet haben. In diesem Anhang werden im Sinne eines Logbuchs alle Aktualisierungen und Ergänzungen aufgeführt, welche im Rahmen dieses Updates vorgenommen wurden.

1.5 Bewertungsmethodik NISTRA

1.5.1 Grundidee von NISTRA

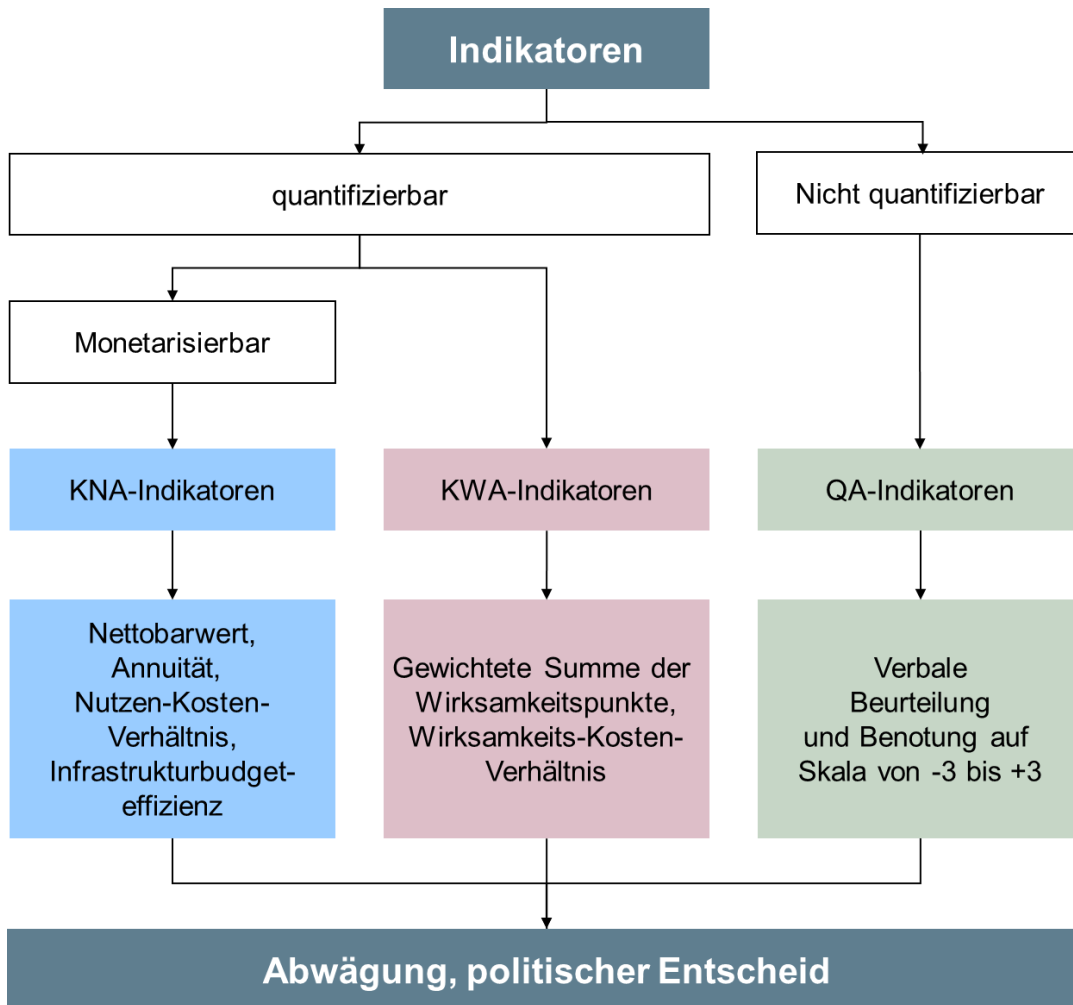
NISTRA basiert auf drei Bewertungsmethoden (vgl. folgende Abbildung):

- Alle Teilwirkungen, welche sich in monetären Grössen messen bzw. relativ unbestritten in solche umrechnen lassen, werden in einer **Kosten-Nutzen-Analyse KNA** erfasst (inklusive z.B. Unfall-, Lärm- und Luftverschmutzungskosten). Massgebliche Resultate dieser Teilanalyse sind das Nutzen-Kosten-Verhältnis und die Infrastrukturbudgeteffizienz. Auch der Nettobarwert und die Annuität des Projekts wird ausgewiesen. Die KNA zeigt die Wirtschaftlichkeit bzw. die volkswirtschaftliche Effizienz eines Projekts auf.

In der nationalen und internationalen Diskussion ist die KNA als Kernelement jeder Projektbeurteilung unbestritten.³ Ebenso ist aber klar, dass nicht alles monetarisierbar ist und dass es daher ergänzende Indikatoren braucht.

³ Vgl. hierzu COWI/ITS (2005), Current practice in project appraisal in Europe, Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr sowie ITF (2021), Developing Strategic Approaches to Infrastructure Planning, S. 7 und 84.

Abbildung 1-4: Grundprinzip von NISTRA



- Alternativ kann ein Projekt mit einer **Kosten-Wirksamkeits-Analyse KWA** bewertet werden. In der KWA werden alle quantifizierbaren Projektwirkungen – sowohl monetarisierbare als auch nicht-monetarisierbare – in Form von Wirksamkeitspunkten (oder Nutzwertpunkten) gewichtet und aufsummiert und in Relation zu den Kosten (Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis) gestellt.⁴
- Ergänzt wird die Bewertung mit einer **qualitativen Analyse QA**. Sie bildet Auswirkungen ab, die nicht quantifizierbar sind und deshalb weder in die KNA noch in die KWA einfließen können, aber weitere wichtige Informationen zur Beurteilung eines Projekts enthalten können. Mit deskriptiven Indikatoren (inkl. einer 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.

⁴ Mit dem Kosten-Wirksamkeits-Verhältnis können grosse und kleine Projekte fair miteinander verglichen werden (vgl. Kapitel 8.8.1).

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. Ergänzt werden müssen die Resultate von KNA und KWA durch die zusätzlichen Informationen aus der QA. Es gibt also keine vollständige Aggregation aller Wirkungen. Vielmehr **ergänzen sich die drei Bewertungsmethoden (KNA, KWA, QA) gegenseitig**. Eine umfassende Beurteilung ist nur möglich, wenn die Ergebnisse der KNA und der KWA sowie der QA zusammen betrachtet und miteinander verglichen werden. Erst dann kann eine ausgewogene Empfehlung zuhanden der politischen Entscheidungsträger abgegeben werden.

Mit der NISTRA-Bewertungsmethode wird versucht, einen Mittelweg zwischen Informationsverdichtung und damit verbundenem Informationsverlust zu erreichen:

- Die EntscheidungsträgerInnen stehen nicht alleine mit einer Vielzahl unaggregierter Indikatoren da, sondern diese Informationen werden zum Teil verdichtet.
- Doch der Entscheid wird ihnen nicht abgenommen, da nicht nur *eine* Zahl (z.B. Nutzen-Kosten-Verhältnis oder Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis) als Ergebnis präsentiert wird.

NISTRA ist also keine «Entscheidungsmaschine», liefert aber wichtige Grundlagen für einen faktenbasierten Entscheid, der immer auch eine politische Abwägung der Vor- und Nachteile eines Projektes benötigt.

Die Bewertungsmethode NISTRA erfüllt damit folgenden **Anforderungen**:

- Vollständigkeit: Beurteilung aller relevanten Wirkungen.
- Konsistenz: Die einzelnen Methoden (KNA, KWA, QA) sind aufeinander abgestimmt.
- Transparenz: Die Beurteilungen sind nachvollziehbar.
- Kontinuität: NISTRA baut bestmöglich auf den bestehenden Grundlagen (KNA-Normen, bisheriges eNISTRA, EBeN) auf.
- Anwenderfreundlichkeit: Das Tool ist einfach benutzbar und der Aufwand für die Beurteilung hält sich in Grenzen.

NISTRA kann aber eine **Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP)** nicht ersetzen, da NISTRA nicht berücksichtigt, ob Umweltgrenzwerte überschritten werden. Dies ist Sache der UVP (vgl. auch Abschnitt 6.2).

1.5.2 Ziel- und Indikatorensystem

Um die einzelnen Projekte und ihre Wirkungen zu vergleichen, ist ein Ziel- und Indikatorensystem notwendig. Alle NISTRA-Indikatoren sollen also in ein gemeinsames Zielsystem eingegliedert werden. Dazu werden alle Auswirkungen in die folgenden sechs Bereiche aufgeteilt (vgl. folgende Abbildung, in der auch aufgezeigt wird, welche Indikatoren bei welchen Bewertungsmethoden (KNA, KWA, QA) verwendet werden):

- **Direkte Kosten DK** – 4 KNA-Indikatoren, die gleichzeitig auch zur KWA gehören: Die direkten Kosten sollen möglichst gering sein.

Abbildung 1-5: NISTRA-Indikatorensystem

	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 Stammverkehr	X	X		W
VQ2 Zuverlässigkeit	X	X		W
VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	X	X		W
VQ4 Auswirkungen auf den ÖV	X	X		W
VQ5 Streckenredundanz		X		W
VQ6 Verkehrsentslastung nachgelagertes Netz		X		W / G
VQ7 Nutzen durch Mehrverkehr		X		W
VQ7.1 MWST-Einnahmen ÖV	X			W
VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr	X			W
VQ7.3 Einnahmen Steuern und Maut Mehrverkehr	X			W
VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr	X			W
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen des Fuss- und Veloverkehrs	X			G
Sicherheit				
SI1 Unfälle	X	X		G
SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit		X		G / W
SI3 Polizeiliche Verkehrsregelung	X	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
UW6 Vor- und nachgelagerte Effekte	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, kantonal, 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

- **Verkehrsqualität VQ** – 7 KNA- und 7 KWA-Indikatoren⁵: Die Qualität der Verkehrssysteme soll verbessert werden und der Nutzen für Betreiber und Benutzerin soll maximiert werden.

⁵ Die Teilindikatoren 7.1 bis 7.3 werden dabei nur als ein Indikator gezählt.

- **Sicherheit SI** – 2 KNA- und 3 KWA-Indikatoren: Die Sicherheit ist zu gewährleisten.
- **Siedlungsentwicklung SE** – 4 KWA-Indikatoren: Die Siedlungsentwicklung soll eine nachhaltige Raumplanung ermöglichen und die neuen Infrastrukturen sollen sich städtebaulich gut einpassen.
- **Umwelt UW** – 5 KNA- und 5 KWA-Indikatoren: Die Umweltbelastungen sollen möglichst vermieden bzw. reduziert werden.
- **Realisierung und Kohärenz** – 5 qualitative Indikatoren QI: Schliesslich wird auf eine optimale Realisierung und auf Kohärenz mit anderen Planungen (Gesamtverkehrskonzepte, Raumplanung) geachtet.

Insgesamt enthält NISTRA also 18 KNA-Indikatoren (die Teilindikatoren 7.1 bis 7.3 werden wiederum nur als ein Indikator gezählt), 23 KWA-Indikatoren und 5 qualitative Indikatoren oder total 42 Indikatoren (ohne Doppelzählung der 4 für KNA und KWA identischen DK-Indikatoren). Einige Bemerkungen zum Indikatorensystem:

- Die direkten Kosten (Indikatoren DK1 bis DK4) werden sowohl in der KNA als auch in der KWA verwendet. Deshalb gibt es in eNISTRA für die vier Indikatoren DK1 bis DK4 nur je ein Indikatorblatt, dessen Ergebnisse sowohl für die KNA als auch für die KWA verwendet werden.
- Bei allen anderen Indikatoren, die sowohl in der KNA als auch in der KWA vorkommen (z.B. VQ1, VQ2, SI1 etc.), ist die Berechnungsmethodik zwischen KNA und KWA jedoch unterschiedlich.
- In eNISTRA werden die entsprechenden Tabellenblätter z.B. VQ1n / VQ1w genannt (Kurzform für VQ1_{KNA} / VQ1_{KWA}). Der Indikator UW1 «Luft- und Lärmbelastung» umfasst sogar drei Tabellenblätter, da der KWA-Indikator UW1w in der KNA durch zwei Indikatoren abgebildet wird (UW1n_Luft, UW1n_Lärm – vgl. Abbildung 2-4).
- In der letzten Spalte von Abbildung 1-5 wird auch noch die Zuteilung zu den Nachhaltigkeitsdimensionen gezeigt, die bei einigen Indikatoren nicht eindeutig ist. Die Nachhaltigkeitsdimensionen bildeten bis 2016 die Grundlage des NISTRA-Zielsystems. Die Nachhaltigkeit steht bei einer NISTRA-Bewertung noch immer im Zentrum, denn mit NISTRA kann nach wie vor überprüft werden, ob ein Projekt mit dem Konzept der Nachhaltigkeit vereinbar ist. Die drei Nachhaltigkeitsdimensionen Gesellschaft, Wirtschaft und Umwelt werden immer noch gleichberechtigt berücksichtigt und breit abgedeckt.
- **Berücksichtigung der Bauphase:** Bei vielen Indikatoren kann es sein, dass während der Bauphase vorübergehend höhere Belastungen auftreten als während dem späteren Betrieb. Es ist möglich, dass die Belastungen der Bauphase übermässig gross sind und damit Akzeptanzprobleme bei der Bevölkerung verursachen können. Dies darf beim Entscheid über die Projektrealisierung oder die Variantenwahl nicht vernachlässigt werden. Dennoch werden grundsätzlich nur die Wirkungen des Betriebs erfasst, um die Komplexität im Rahmen zu halten. Sind für ein bestimmtes Projekt allerdings **stark unter- oder überdurchschnittliche Belastungen während der Bauphase** auszumachen, so wird diese Information berücksichtigt: In der KNA können in der Mehrzahl der Fälle die Belastungen während der Bauphase qualitativ, d.h. in Textfeldern festgehalten werden. Bei einigen Indikatoren können die Wirkungen

in der Bauphase quantitativ erfasst und monetarisiert werden (z.B. beim Indikator UW1n_Luft oder auch beim Indikator VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge – Eingabe im Blatt «Inputdaten»). Die Erläuterungen zu den einzelnen Indikatoren geben Auskunft darüber, ob und wie die Bauphase berücksichtigt wird. In der KWA gibt es mit UW5 einen eigenen Indikator für die Umwelteffekte während der Bauphase.

- In NISTRA werden bei verschiedenen Indikatoren auch **Elektrofahrzeuge** berücksichtigt. Dabei werden sowohl Effekte durch den Betrieb von Elektrofahrzeugen berücksichtigt als auch Umwelteffekte in vorgelagerten Prozessen (Stromherstellung).

Im Folgenden sollen die drei Bewertungsmethoden KNA, KWA und QA noch genauer vorgestellt werden.

1.5.3 Methodik der Kosten-Nutzen-Analyse (KNA)

Kompatibilität mit KNA-Normen

Die KNA in NISTRA ist **vollständig kompatibel mit den VSS-Normen zur KNA** (vgl. folgende Abbildung). Damit folgt NISTRA dem «state of the art» für KNA. NISTRA entspricht somit auch der Grundnorm SN 641 800 «Nachhaltigkeitsbeurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten».

Abbildung 1-6: Überblick über die Normenfamilie Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr

Detailnorm	Name (Publikationsjahr)
SN 641 820	Grundnorm (2018)
VSS 41 821	Diskontsatz (2006)
VSS 41 822a	Zeitkosten im Personenverkehr (2009)
VSS 41 823	Zeitkosten im Güterverkehr (2007)
VSS 41 824	Unfallraten und Unfallkostensätze (2013)
VSS 41 825	Bewertung der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen und Bemessungsempfehlungen für Nationalstrassen (2017)
VSS 41 826	Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen (2021)
VSS 41 827	Betriebskosten von Strassenfahrzeugen (2019)
VSS 41 828	Externe Effekte im Bereich Umwelt und Gesundheit (2022)

Neue Kostensätze werden grundsätzlich dann in eNISTRA übernommen, wenn die entsprechenden Normen angepasst worden sind. Da der Normierungsprozess manchmal mehrere Jahre in

Anspruch nehmen kann, kann dies bedeuten, dass NISTRA nicht immer mit den allerneuesten Forschungsergebnissen übereinstimmt.⁶

Im Folgenden wird auf die Kosten-Nutzen-Analyse eingegangen. Weiterführende Ausführungen finden sich insbesondere in den Kommentaren zur KNA-Grundnorm (Ecoplan, Metron 2005 und Ecoplan, Transoptima 2018).

Grundidee einer KNA

Eine Kosten-Nutzen-Analyse stellt alle monetären Kosten eines Projektes den durch dieses Projekt anfallenden monetarisierbaren Projektfolgen (Nutzen) gegenüber. Bei einer KNA werden somit möglichst alle anfallenden Wirkungen – so auch die externen Kosten und Nutzen – monetarisiert, also in Geldeinheiten ausgedrückt. Das bedingt die Festlegung von monetären Werten für die in quantitativer Form vorliegenden Teilwirkungen gemäss den einzelnen Indikatoren. Ein bekanntes Beispiel ist der Wert, der bei der Berechnung von Unfallkosten einem (statistischen) Menschenleben zugewiesen wird (VOSL = value of statistical life).

Die KNA ist die meistbenutzte Methode zur Bewertung der direkt monetär anfallenden und monetarisierbaren Effekte eines Projekts und zur Bestimmung der wirtschaftlichen Effizienz eines Projekts. Durch die Verwendung von wissenschaftlich hergeleiteten Kostensätzen erfordert die KNA – im Gegensatz zur KWA – keine Gewichtung zur Aggregation der verschiedenen Indikatoren.

Eine KNA kann statisch oder dynamisch erfolgen:

- Bei einer **statischen KNA** wird nur ein typisches Jahr nach der Eröffnung des Bauwerks betrachtet.
- Im Gegensatz dazu werden bei einer **dynamischen KNA** dem unterschiedlichen zeitlichen Anfall der Kosten und Nutzen sowie der zeitlichen Entwicklung der verschiedenen Auswirkungen des Projekts Rechnung getragen. Später anfallende Effekte werden entsprechend diskontiert.

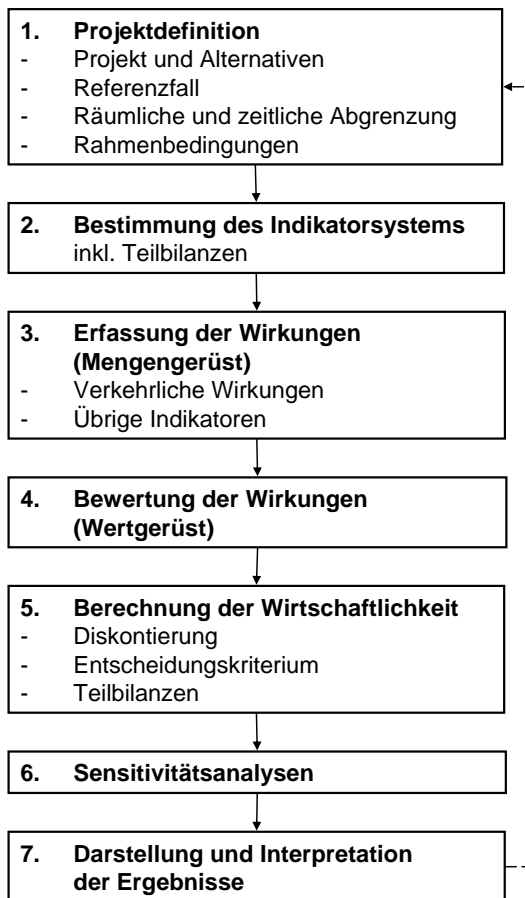
Eine dynamische Kosten-Nutzen-Analyse erlaubt eine viel zuverlässigere Untersuchung der Auswirkungen eines Projektes als eine statische KNA. Zudem kann mit einer dynamischen KNA untersucht werden, wie Veränderungsraten (wie z.B. das Reallohn- oder Verkehrswachstum) das Ergebnis beeinflussen. In eNISTRA wird deshalb – gemäss SN 641 820 – eine dynamische KNA vorgenommen.

Genereller Ablauf einer KNA

Eine KNA erfolgt grundsätzlich nach dem in Abbildung 1-7 aufgezeigten Ablaufdiagramm:

⁶ Würden dagegen neuste Forschungsergebnisse sogleich mit ad-hoc-Methoden übernommen, müssten Anpassungen möglicherweise mehrfach erfolgen, da im Normierungsprozess die Kostensätze genau ermittelt werden und noch Anpassungen vorgenommen werden können.

Abbildung 1-7: Ablauf einer KNA



Quelle: SN 641 820, Ziffer 9, Abbildung 2.

- Zu Beginn werden Projekt, mögliche Alternativen und der Referenzfall bestimmt. Zudem wird die räumliche und zeitliche Abgrenzung vorgenommen und die Rahmenbedingungen definiert.
- Im zweiten Schritt werden die Indikatoren bestimmt, an welchen das Projekt, die Alternativen und der Referenzfall gemessen werden sollen. Die Kosten und Nutzen werden durch insgesamt 18 Indikatoren erfasst (vgl. Abbildung 1-5). Ebenfalls in diesem zweiten Schritt werden die Teilbilanzen gebildet (vgl. Glossar).
- Im nächsten Schritt werden die Wirkungen erfasst, welche mit dem Projekt und seinen Alternativen verbunden sind, aber auch die Wirkungen im Referenzfall müssen benannt werden. Bei Strassenverkehrsprojekten handelt es sich unter anderem um die verkehrlichen Wirkungen, die mit diesen Projekten verbunden sind. Im Fachjargon bezeichnet man diesen Schritt als Herleitung des Mengengerüsts.
- Diese Wirkungen werden anschliessend bewertet. Dazu ist ein sogenanntes Wertgerüst notwendig, also Kostensätze, welche die ermittelten Wirkungen in Geldbeträge umwandeln.
- Nun kann die Berechnung der Wirtschaftlichkeit vorgenommen werden. Dabei werden bei einer dynamischen KNA die über den Betrachtungszeitraum anfallenden Kosten und Nutzen

auf einen Vergleichszeitpunkt diskontiert und einander gegenübergestellt. Dabei werden immer nur die Veränderungen gegenüber dem Referenzfall betrachtet. Verschiedene Projektvarianten oder verschiedene Projekte können miteinander verglichen werden. Bevor der Entscheidung für oder gegen ein Projekt bzw. eine Variante getroffen wird, können zudem die räumlichen und soziökonomischen Auswirkungen, welche für die verschiedenen Teilräume bzw. Gruppen der Gesellschaft gebildet werden, beigezogen werden.

- Um die Robustheit der Ergebnisse zu testen, werden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse verschiedene wichtige Annahmen variiert und ihr Einfluss auf das Ergebnis analysiert.
- Am Ende werden die Ergebnisse dargestellt und interpretiert.

KNA-Indikatoren

Die KNA-Indikatoren wurden bereits in Abbildung 1-5 dargestellt: Gemäss SN 641 820 gilt: Sind durch ein Projekt nur geringe Auswirkungen zu erwarten, so kann auf die folgenden Indikatoren begründet verzichtet werden:

- Baukosten, Ersatzinvestitionen und Landkosten (z.B. bei verkehrsorganisatorischen Massnahmen)
- Betriebs- und Unterhaltskosten der Strassen
- Zuverlässigkeit
- Auswirkungen auf den öffentlichen Verkehr
- Nutzen durch Mehrverkehr (vgl. SN 641 820, Ziffer 27)
- Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr
- Bodenversiegelung
- Vor- und nachgelagerte Prozesse der Infrastruktur

Der Ausschluss von Indikatoren ist vorsichtig abzuwägen, um nicht relevante Auswirkungen zu vernachlässigen. Generell gilt, dass Indikatoren, die durch das Projekt keine Änderung erfahren oder für die keine Angaben vorliegen, weggelassen werden können. Um der unterschiedlichen Datenverfügbarkeit Rechnung zu tragen, können bei einzelnen Indikatoren die Angaben mehr oder weniger ausführlich eingegeben werden bzw. es kann die ausführlichere Standardmethode oder eine vereinfachte Bewertungsmethode gewählt werden.

Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft der KNA

Die KNA hat Vor- und Nachteile bzw. Stärken und Schwächen: Der wichtigste **Vorteil** der KNA ist die direkte Vergleichbarkeit unterschiedlicher Wirkungen durch die Transformation in Geldeinheiten. Zudem lassen sich zur Effizienz von verschiedenen Projekten sowie zur Rangierung klare Aussagen machen.

Der wichtigste Vorteil ist zugleich Ursache der grössten **Schwäche** der KNA: Es gibt diverse Auswirkungen eines Projektes, die nicht in Geldeinheiten gemessen werden können. Eine alleinige Abstützung auf die Ergebnisse der KNA könnte deshalb zu einer unvollständigen

Projektbeurteilung führen. Es müssen auch nicht-monetarisierbare Effekte ausserhalb der KNA in die Bewertung mit einfließen können. Dies erfolgt in NISTRA im Rahmen der KWA und QA.

Zudem werden durch den Zwang zur Monetarisierung aller Wirkungen auch solche Auswirkungen geldmässig bewertet, für die es keine Marktpreise gibt. Zu diesem Zweck werden mit wissenschaftlich fundierten Studien Bewertungssätze hergeleitet, die aber stets nur Annäherungen darstellen können. So ist die Bewertung von Umwelteffekten (externe Kosten des Verkehrs) heute zu weiten Teilen in die KNA integriert, stehen doch umfangreichen Analysen zur Verfügung, die eine plausible monetäre Bewertung der Umweltwirkungen zulassen. Auch dank dieser verbesserten Grundlagen ist die KNA heute als wichtiger Teil einer Projektbewertung weitgehend unbestritten.

1.5.4 Methodik der Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA)

Die KWA wird unverändert aus EBeN⁷ übernommen. Die KWA ist kompatibel mit der VSS 41 810⁸ zur Nutzwertanalyse und Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Im Folgenden wird die Grundidee der KWA erläutert.

Grundidee einer KWA

In der KWA wird die Wirkung eines Projektes mit Wirksamkeitspunkten (oder Nutzwertpunkten) gemessen und in ein Verhältnis zu den Kosten gestellt. Dabei werden die Wirkungen mittels einer Bepunktung der Veränderung und einer Bepunktung der Betroffenheit ermittelt. Hierzu werden pro Indikator das Ausmass der Veränderung und das Ausmass der Betroffenheit ermittelt:

- **Veränderung:** Die Veränderung widerspiegelt das Ausmass der Verbesserung oder Verschlechterung durch das Projekt (z.B. Lärm- oder Luftschadstoffemissionen). Der Fokus liegt also auf der unmittelbaren Wirkung. Die Skalierung erfolgt auf einer 7-stufigen Skala von –3 Punkten (stark negativ) über 0 Punkte (keine Veränderung) bis +3 Punkten (stark positiv).
- **Betroffenheit:** Die Betroffenheit beurteilt, wie viele Personen, Anwohner, Verkehrsteilnehmer etc. von einer Projektwirkung betroffen sind (z.B. Betroffene bei Luft- oder Lärmbelastung). Für die Betroffenheit wird eine Skala von 0 bis 5 verwendet (0: keine Betroffenheit, 5: sehr grosse Betroffenheit).

Die Messung der Veränderung und Betroffenheit erfolgt je nach zu messendem Effekt auf quantitativen oder auf mehr qualitativen Grundlagen. Durch die Vorgabe von Bepunktungsregeln (vgl. Erläuterung der einzelnen Indikatoren in Kapitel 4) soll sichergestellt werden, dass die Bewertungsergebnisse unterschiedlicher Projekte miteinander verglichen werden können.⁹

⁷ Ecoplan et al. (2021), EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen.

⁸ VSS 41 810 (2014), Nachhaltigkeitsbeurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten. Nutzwertanalyse und Kosten-Wirksamkeits-Analyse.

⁹ In EBeN wurden bisher **Treppenfunktionen** verwendet (nur ganze Punkte für Veränderung und Betroffenheit möglich). Neu werden **lineare Funktionen** eingesetzt. (Dies betrifft Indikatoren mit quantitativen Mengengerüsten. Bei

Die Verknüpfung der beiden Skalen erfolgt multiplikativ. Somit sind für jeden Indikator Wirkungen von –15 bis +15 möglich (vgl. folgende Abbildung).

Abbildung 1-8: Berechnung der Wirksamkeitspunkte aus Veränderung und Betroffenheit

	Veränderung	stark positiv	positiv	schwach positiv	neutral	schwach negativ	negativ	stark negativ
Betroffenheit		3	2	1	0	-1	-2	-3
sehr gross	5	15	10	5	0	-5	-10	-15
gross	4	12	8	4	0	-4	-8	-12
mittel	3	9	6	3	0	-3	-6	-9
gering	2	6	4	2	0	-2	-4	-6
sehr gering	1	3	2	1	0	-1	-2	-3
keine	0	0	0	0	0	0	0	0

Bei einigen Indikatoren (VQ1w, VQ3w, VQ4w, VQ7w, SI1w, SI3w, UW4w) ist eine getrennte Bewertung von Veränderung und Betroffenheit nicht sinnvoll. In diesen Fällen wird die Wirkung direkt auf einer Skala von –15 bis +15 bewertet (z.B. direkt auf Basis der Reisezeitveränderungen bzw. der CO₂-Emissionen).

Die linearen Skalen zur Bewertung der «Veränderung» und der «Betroffenheit» (oder des Gesamteffektes) der einzelnen KWA-Indikatoren wurden aus EBeN¹⁰ übernommen und beruhen auf mehr als 50 Projekten, die im Rahmen von STEP-NS (Strategische Entwicklungsprogramm Nationalstrassen) beurteilt worden sind. Diese umfangreiche empirische Datenbasis enthält auch die grössten Strassenprojekte, die in den letzten Jahren in der Schweiz diskutiert wurden. Die Skalierungen wurden so gewählt, dass pro Indikator von den mehr als 50 betrachteten Projekten nur 2 bis 6 Projekte mehr als 15 Punkte erreichen und runde Zahlen für die Skalierung verwendet werden können.¹¹

Maximum von 15 Punkten?

Die Skalen der einzelnen Indikatoren wurden dabei so festgelegt, dass Punktwerte über 15 Punkten (oder unter -15 Punkten) nur selten vorkommen. Es stellt sich die Frage, wie damit umzugehen ist, wenn doch einmal das in der Skala vorgegebene Maximum überschritten wird. NISTRA bietet hier (wie EBeN) zwei Vorgehensweisen bzw. Auswahlmöglichkeiten an:

rein qualitativen Kriterien werden dagegen wie bisher nur ganze Punkte vergeben, um eine Scheingenauigkeit zu vermeiden.) Statt auf ganze Punkte zu runden (z.B. auf 1 Punkt), wird die Punktzahl genauer vergeben (z.B. 0.6 Punkte). Mit Treppenfunktionen gehen Unterschiede zwischen Varianten verloren ($0.6 = 1 = 1.4$) oder werden überhöht (0.49 und 0.51 werden zu 0 und 1). Dies gilt für Veränderung und Betroffenheit ($2.6 * 4.6 = 12.0$, nicht $3 * 5 = 15$). Dank den linearen Funktionen wird der Vergleich zwischen (ähnlichen) Varianten verbessert, insbesondere bei kleinen Projekten mit eher tiefen Nutzwertpunkten.

¹⁰ Ecoplan et al. (2021), EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen.

¹¹ Dabei wurde mit maximal 15 Punkten gearbeitet – vgl. den folgenden Abschnitt. Mehr als 15 Punkte wurden bei wenigen Projekten zugelassen, damit nicht eines oder wenige «Extremprojekte» die Skalierung bestimmen und die Indikatoren bei «normalen» Projekten kaum mehr zeichnen.

- **Maximale Punktzahl 15 Punkte:** Das Maximum von 15 Punkten darf nicht überschritten werden. Damit wird verhindert, dass der betroffene Indikator im Gesamtergebnis ein zu grosses Gewicht erhält.¹²
- **Kein Maximum:** Es werden auch Punktwerte über 15 zugelassen, denn gemäss VSS 41 810 (Ziffer 9.1) sind grundsätzlich grössere Werte erlaubt. Werden Werte deutlich über 15 erreicht, kann dies einen massgeblichen Einfluss auf das Endergebnis (das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis) haben.

Diese Wahl kann in eNISTRA (im Blatt «Gewichtungen und Annahmen KWA») getätigt werden. Werden in einem Projekt bei mindestens einem Indikator 15 oder mehr Punkte erreicht (bzw. - 15 oder weniger), so wird empfohlen, die Bewertung mit beiden Annahmen durchzuführen, um im Sinne einer Sensitivitätsanalyse zu prüfen, ob sich das Endergebnis dadurch entscheidend verändert.

Gewichtung KWA

Um das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (WKV) herzuleiten, müssen die verschiedenen KWA-Indikatoren gewichtet und zu einem Gesamtwert aufsummiert werden. Die Gewichtung der KWA-Indikatoren wird dabei aus EBeN übernommen¹³ und kann wie folgt charakterisiert werden: Es gibt eine Hauptgewichtung und fünf weitere Gewichtungen aus Sicht von fünf spezifischen Interessensgruppen (Akteuren). Die Hauptgewichtung errechnet sich aus der gewichteten Summe der Teilgewichte der fünf Interessensgruppen, wobei folgende Anteile verwendet werden:¹⁴

- Investor ASTRA 40%
- Betreiber ASTRA 20%
- Strassenbenutzer 16%
- Anwohner 14%
- Region 10%

Die Gewichtung der einzelnen Indikatoren ist für alle Sichtweisen fix vorgegeben und wird in der folgenden Abbildung dargestellt. Wie die Abbildung zeigt, weisen die einzelnen Indikatoren je nach Sichtweise eine (deutlich) unterschiedliche Gewichtung auf. Die Indikatoren werden in vier Wirkungsbereiche zusammengefasst: Verkehrsqualität (VQ), Sicherheit (SI), Siedlungsentwicklung (SE) und Umwelt (UW). Der Bereich Verkehrsqualität weist in der Hauptgewichtung mit 40% das höchste Gewicht auf, die anderen drei Bereiche haben alle ein Gewicht von je 20%.¹⁵

¹² Tatsächlich wird bei der Wahl «15 Punkte» die Veränderung auf maximal 3 Punkte (bzw. minimal -3 Punkte) beschränkt und die Betroffenheit auf maximal 5 Punkte (bzw. der Gesamteffekt auf 15 (bzw. -15) Punkte.

¹³ Ecoplan et al. (2021), EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen, Abbildung 2-6, S. 27.

¹⁴ Diese Teilgewichte basieren auf den Workshops und den darauf aufbauenden Ergebnissen in Ecoplan (2013, Finanzielle Beteiligung der Kantone an grossen Bauvorhaben der Nationalstrasse). Sie wurden in EBeN und damit auch NISTRA übernommen und werden unverändert beibehalten.

¹⁵ Die Gewichtung der KWA-Indikatoren orientiert sich an der bisherigen Gewichtung aus EBeN bzw. NISTRA. Das neue Gewichtungsschema stellt sicher, dass die Summe der Indikatorgewichte der vier Wirkungsbereiche gegenüber

Abbildung 1-9: Gewichtung der KWA-Indikatoren

		Hauptgewichtung	Teilgewichtungen				
			Investor ASTRA	Betreiber ASTRA	Strassenbenutzer	Anwohner	Region
Anteil Teilgewichte für Hauptgewichtung			40%	20%	16%	14%	10%
Verkehrsqualität (4)							
VQ1w	Reisezeit Stammverkehr	9%	10%	2%	20%	4%	8%
VQ2w	Zuverlässigkeit	11%	12%	14%	14%	3%	7%
VQ3w	Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	2%	3%	0%	4%	0%	2%
VQ4w	Auswirkungen auf den ÖV	3%	4%	0%	0%	3%	10%
VQ5	Streckenredundanz	7%	5%	16%	8%	2%	4%
VQ6	Entlastung nachgelagertes Netz	6%	4%	8%	6%	8%	7%
VQ7w	Nutzen durch Mehrverkehr	2%	3%	0%	4%	0%	2%
Total VQ		40%	41%	40%	56%	20%	40%
Sicherheit (2)							
SI1w	Unfälle	11%	9%	18%	18%	4%	4%
SI2	Betriebsqualität, Betriebssicherheit	7%	7%	18%	4%	0%	0%
SI3w	Polizeiliche Verkehrsregelung	2%	2%	4%	2%	0%	0%
Total SI		20%	18%	40%	24%	4%	4%
Siedlungsentwicklung (4)							
SE1	Wohnlichkeit	6%	5%	0%	2%	20%	4%
SE2	Potenzial für Siedlungsentwicklung	4%	5%	0%	2%	8%	10%
SE3	Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte	6%	5%	0%	4%	10%	16%
SE4	Orts- und Landschaftsbild	4%	5%	0%	2%	10%	4%
Total SE		20%	20%	0%	10%	48%	34%
Umwelt (5)							
UW1w	Lärm- und Luftbelastung	6%	6%	4%	2%	10%	8%
UW2	Lebensräume und Gewässer	3%	3%	4%	2%	3%	3%
UW3w	Flächenbeanspruchung und Boden	3%	3%	4%	2%	4%	3%
UW4w	Klimabelastung	6%	7%	6%	3%	7%	6%
UW5	Belastung während der Bauphase	2%	2%	2%	1%	4%	2%
Total UW		20%	21%	20%	10%	28%	22%
Gesamttotal		100%	100%	100%	100%	100%	100%

Die Ergebnisse nach den 5 Sichtweisen können als Sensitivität zur Hauptgewichtung betrachtet werden. Zudem kann im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse in NISTRA auch eine eigene, völlig frei wählbare Gewichtung verwendet werden.

Möglichkeiten und Grenzen der Aussagekraft der KWA

Als Ergebnis der KWA wird das **Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis** (WKV) eines Projektes (oder einer Projektvariante) bestimmt. Dieses Verhältnis entspricht dem ermittelten (und gewichteten) Gesamtnutzen eines Projekts (gemessen in Form von Wirksamkeitspunkten) dividiert durch die

bisher unverändert bleibt, und zwar sowohl für die einzelnen Interessengruppen als auch für die Hauptgewichtung. Bei einigen Einzelindikatoren kommt es aber zu Veränderungen: Während den neuen Indikatoren (VQ3, VQ4, VQ7, SI3) ein Gewicht zugewiesen wird, wird im Gegenzug das Gewicht anderer Indikatoren reduziert. Insbesondere der Indikator VQ2 (Zuverlässigkeit von 17% auf 11%), der bisher hoch gewichtet war, wird reduziert. Zudem wurde das Gewicht des Klimaindikatoren UW4 aufgrund seiner gestiegenen Bedeutung in der politischen Diskussion von 4% auf 6% erhöht.

jährlichen Gesamtkosten (Annuität der Indikatoren DK1 bis DK4). Mit dem WKV lassen sich die untersuchten Projekte in eine **Rangfolge** bringen. Es können auch die wesentlichen Vor- und Nachteile der untersuchten Projekte im Vergleich untereinander aufgezeigt werden und differenzierte Aussagen zu deren Priorisierung hergeleitet werden.

Wird nur ein Projekt untersucht und stellt sich folglich nur die Frage, ob das Projekt umgesetzt werden soll oder nicht (Bauentscheid), kann die KWA oft keine klare Aussage machen, da es keinen exakten Wert für das WKV gibt, oberhalb dem ein Projekt empfohlen werden kann oder unterhalb dem es abzulehnen ist. Bei besonders hohen oder tiefen Werten des WKV ist eine Empfehlung hingegen möglich (vgl. folgendes Kapitel 1.5.6).

Schliesslich ist noch darauf hinzuweisen, dass die Bewertungsfunktionen für die einzelnen Indikatoren der KWA einer fundierten Expertenmeinung entsprechen. Dies gilt auch für die unterstellte Gewichtungsfunktion, resp. die Teilgewichte der einzelnen Indikatoren (vgl. Abbildung 1-9), mit welchen für ein Projekt der Gesamtpunktwert berechnet werden. Dank der unterschiedlichen Gewichtungsfunktionen kann aber die Robustheit des Ergebnisses aus den Blickwinkeln verschiedener Akteure geprüft werden.

1.5.5 Methodik der qualitativen Analyse (QA)

Die einzelnen Indikatoren der qualitativen Analyse werden auf einer Skala von -3 bis $+3$ bewertet. Daneben erfolgt eine deskriptive Erläuterung der Effekte. Bei der Benotung werden die Wirkungstiefe und -breite (Veränderung und Betroffenheit) integral berücksichtigt. Die Punkte dienen insbesondere einem «Signalling», d.h. Auswirkungen, die für das Endergebnis von besonderer Bedeutung sind, werden durch hohe Punktzahlen von ± 3 (oder ± 2) hervorgehoben.

Eine Aggregation der einzelnen Indikatoren der qualitativen Analyse wird nicht vorgenommen.

1.5.6 Interpretation der NISTRA-Ergebnisse

Relative oder absolute Indikatoren?

Mit NISTRA können grössere und kleinere Projekte miteinander verglichen werden. Die Indikatoren sind so definiert, dass primär absolute, projektgrössenabhängige Werte resultieren. Zum Beispiel wird ein grösseres Projekt in der Regel auch zu mehr Investitionskosten oder Emissionsveränderungen führen. Um aber einen fairen Vergleich zwischen grösseren und kleineren Projekten zu ermöglichen, werden die Schlüsselergebnisse relativ, also im Verhältnis zu den Kosten angegeben: Konkret wird das Ergebnis der KNA als Nutzen-Kosten-Verhältnis bzw. als Infrastrukturbudgeteffizienz (vgl. Glossar) angegeben. Bei den KWA-Indikatoren wird das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (WKV) berechnet, um relative Werte zu erhalten, die unabhängig von der Grösse des Projektes sind (vgl. Kapitel 8.8.1).

Interpretation von Ergebnissen der KNA und KWA

Der Einsatz der drei Bewertungsmethoden KNA, KWA und QA führt zu zwei eigenständigen Ergebnissen aus der Projektbewertung (je eines aus KNA und KWA) sowie skalierten qualitativen Indikatoren inkl. Argumentarium aus der QA.

NISTRA wird gemäss ASTRA vor allem auf Stufe Generelles Projekt (GP) und Ausführungsprojekt (AP) eingesetzt (vgl. Kapitel 1.6). In dieser Phase steht manchmal nur noch eine Projektvariante zur Diskussion und es ist daher nur noch zu entscheiden, ob diese umgesetzt werden soll oder nicht.

Auch wenn nur noch eine Projektvariante zu beurteilen ist, sollen KNA, KWA und QA ausgewertet werden. Denn KNA und KWA führen wie erwähnt zu je einem eigenständigen Resultat (ergänzt durch die QA). Dies ist insofern wichtig, als die Abwägung der Vor- und Nachteile eines Projektes in der KNA und der KWA unterschiedlich ausfallen kann. Es ist nicht zwingend so, dass dieselben Indikatoren in beiden Bewertungsmethoden einen ähnlichen Einfluss haben, da sie bei der Bildung des Gesamtergebnisses unterschiedlich bewertet und gewichtet werden (z.B. wird die Zuverlässigkeit (VQ2) in der KWA relativ hoch gewichtet).

Interpretation der KNA

Für die Interpretation der KNA-Ergebnisse ist das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) entscheidend. Ist dieses > 1 (bzw. die Annuität > 0 bzw. die Infrastrukturbudgeteffizienz (IBE) $> 0^{16}$), sind die ermittelten Nutzen grösser als die Kosten des Projekts. Dessen Vorteilhaftigkeit ist von daher gegeben. Es ist aber anzumerken, dass mit der KNA nicht alle Wirkungen (monetär) bewertet werden können und deshalb die Aussagekraft des NKV begrenzt ist. Die nicht monetarisierbaren Wirkungen könnten dazu führen, dass ein in der KNA positiv beurteiltes Projekt doch abzulehnen ist – oder umgekehrt, dass ein in der KNA negativ beurteiltes Projekt doch zur Umsetzung empfohlen werden sollte.

Interpretation der KWA

Bei der KWA gibt es für das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (WKV) keinen Schwellenwert, oberhalb dem Projekte empfohlen werden können oder unterhalb dem sie abzulehnen sind. Klar ist lediglich, dass Projekte mit negativen Werten beim WKV abzulehnen sind, denn bei diesen Projekten sind die gewichteten Wirkungen negativ – und zwar unabhängig von den Kosten für die Erstellung des Projektes. Dies entspricht in der KNA einem NKV von 0. Aus den Erfahrungen aus der Bewertung von mehr als 50 STEP-NS-Projekten lassen sich aber zumindest Hinweise ableiten, welche Werte des WKV als gut bzw. schlecht anzusehen sind (vgl. folgender Exkurs).

¹⁶ Ist die Annuität eines Projektes positiv, so ist per Definition das NKV > 1 und die IBE > 0 .

Exkurs: Ergebnisse von STEP-NS

Im Rahmen des strategischen Entwicklungsprogramms Nationalstrassen (STEP-NS) wurden mehr als 50 Nationalstrassenprojekte mit EBeN bewertet, wobei EBeN ebenfalls aus einer KNA und einer KWA besteht und damit grundsätzlich identisch ist zu NISTRA (der Unterschied zwischen NISTRA und EBeN besteht vor allem darin, dass mit NISTRA die KNA-Berechnungen flexibler und differenzierter durchgeführt werden können, vgl. Kapitel 1.6).

Für die Interpretation der NISTRA-Ergebnisse bilden die Ergebnisse der STEP-Projekte eine hervorragende Grundlage. Die folgende Abbildung zeigt, in welchen Bereichen das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (WKV) der KWA und die Infrastrukturbudgeteffizienz (IBE) der KNA schwanken. Im Rahmen von STEP-NS wurde bei der Priorisierung vieler verschiedener Projekte bei der KNA auf die IBE fokussiert.

Die exakten Werte in dieser Tabelle sind zufällig und abhängig von den untersuchten Projekten. Mit anderen Projekten dürften sich etwas andere Werte ergeben, die Grössenordnungen der Quantile und des Medians dürften jedoch ähnlich bleiben.

Abbildung 1-10: Verteilung der Ergebnisse für WKV und IBE von über 50 STEP-NS-Projekten

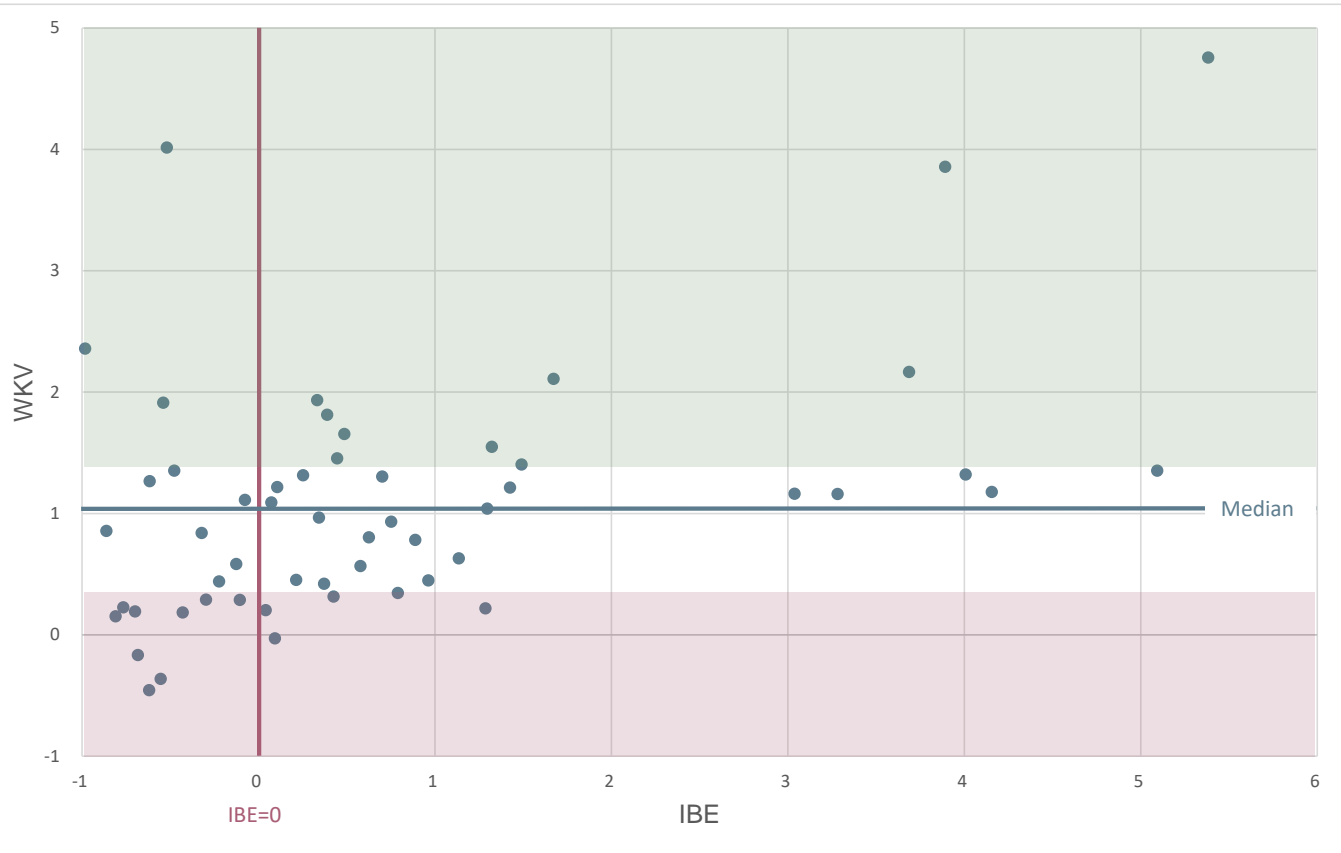
	WKV	IBE
Maximum	>5	>6
75%-Quantil	1.4	1.3
Median	1.1	0.4
25%-Quantil	0.4	-0.3
Minimum	-0.5	-1.0

Es gibt zwei Ausreisser mit sehr hoher IBE bzw. einen Ausreisser mit sehr hohem WKV.

Die folgende Abbildung zeigt die Ergebnisse der beigezogenen Projekte aus STEP-NS in grafischer Form (zwei Projekte ausserhalb des dargestellten Wertebereiches sind darin nicht abgebildet).

In der Abbildung sind die untersten 25% des WKV rot hinterlegt, die besten 25% sind grün hinterlegt. Ausserdem ist der Median des WKV eingezeichnet. Ergänzend wird auch die vertikale Linie mit IBE = 0 dargestellt.

Abbildung 1-11: Ergebnisse für WKV und IBE der STEP-NS-Projekte



Das unterste Quartil des WKV ist rot hinterlegt, das oberste Quartil grün. Zudem ist der Median abgebildet und die Linie IBE=0.

Während bei der KNA mit der IBE (oder dem NKV) ein Mass vorliegt, das eine klare Aussage über die Vorteilhaftigkeit des Projekts erlaubt, ist dies bei der KWA nicht der Fall.

Für die Interpretation der Gesamtergebnisse wird auf der Basis der Ergebnisse der gut 50 im Rahmen von STEP-NS bewerteten Projekte vorgeschlagen, das Ergebnis für die 25% besten resp. schlechtesten Projekte als Massstab beizuziehen. Hierzu wird davon ausgegangen, dass Projekte im obersten Quartil des WKV (d.h. die besten 25%) eher zu empfehlen sind, Projekte im untersten Quartil (d.h. letzten die 25%) eher abzulehnen sind.

Interpretation der Gesamtergebnisse

Aus obigen Erläuterungen lässt sich das folgende Entscheidtableau ableiten (vgl. Abbildung 1-12), das wie folgt interpretiert werden kann:

Abbildung 1-12: Entscheidetableau nach Ergebnissen aus KNA und KWA

NISTRA-Ergebnis		IBE	
		-	+
WKV	Oberstes Quartil WKV > 1.4	Abwägung nötig	Projekt zu empfehlen
	dazwischen 0.4 < WKV < 1.4	Projekt eher nicht zu empfehlen, Abwägung nötig	Projekt eher zu empfehlen, Abwägung nötig
	Unterstes Quartil WKV < 0.4	Projekt nicht zu empfehlen	Abwägung nötig

- Ist die IBE > 0 und das WKV im obersten Quartil (> 1.4), so kann das Projekt empfohlen werden.
- Ist die IBE < 0 und das WKV im untersten Quartil (< 0.4), so kann das Projekt nicht empfohlen werden.
- In allen anderen Fällen ist eine Abwägung erforderlich. In diesen Fällen sind die Ergebnisse von KNA und KWA genauer zu analysieren und zu interpretieren. Abweichende Ergebnisse zwischen KNA und KWA können verschiedene Gründe haben. Eine Möglichkeit liegt in der unterschiedlichen Gewichtung einzelner Teilwirkungen in der KNA und KWA (z.B. werden in der KNA Reisezeitveränderungen höher gewichtet als in der KWA). Denkbar ist auch, dass nicht-monetarisierbare Effekte in der KWA zur Differenz führen. In solchen Fällen ist die Gesamtabwägung – auch unter Berücksichtigung der Ergebnisse der QA – letztendlich auch eine politische Frage, die folglich entsprechend beantwortet werden soll. Es entspricht dies genau dem Anspruch von NISTRA: Einerseits sollen die Informationen kompakt zusammengefasst werden, andererseits haben die EntscheidungsträgerInnen immer die Möglichkeit, eigene Abwägungen vorzunehmen und in ihre Entscheidung einfließen zu lassen

Bei diesen Abwägungen spielt es aus Sicht von NISTRA eine wichtige Rolle, ob die IBE knapp oder klar positiv (negativ) ist und ob das WKV knapp nicht im obersten (untersten) Quartil liegt.

Ergänzend kann bei diesen Abwägungen auch vom Ergebnis der KNA ausgegangen werden. Da die KNA die nicht monetarisierbaren Indikatoren nicht abdecken kann, sollen diese Wirkungen aus der KWA ergänzt werden. Dazu wird der Beitrag der nicht in der KNA enthaltenen Indikatoren am Total der Wirksamkeitspunkte des Projektes bestimmt (dieser Beitrag wird im Blatt «Zusammenfassung KWA und QA» berechnet und kann dort abgelesen werden). Dabei interessiert insbesondere, ob dieser Beitrag positiv oder negativ ist und ob er deutlich von Null abweicht oder nicht.

- Für Projekte mit positiver IBE (bzw. einem NKV grösser als 1) und einem WKV, das zwar nicht im obersten Quartil liegt, bei dem aber der Beitrag der nicht in der KNA enthaltenen KWA-Indikatoren positiv ausfällt, liegen gute Argumente vor, um das Projekt zur Umsetzung zu empfehlen. Natürlich sind im Sinne einer Gesamtbetrachtung noch die Ergebnisse der QA einzubeziehen. Fallen auch diese positiv aus, kann das Projekt zur Umsetzung empfohlen werden.

- Abzulehnen sind jedoch tendenziell Projekte mit negativer IBE (bzw. einem NKV kleiner als 1) und einem WKV, das zwar nicht im untersten Quartil liegt, bei dem aber der Beitrag der nicht in der KNA enthaltenen KWA-Indikatoren negativ ausfällt. Wiederum sind für eine Gesamtbeurteilung auch die Ergebnisse der QA zu berücksichtigen.

Weitere Grundlagen für die Interpretation der NISTRA-Ergebnisse

Hilfe bei der Interpretation der Ergebnisse der KNA – inkl. der Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse und der Teilbilanzen – wird auch in der KNA-Grundnorm (Ziffern 43, 46 – 49) sowie in den Kommentaren dazu (Ecoplan, Metron 2005, Kapitel 63, 66-69 und Ecoplan, Transoptima 2018, Kapitel 8) zur Verfügung gestellt. Sollen mehrere Projekte oder Projektvarianten miteinander verglichen werden und ist demnach eine Rangliste der Projekte zu erstellen, so wird auf die gleichen Ziffern der KNA-Grundnorm und des Kommentars (Ecoplan, Metron 2005) mit entsprechenden Ausführungen verwiesen. Insbesondere wird in Ecoplan, Metron (2005) in Kapitel 66 die Herleitung der Rangliste verschiedener Projekte oder Projektvarianten ausführlich beschrieben (denn die Bildung der Rangliste verschiedener Projekte mit verschiedenen Varianten ist komplizierter als es im ersten Moment scheinen mag).

Die Ausführungen in den KNA-Normen können prinzipiell auch für die Ergebnisse der KWA übertragen werden.

1.6 Anwendungsbereich von NISTRA und EBeN

Mit NISTRA und EBeN stehen zwei Bewertungsmethoden zur Verfügung, die beide auf einer KNA, einer KWA und einer QA basieren. KWA und QA sind in den beiden Methoden gleich, die KNA in EBeN ist eine vereinfachte NISTRA-KNA. Für die Praktikerin / den Praktiker stellt sich somit die Frage, wann sie / er NISTRA bzw. wann sie / er EBeN anwenden soll. Dies soll im Folgenden erläutert werden.

1.6.1 Grundsatz

Gemäss ASTRA sollen je nach Entscheidungssituation die folgenden Bewertungsmethoden zur Anwendung kommen:

- **Für generelle Projekte (GP) und Ausführungsprojekte (AP): NISTRA:** In der Nationalstrassenverordnung NSV (Art. 17, Absatz 2) ist festgehalten, dass für jedes GP und AP «Kosten und Nutzen zu bewerten sind». In Artikel 11 der NSV (Absatz 1d) wird für GP sogar explizit eine KNA gefordert. Dazu verwendet man jeweils NISTRA (und zwar nicht nur den KNA-Teil, sondern auch die KWA und QA).
- **Ebene Projektstudie: Vergleich verschiedener Varianten: EBeN:** Für die Priorisierung verschiedener Varianten eines Projektes soll EBeN eingesetzt werden. Auch im Rahmen von **Zweckmässigkeitsbeurteilungen (ZMB)** wird EBeN als standardisierte Bewertungsmethode eingesetzt. ZMB und Variantenvergleiche erfolgen häufig auf dem Planungsstand eines Vorprojekts – auch dafür genügt die KNA-Methodik, wie sie in EBeN enthalten ist. Ebenso könnte

auch NISTRA angewendet werden, da NISTRA sowohl einfachere als auch differenziertere Berechnungen einzelner KNA-Indikatoren zulässt.

- **Ebene Programm (STEP strategisches Entwicklungsprogramm): Vergleich verschiedener Projekte: EBeN:** Für den Vergleich und die Priorisierung von verschiedenen Projekten im Rahmen eines Infrastrukturprogramms (z.B. Engpassbeseitigung oder Netzschluss) soll ebenfalls EBeN zum Einsatz kommen, da hier einige Projekte oft noch nicht weit entwickelt sind und deshalb eine vereinfachte KNA genügt.

Die **Ermittlung der kostenoptimierten Basisvariante** des Bundes sowie der **Kostenbeteiligung Dritter** (z.B. für Kantonsvariante) ist nur in **EBeN** vorgesehen. Die «kostenoptimierte Basisvariante» ist jene Variante mit dem höchsten Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis gemäss der Hauptgewichtung. Der Bund trägt die Kosten der kostenoptimierten Basisvariante allein. Diese Variante kann teurer sein als die kostengünstigste Variante. Wünscht nun ein Kanton (oder eine Stadt) eine andere Variante mit noch höheren Kosten, so muss er sich an den Zusatzkosten beteiligen. Diese Kostenbeteiligung Dritter kann im EBeN-Vergleichstool¹⁷ berechnet werden.¹⁸

1.6.2 Abweichungen vom Grundsatz aufgrund von Unterschieden zwischen der NISTRA-KNA und der EBeN-KNA

Zwar beruhen NISTRA und EBeN auf derselben KNA-Methodik. Abweichungen vom oben dargelegten Grundsatz können aber unter bestimmten Gegebenheiten trotzdem sinnvoll sein, weil das KNA-Tool von NISTRA auch die Analyse von Spezialfällen ermöglicht und in einzelnen Punkten differenziertere Berechnungen zulässt als dasjenige von EBeN. Dieser grössere Umfang der Funktionalitäten spielt allerdings bei der Mehrheit der zu beurteilenden Projekte keine entscheidende Rolle, kann aber für die Bewertung bestimmter Projekte bzw. Projektvergleiche von Vorteil sein.

Die **Unterschiede zwischen dem Tool für die NISTRA-KNA und demjenigen für die EBeN-KNA** betreffen folgende Punkte:

- Die beiden **Indikatoren «vor- und nachgelagerte Effekte des Treibstoff- bzw. Stromverbrauchs und der Infrastruktur» (UW6)** sowie **«externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr» (VQ9)** sind **nur in NISTRA enthalten**, in der aktuellen EBeN-Version sind diese Indikatoren noch nicht enthalten.
- In NISTRA können auch Unterschiede in den **Betriebskosten des ÖV** miteinbezogen werden, in EBeN nicht.
- Die **Planungsphase** (vor Beginn der Bauphase) kann in NISTRA abgebildet werden, in EBeN hingegen nicht.

¹⁷ Ecoplan et al. (2021), EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen, Kapitel 8.

¹⁸ Das ist prinzipiell auch auf Basis der NISTRA-Ergebnisse möglich, müsste aber ausserhalb von NISTRA erfolgen (da eNISTRA immer nur eine Variante umfasst). Konkret könnten die NISTRA-Ergebnisse ins EBeN-Vergleichstool eingelesen werden.

- In NISTRA besteht die Möglichkeit, auch **Effekte in der Bauphase** zu berücksichtigen (z.B. Umwegfahrten). In EBeN wird darauf verzichtet, weil diese Effekte meist klein sind und weil in einem frühen Projektstadium die Bauphasen oft noch gar nicht im Detail geplant sind.
- In NISTRA werden auch die **sozioökonomischen Teilbilanzen** berechnet, in EBeN nicht, da in EBeN der Indikator VQ8 fehlt und die Unfallkosten nicht auf interne und externe Kosten aufgeteilt werden (beides ist für die Erstellung der Teilbilanzen erforderlich).
- NISTRA erlaubt auch die Bewertung von **Reserveinvestitionen** und von **Provisorien mit fixem Endzeitpunkt**.
- Insbesondere bietet das KNA-Tool von NISTRA in verschiedener Hinsicht **mehr Flexibilität** als dasjenige von EBeN:
 - Mit NISTRA können Varianten verglichen werden, die zu **unterschiedlichen Zeitpunkten eröffnet** werden (was besonders bei einem Vergleich zwischen grossen und kleinen Projektvarianten durchaus vorkommen kann).
 - In NISTRA können Daten aus dem Verkehrs- und Lärmmodell aus **1 bis maximal 7 verschiedenen Zeitpunkten** eingegeben werden. Dies ist vor allem bei **etappierten Projekten** von Bedeutung – und wurde in der Praxis bereits verwendet. In EBeN ist nur die Eingabe für ein Jahr möglich.
 - Bei den **Baukosten** (DK1) sind in EBeN die Baubestandteile und deren Lebensdauern fix vorgegeben, in NISTRA jedoch frei wählbar. Auch die Verteilung der Kosten über die Zeit wird in EBeN je nach eingegebener Bauzeit vorgegeben, ist in NISTRA jedoch frei wählbar. Zudem erlaubt NISTRA eine maximal 17-jährige Bauzeit, EBeN nur eine 15-jährige.
 - NISTRA bietet bei **Unfällen und Lärm zwei Methoden** an, jeweils die Standardmethode und eine vereinfachte Methode. In EBeN sind nur die vereinfachten Methoden enthalten. Die Standardmethoden können bei einzelnen Projekten und je nach Datengrundlagen wichtig sein (insbesondere bei Lärmschutzprojekten).
 - In NISTRA können die **Betriebskosten der Strassen** (DK4) detaillierter berechnet werden als in EBeN.
 - In NISTRA kann die Berechnung der **Infrastrukturbudgeteffizienz** (IBE) individuell angepasst werden, in EBeN nicht.

Deshalb **kann es auch für einen Variantenentscheid sinnvoll sein, NISTRA zu verwenden** (obwohl für einen Variantenentscheid eigentlich EBeN im Vordergrund steht), insbesondere wenn die zusätzlichen Differenzierungsmöglichkeit, die **NISTRA** bietet, von Relevanz sind. Eine NISTRA-Bewertung ist zudem ohne Mehraufwand gegenüber einer EBeN-Bewertung möglich, wenn man im gesamten NISTRA überall die einfachsten Möglichkeiten nutzt.

1.6.3 Unterschiede in der KWA und QA von NISTRA und EBeN

Wie erläutert sind KWA und QA in EBeN und NISTRA grundsätzlich identisch. Es gibt nur drei kleinere Unterschiede hinsichtlich der Auswertungsmöglichkeiten, die das NISTRA- resp. das EBeN-Tool unterstützen:

- In NISTRA ist es möglich, neben den vorgegebenen Gewichtungen der KWA-Indikatoren (vgl. Abbildung 1-9) eine **frei wählbare Gewichtung** zu verwenden. In EBeN werden nur die in Abbildung 1-9 vorgegebenen Gewichtungen unterstützt.
- Das NISTRA-Tool weist automatisch auch den **Beitrag der nicht in der KNA enthaltenen KWA-Indikatoren** aus, bei EBeN müsste dieser Beitrag ausserhalb des Tools zusätzlich berechnet werden.
- Das Vergleichstool von **EBeN** ermöglicht die Bestimmung der **kostenoptimierten Basisvariante** des Bundes (Variante mit dem höchsten Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis, vgl. Kapitel 1.6.1) sowie der **Kostenbeteiligung Dritter** (z.B. für Kantonsvariante). Bei NISTRA können die NISTRA-Ergebnisse ebenfalls ins EBeN-Vergleichstool eingegeben werden (vgl. Kapitel 1.6.1), um die Berechnungen durchführen zu können, dies ist aber etwas aufwändiger als mit EBeN.

Die QA ist in NISTRA und EBeN identisch.

2 Einführung in das Arbeiten mit eNISTRA

2.1 Ziel und Zweck von eNISTRA

Der Zweck des Excel-Tools eNISTRA ist eine schnelle und einheitliche Durchführung einer NISTRA-Bewertung, bestehend aus einer KNA, einer KWA und einer QA. Alternativ kann auch nur eine KNA oder nur eine KWA durchgeführt werden. Die BenutzerInnen werden durch die KNA-, KWA- und QA-Bewertungsmethode geführt. Die wichtigsten Vorteile von eNISTRA sind:

- eNISTRA ist **benutzerfreundlich** aufgebaut. In das Tool müssen nur noch die **projektspezifischen Inputdaten** eingegeben werden, dann werden alle **Ergebnisse automatisch berechnet**. Das Tool enthält somit bereits die projektunabhängigen Inputdaten wie z.B. Kostensätze, Emissionsfaktoren und Berechnungsvorgänge. Die VSS-Normen 41 820 – 828 werden in eNISTRA für die Praxis umgesetzt und einfach anwendbar.
- Zudem erfolgt in eNISTRA eine standardisierte Zusammenfassung und **Darstellung der Ergebnisse**. Die Resultate werden **automatisch berechnet, aggregiert und präsentiert**. Diese können abgestuft auf die verschiedenen Bedürfnisse ausgedruckt werden. Zudem können sowohl die Ergebnistabellen wie auch das Tableau und Abbildungen in Word-Files exportiert werden.
- Nach Eingabe weniger Eckdaten baut eNISTRA das **Zeitgerüst** der KNA (der Betrachtungszeitraum beträgt im Normalfall 40 Jahre plus Planungs- und Bauphase) sowie projektspezifische Dateneingaben auf und passt die Ergebnispräsentationen an.
- eNISTRA eröffnet vielfältige Möglichkeiten für **Sensitivitätsanalysen** durch Veränderung von Annahmen, Monetarisierungssätzen, Bewertungsfunktionen und Gewichtungen.
- **Eingaben** werden wo möglich **auf Fehler überprüft**. In vielen Fällen ist dies jedoch nicht möglich und es ist eine wichtige Aufgabe der Bewerterin / des Bewerter, dafür zu sorgen, dass plausible Daten eingegeben werden.
- Die wesentlichen **Ergebnisse** können **exportiert** werden und stehen damit für weitere Berechnungen zur Verfügung.
- Mit eNISTRA können folgende **Spezialfälle** bewertet werden:
 - Es kann ein **Vergleich mit Projekten** vorgenommen werden, **die zu einem späteren Zeitpunkt eröffnet** werden. Um dann einen fairen Vergleich machen zu können, ist der Betrachtungszeitraum so auszuweiten, dass er in jenem Jahr endet, in dem das am spätesten eröffnete Vergleichsprojekt gerade 40 Jahre in Betrieb war.
 - Bei **etappierten Projekten** (mit maximal 4 Etappen) wird die letzte Etappe möglicherweise deutlich nach der ersten Etappe eröffnet. Auch hier ist der Betrachtungszeitraum grösser und umfasst die Zeitspanne ab der ersten Teileröffnung bis 40 Jahre nach der letzten Teileröffnung.
 - eNISTRA kann **Provisorien** abbilden; das ist ein Strasseninfrastrukturprojekt, das über einen **fixen Endzeitpunkt** verfügt. Ein Beispiel könnte eine Strasse sein, die für einen Grossanlass wie die Fussballweltmeisterschaft erstellt wird, aber danach wieder

rückgebaut werden soll. Nicht gemeint ist ein Provisorium während der Bauphase des Hauptprojektes.

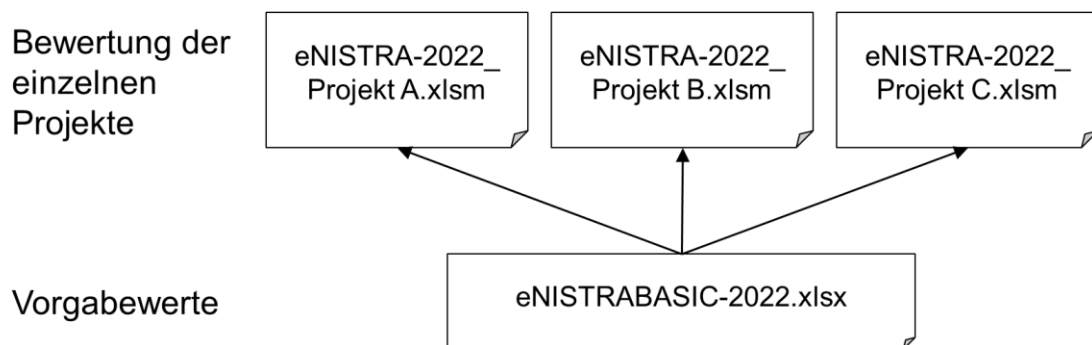
- **Reserveinvestitionen**, d.h. Investitionen in das mögliche künftige Projekt B im Rahmen des Projektes A, können mit eNISTRA ebenfalls bewertet werden.
- Die Entwicklung des Projektes kann bei Bedarf sehr genau nachgezeichnet werden, indem die **Eingabe** für einen Zeitpunkt oder **für bis zu sieben verschiedene Jahre** möglich ist.¹⁹
- Ebenfalls ist es mit eNISTRA möglich, **die soziökonomischen Verteilungseffekte** aufzuzeigen, die durch das Verkehrsinfrastrukturprojekt ausgelöst werden.

Diese «Features» von eNISTRA werden nun im Folgenden beschrieben. Der Aufbau der Erläuterungen orientiert sich an der Abfolge einer NISTRA-Bewertung bzw. am Aufbau von eNISTRA. Bevor die Installation und der Start beschrieben werden, muss kurz auf das Konzept von eNISTRA hingewiesen werden.

2.2 Das Konzept von eNISTRA

eNISTRA wurde so konzipiert, dass jeweils nur ein Projekt bzw. eine Projektvariante bewertet werden kann, d.h. es kann jeweils nur ein Projektfall mit dem Referenzfall verglichen werden. Sollen mehrere Projekte bzw. Projektvarianten beurteilt werden, so muss für jedes Projekt bzw. jede Projektvariante eine eigene Datei angelegt werden (vgl. Abbildung 2-1). Der Variantenvergleich erfolgt dann ausserhalb von eNISTRA, wird aber durch die Exportfunktionen stark erleichtert.²⁰

Abbildung 2-1: Die Konzeption von eNISTRA



Für die Berechnungen greift eNISTRA auf Vorgabewerte aus eNISTRABASIC-2022.xlsx zurück, eine Datei, die im Hintergrund geladen ist und von den Benutzenden nicht verändert werden

¹⁹ So kann mit eNISTRA berücksichtigt werden, dass in den ersten Jahren nach der Eröffnung der Strasse noch nicht die volle Auslastung vorhanden ist, da die VerkehrsteilnehmerInnen sich zuerst an die neue Strasse gewöhnen müssen und die Anpassungseffekte wie Veränderungen des Wohnortes oder des Arbeitsplatzes eine gewisse Zeit beanspruchen (sogenannter Time-Lag-Effekt). In der Praxis wird dies allerdings kaum je umgesetzt.

²⁰ Anleitungen zum Variantenvergleich finden sich in Ecoplan / Metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr und Ecoplan (2005), Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr.

kann. Solche Vorgabewerte sind z.B. die Indikatorbezeichnungen, die Kostensätze, die Gewich-
tungen für die KWA oder die Annahmen für die Sensitivitätsanalyse für die KNA.

Diese Konzeption hat den Vorteil, dass Änderungen an den Vorgabewerten mit Hilfe der Funktion
«Aktualisieren» automatisch in alle Projektbewertungsfiles einfließen. Dies ist jedoch vor allem
für die Administratorin bzw. den Administrator von eNISTRA von Bedeutung. Denn die Benut-
zenden können die Vorgabewerte und die Annahmen zwecks Sensitivitätsanalyse innerhalb von
eNISTRA variieren. Dies wird in Kapitel 3 (Inputblätter «Bewertungssätze KNA» und «Gewich-
tungen und Annahmen KWA») und Kapitel 5 (Outputblatt «Sensitivitätsanalyse») detailliert erläu-
tert.

Das Tool ist geschützt, um unbeabsichtigte Löschungen zu vermeiden, welche die Funktionalität
des Tools beeinträchtigen könnten. Es können zwar alle Zellen ausgewählt werden, verändern
lassen sich jedoch nur die ungeschützten Zellen, in die z.B. Inputdaten einzugeben sind.

Das vorliegende **Handbuch** ist für ein zielgerichtetes und fachlich richtiges Ausfüllen des EBeN-
Tools von grosser Bedeutung. Im Handbuch wird im Detail erläutert, wie die Eingaben zu tätigen
sind und unter welchen Voraussetzungen wie viele Wirksamkeitspunkte vergeben werden.

2.3 Installation und Starten von eNISTRA

eNISTRA wurde für Windows-Betriebssysteme entwickelt, läuft aber auch auf dem macOS-Be-
triebssystem.

Um eNISTRA zu installieren und zu starten, gehen Sie bitte folgendermassen vor

- Speichern Sie die Datei «eNISTRA-2022_d.xlsm» in einen beliebigen Ordner auf Ihrer Fest-
platte. «eNISTRA-2022_d.xlsm» kann auf www.nistra.ch bezogen werden.
- Öffnen Sie die Datei «eNISTRA-2022_d.xlsm».
- Drücken Sie auf «Inhalte aktivieren», falls in der Kopfzeile des Blatts danach gefragt wird.
Passen Sie gegebenenfalls das Sicherheitsniveau an, so dass Makros aktiviert werden kön-
nen.²¹
- Klicken Sie «Nicht aktualisieren» wenn Excel Sie fragt, ob die Verknüpfungen aktualisiert wer-
den sollen ODER klicken Sie auf «Abbrechen», wenn Excel Sie auffordert, eine Datei auszu-
wählen.
- Speichern Sie die Datei gleich unter einem neuen Namen, z.B.,
«eNISTRA-2022_Projekt A.xlsm» ab.

Arbeiten Sie von nun an in diesem neuen File.

²¹ Unter «Datei», «Optionen», «Trust Center» (Excel 2013 «Sicherheitscenter»), «Einstellungen für das Trust-Center»
müssen Sie einerseits Makros (in «Makroeinstellungen» «Deaktivieren von VBA-Makros mit Benachrichtigung» aus-
wählen) und andererseits «Add-Ins» erlauben (in «Add-Ins» nichts ankreuzen).

2.4 Das Hauptmenü und die Navigation in eNISTRA

Nachdem Sie eNISTRA gestartet haben, erscheint das Hauptmenü. Grundsätzlich gilt: Vom **Hauptmenü** aus können alle Tabellenblätter mit einem Klick angewählt werden. Dazu stehen acht Listen bereit:

1. «Inputblätter»: In dieser Liste sind alle allgemeinen Inputblätter aufgelistet. Durch Anklicken eines bestimmten Listeneintrags hüpft der Cursor auf das ausgewählte Blatt.
2. «Direkte Kosten» bis 7. «Realisierung und Kohärenz»: In diesen Listen sind alle Indikatoren aufgelistet, die dem jeweiligen Bereich zugeordnet sind. Anhand der Hintergrundfarbe wird ersichtlich, ob es sich um einen KNA-, KWA- oder QA-Indikator handelt (vgl. Farbcode mitte-rechts des Blatts).
8. «Outputblätter»: In dieser Liste werden alle Outputblätter aufgelistet.

Abbildung 2-2: Hauptmenu und Navigation bei eNISTRA

Hauptmenü

eNISTRA 2022

<p>1. Inputblätter</p> <ul style="list-style-type: none"> 5 Verkehrsmodell Indikatorenliste Bewertungssätze KNA Gewichtungen und Annahmen KWA Inputdaten Infrastrukturbudget <p>2. Direkte Kosten</p> <ul style="list-style-type: none"> DK1 Baukosten DK2 Ersatzinvestitionen DK3 Landkosten DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse <p>3. Verkehrsqualität</p> <ul style="list-style-type: none"> VQ1n Reisezeit Stammverkehr VQ1w Reisezeit Stammverkehr VQ2n Zuverlässigkeit VQ2w Zuverlässigkeit VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr VQ3w Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr VQ4n Auswirkungen auf den ÖV VQ4w Auswirkungen auf den ÖV VQ5 Streckenredundanz VQ6 Entlastung nachgelagertes Netz VQ7.1 MWST-Einnahmen ÖV VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr VQ7w Nutzen durch Mehrverkehr VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr VQ9 Externe Gesundheitsnutzen FV / VV 	<p>4. Sicherheit</p> <ul style="list-style-type: none"> SI1n Unfälle SI1w Unfälle SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit SI3n Polizeiliche Verkehrsregelung SI3w Polizeiliche Verkehrsregelung <p>5. Siedlungsentwicklung</p> <ul style="list-style-type: none"> SE1 Wohnlichkeit SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte SE4 Orts- und Landschaftsbild <p>6. Umwelt</p> <ul style="list-style-type: none"> UW1n_Luft Luftbelastung UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen UW1w Lärm- und Luftbelastung UW2 Lebensräume und Gewässer UW3n Bodenversiegelung UW3w Flächenbeanspruchung und Boden UW4n Klimabelastung UW4w Klimabelastung UW5 Belastung während der Bauphase UW6 Vor- und nachgelagerte Prozesse <p>7. Realisierung und Kohärenz</p> <ul style="list-style-type: none"> QI1 Kostenrisiko, bautechnisches Risiko QI2 Etappierbarkeit QI3 Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten QI4 Kohärenz mit Raumplänen QI5 Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität 	<p>8. Outputblätter</p> <ul style="list-style-type: none"> Tableau Zusammenfassung KNA Zusammenfassung KWA und QA Detaillergebnisse KNA Sensitivitätsanalyse Sozioökonomische Teilbilanzen Kommentare Abbildungen Klima Export KNA Export KWA und QA <p>Klicken Sie auf den Namen eines Tabellenblattes, um auf das entsprechende Blatt zu springen.</p> <p>Farbcode</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e6f2ff;"></td> <td>für KNA relevant</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ffe6e6;"></td> <td>für KWA relevant</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e6ffe6;"></td> <td>für QA relevant</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e6e6ff;"></td> <td>für KNA und KWA relevant</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #e6e6e6;"></td> <td>für KWA und QA relevant</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ffff00;"></td> <td>Eingabe durch Benutzer</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #90ee90;"></td> <td>Vorgabewerte aus BASIC</td> </tr> <tr> <td style="width: 20px; height: 10px; background-color: #ff00ff;"></td> <td>Hinweisfarbe (Vorsicht!)</td> </tr> </table>		für KNA relevant		für KWA relevant		für QA relevant		für KNA und KWA relevant		für KWA und QA relevant		Eingabe durch Benutzer		Vorgabewerte aus BASIC		Hinweisfarbe (Vorsicht!)
	für KNA relevant																	
	für KWA relevant																	
	für QA relevant																	
	für KNA und KWA relevant																	
	für KWA und QA relevant																	
	Eingabe durch Benutzer																	
	Vorgabewerte aus BASIC																	
	Hinweisfarbe (Vorsicht!)																	

Im «Handbuch NISTRA 2022» finden Sie Hilfestellungen zu den nötigen Eingaben in den einzelnen Tabellenblättern.
Das Handbuch kann hier heruntergeladen werden: <https://www.nistra.ch>

Zur Navigation während der Durchführung einer KNA, KWA oder einer NISTRA-Bewertung steht ein **Navigationsmenu** im Tabellenkopf des jeweiligen Indikators oder Tabellenblatts (vgl. Abbildung 2-3) zur Verfügung. Das Navigationsmenu enthält fünf Optionen:

- «Intro»: Durch Drücken auf diese Schaltfläche kommen Sie auf das Hauptmenü zurück.
- «Vorheriges Blatt»: Sie hüpfen ein Blatt zurück.
- «Nächstes Blatt»: Sie hüpfen ein Blatt nach vorne.
- «Tableau»: Mit diesem Knopf springen Sie direkt auf das NISTRA-Tableau.
- «Sensitivität»: Dieser Knopf bringt Sie zur Sensitivitätsanalyse für die KNA-Indikatoren.

Abbildung 2-3: Navigationsmenu bei eNISTRA



Unten rechts auf dem Hauptmenüblatt ist zudem der **Farbcode** erläutert. Um die verschiedenen Bewertungsmethoden in NISTRA auch im Layout zu verdeutlichen, wurde folgender Farbcode entwickelt:

- die KNA-Indikatoren sind jeweils in hellblau gehalten
- die KWA-Indikatoren in hellrot
- die QA-Indikatoren sind hellgrün
- hellgelbe Felder weisen die BenutzerInnen auf Eingaben hin
- grün bedeutet, dass dieser Wert aus eNISTRABASIC-2022 vorgegeben ist.
- als Hinweifarbe wurde rosa gewählt; sie soll die Benutzenden auf etwas aufmerksam machen

Dieser Farbcode wird auch im Handbuch soweit wie sinnvoll und möglich umgesetzt. So werden bei der Anleitung der einzelnen Indikatoren in Kapitel 4, sowie bei den Input- und Outputblättern in den Kapitel 3 und 5 dieselben Farben gewählt. Damit können die BenutzerInnen sowohl im File wie auch im Handbuch die KNA-, KWA- und QA-Indikatoren auf einen Blick voneinander unterscheiden.

2.5 Aufbau von eNISTRA

eNISTRA ist in die drei Teile «Inputblätter», «Indikatorblätter» und «Outputblätter» unterteilt. Die Indikatorblätter sind weiter gegliedert in die 6 Bereiche direkte Kosten, Verkehrsqualität, Sicherheit, Siedlungsentwicklung, Umwelt sowie Realisierung und Kohärenz. In Abbildung 2-4 wird ein Überblick über den Aufbau von eNISTRA und die Reihenfolge und die Namen der Tabellenblätter gegeben.

Wie erwähnt kommen einige Indikatoren in der KNA und der KWA vor (z.B. VQ1, VQ2, SI1 etc.). In eNISTRA müssen aber die KNA-Indikatorblätter einen anderen Namen haben als die KWA-

Indikatorblätter, da sie auf unterschiedlichen Tabellenblättern dargestellt werden. Die Tabellenblätter werden deshalb z.B. VQ1n / VQ1w genannt (Kurzform für VQ1_{KNA} / VQ1_{KWA}).

Abbildung 2-4: Reihenfolge der Tabellenblätter in NISTRA

1. Inputblätter	4. Sicherheit
INTRO	SI1n Unfälle
Grunddaten	SI1w Unfälle
Verkehrsmodell	SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit
Indikatorenliste	SI3n Polizeiliche Verkehrsregelung
Bewertung KNA	SI3w Polizeiliche Verkehrsregelung
Gewichtungen und Annahmen KWA	5. Siedlungsentwicklung
Inputdaten	SE1 Wohnlichkeit
Infrastrukturbudget	SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung
2. Direkte Kosten	SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte
DK1 Baukosten	SE4 Orts- und Landschaftsbild
DK2 Ersatzinvestitionen	6. Umwelt
DK3 Landkosten	UW1n_Luft Luftbelastung
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen
3. Verkehrsqualität	UW1w Lärm- und Luftbelastung
VQ1n Reisezeit Stammverkehr	UW2 Lebensräume und Gewässer
VQ1w Reisezeit Stammverkehr	UW3n Bodenversiegelung
VQ2n Zuverlässigkeit	UW3w Flächenbeanspruchung und Boden
VQ2w Zuverlässigkeit	UW4n Klimabelastung
VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	UW4w Klimabelastung
VQ3w Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	UW5 Belastung während der Bauphase
VQ4n Auswirkungen auf den ÖV	UW6 Vor- und nachgelagerte Prozesse
VQ4w Auswirkungen auf den ÖV	7. Realisierung und Kohärenz
VQ5 Streckenredundanz	QI_1 Kostenrisiko, bautechnisches Risiko
VQ6 Verkehrsentlastung nachgelagertes Netz	QI_2 Etappierbarkeit
VQ7.1 MWST-Einnahmen ÖV	QI_3 Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten
VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr	QI_4 Kohärenz mit Raumplänen
VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	QI_5 Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität
VQ7w Nutzen durch Mehrverkehr	8. Outputblätter
VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr	Tableau
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen des FV / VV	Zusammenfassung KNA
	Zusammenfassung KWA und QA
	Detailergebnisse KNA
	Sensitivitätsanalyse
Farbgebung	sozioökonomische Teilbilanzen (nur KNA)
für KNA relevant	Kommentare
für KWA relevant	Abbildungen
für QA relevant	Export KNA
gestreift: Für entsprechende Farben (KNA, KWA, QA) relevant	Export KWA und QA

Die Tabellenblätter in Abbildung 2-4 müssen im Rahmen der Bewertung nach und nach ausgefüllt werden. Am besten folgt man dabei der Reihenfolge der Tabellenblätter. Bei den Indikatorblättern kann man aber durchaus auch eine andere Reihenfolge wählen, je nachdem welche Inputdaten bereits vorliegen und welche nicht.

WICHTIG: Es sind unbedingt **zuerst die Blätter «Grunddaten», «Verkehrsmodell» und «Inputdaten»** auszufüllen. Denn viele der weiteren Blätter greifen auf diese Blätter zurück.

Da mit dem Tool eNISTRA wie bereits erwähnt eine vollständige NISTRA-Bewertung, nur eine KNA oder nur eine KWA durchgeführt werden können, gibt es demzufolge drei «Wege durch das File»:

- NISTRA-Bewertung: Bei einer NISTRA-Bewertung sind alle Tabellenblätter auszufüllen.
- «Nur KNA»: Sofern nur eine KNA durchgeführt werden soll, entfallen nicht nur die KWA- und QA-Indikatorblätter, sondern auch gewisse Input- und Outputblätter. Auf dem «Weg durch das File» müssen nur die in Abbildung 2-4 blau hinterlegten (oder blau gestreiften) Tabellenblätter ausgefüllt werden. Dank dem Farbcode ist eine schnelle Orientierung sichergestellt: Alle Tabellenblätter mit rotem oder grünem Kopf (vgl. Abbildung 2-9 und Abbildung 2-11) können übersprungen werden.
- «Nur KWA»: Soll nur eine KWA gemacht werden, so können die Indikatorblätter der KNA und QA und gewisse Input- und Outputblätter vernachlässigt werden. Es sind nur die in Abbildung 2-4 rot hinterlegten Tabellenblätter (inkl. rot gestreifte) zu beachten, die blauen und grünen Blätter sind jedoch irrelevant.

Bevor nun die einzelnen Tabellenblätter von eNISTRA besprochen werden, werden die drei Indikatorarten vorgestellt sowie einige Bemerkungen zum Umgang mit Indikatoren gemacht.

2.6 Die drei Indikatorarten

2.6.1 KNA-Indikatoren

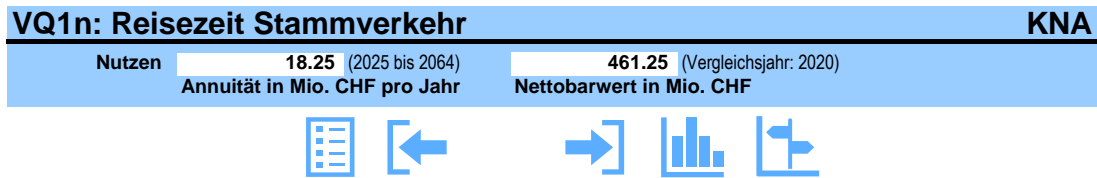
Jedes KNA-Indikatorblatt besteht aus vier Teilen:

- Kopf
- Eingabebereich
- Überblick über die Ergebnisse und zentralen Annahmen
- Detaillierte Ergebnisse

Im **Kopf** des Indikatorblatts (vgl. Abbildung 2-5) werden Indikatornummer, Indikatorname sowie der Indikatorart angegeben. Für KNA-Indikatoren ist der Kopf blau hinterlegt. Das Bewertungsergebnis wird einerseits ausgewiesen als Annuität in Mio. CHF pro Jahr (durchschnittlicher jährlicher Nutzen (oder je nach Indikator Kosten) während der Betriebsphase, die im Beispiel vom 2025 bis 2064 dauert) und andererseits als Nettobarwert in Mio. CHF, bezogen auf das vom Benutzenden gewählte Vergleichsjahr. Man erhält somit einen schnellen Überblick über die

wichtigsten Informationen. Zudem sind direkt darunter die fünf Knöpfe angeordnet, die es einem erlauben, auf andere Blätter zu springen (vgl. Kapitel 2.4).

Abbildung 2-5: Kopf eines KNA-Indikatorblatts



Nach dem Kopf folgt der **Eingabebereich** (vgl. Abbildung 2-6). Auf diesem Teil des Blattes können die BenutzerInnen Eingaben vornehmen und Werte auswählen. Der Eingabebereich sieht bei jedem Indikator etwas anders aus (einzugebende Werte, qualitative oder quantitative Berücksichtigung der Bauphase usw.). Die geforderten Eingaben werden in Kapitel 4 pro Indikator detailliert beschrieben.

Allen Indikatorblättern (nicht nur KNA- sondern auch KWA- und QA-Indikatorblättern) ist jedoch gemein, dass unter dem Eingabebereich ein Textfeld zur Verfügung steht, um **Kommentare** anzubringen. Sofern das vorgegebene Textfeld nicht ausreicht, kann der Link «=> Kommentarblatt» angeklickt werden und man landet beim Outputblatt «Kommentare» und kann dort weitere Ausführungen anbringen (vgl. Kapitel 5).

Abbildung 2-6: Eingabebereich (KNA-Indikatorblatt)

Eingabebereich

Personenverkehr		Güterverkehr	
Preisbasis Eingabe	<input type="text" value="2007"/>	Preisbasis Eingabe	<input type="text" value="2005"/>
Nominallohnwachstum (% / Jahr)	<input type="text" value="0.9%"/>	Teuerung (% / Jahr)	<input type="text" value="0.3%"/>

Reisezeitveränderung im Stammverkehr in Mio. CHF bei Preisbasis 2007 bzw. 2005 (pos. Werte = Nutzen, neg. Werte = Kosten)										
Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
2027	7.00	1.50	0.70	1.00		---	1.50		---	11.70
2030	7.70	1.65	0.77	1.10		---	1.65		---	12.87
2035	8.47	1.82	0.85	1.21		---	1.82		---	14.16
2037	8.89	1.91	0.89	1.27		---	1.91		---	14.86
2043	9.34	2.00	0.93	1.33		---	2.00		---	15.61
2047	9.81	2.10	0.98	1.40		---	2.10		---	16.39
2050	10.30	2.21	1.03	1.47		---	2.21		---	17.21

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Mengeneffekt: Reisezeitgewinne in Mio. Stunden über alle Fahrzeugkategorien im Jahr 2025	PV	GV
	<input type="text" value="2.00"/>	<input type="text" value="0.22"/>
	Personen- stunden	Fahrzeug- stunden

Dauer der Umleitung während Bauphase: Beginn Dauer Jahre [aus Blatt Inputdaten übernommen](#)

Durchschnittliche Reisezeitverluste durch Umwege in Mio. CHF pro Jahr (Dauer der Umleitung) bei Preisbasis 2007 bzw. 2005 (pos. Werte = Nutzen, neg. Werte = Kosten)										
Mio. CHF zu Preisen 2007 / 2005	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
	6.50	1.40	0.65	0.90		---	1.40		---	10.85

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Qualitative Beschreibung der Bauphase (falls nötig)

Bemerkungen / Begründung

[=> Kommentarblatt](#)

Mit Hilfe der vorgenommenen Eingaben berechnet eNISTRA die Ergebnisse dieses Indikators. Diese werden unterschiedlich aggregiert ausgewiesen: Zuerst wird ein **Überblick über die wichtigsten Ergebnisse und die zentralen Annahmen** gegeben (vgl. Abbildung 2-7). Dort werden zu Beginn jene Annahmen aufgeführt, welche einen wesentlichen Einfluss auf das Ergebnis haben. In Klammer wird angegeben, ob es sich um einen Vorgabewert handelt oder ob die BenutzerInnen eine manuelle Eingabe getätigt haben. Dann werden die Ergebnisse für einzelne Betriebsjahre ausgewiesen. Am Ende wird schliesslich der Nettobarwert (bezogen auf den ausgewählten Vergleichszeitpunkt) und die Annuität angegeben. Sofern es sich um ein Provisorium, um ein etappiertes Projekt oder um einen Vergleich mit einem anderen Projekt handelt, das später eröffnet wird, ist die Annuität nicht die geeignete Vergleichsgrösse (vgl. dazu Anhang C, Abschnitt 8.3). Darauf werden die BenutzerInnen mit einer entsprechenden Warnung hingewiesen.

Abbildung 2-7: Überblick über Ergebnisse und zentralen Annahmen (KNA-Indikatorblatt)

Überblick über Ergebnisse und zentrale Annahmen

Veränderung über die Zeit mit	
Reallohnwachstum	<input type="text" value="0.75%"/> (Vorgabe KNA: Basis - nur für Personenverkehr)
Verkehrswachstum nach 2050	<input type="text" value="1.0%"/> (Vorgabe KNA: Basis)
Zeitwert	<input type="text" value="Basis"/> (Vorgabe KNA: Basis)
Diskontsatz	<input type="text" value="2.0%"/> (Vorgabe KNA: Basis)
Sensitivität Verkehrsmodell: Berechnung mit	<input type="text" value="1.00"/> -mal den Werten, die oben eingegeben wurden

Phase (Jahr)	Ergebnisse in Mio. CHF	
	im entsprechenden Jahr	diskontiert auf 2020
1. Betriebsjahr (2025)	13.21	11.96
10. Betriebsjahr (2034)	16.99	12.88
20. Betriebsjahr (2044)	20.65	12.84
30. Betriebsjahr (2054)	25.03	12.77
40. Betriebsjahr (2064)	29.59	12.38

	Bauphase	Betriebsphase									Total
		Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	
		PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
Nettobarwert 2020	-46.79	313.11	67.10	31.31	44.73	-	---	51.78	-	---	461.25
Annuität	-1.85	12.39	2.65	1.24	1.77	-	---	2.05	-	---	18.25

Im vierten Teil des Indikatorblattes werden schliesslich die **detaillierten Ergebnisse** für jedes Betriebsjahr aufgelistet (vgl. Abbildung 2-8).

Das Indikatorblatt wird mit der hellblauen Fusszeile, in welcher die Version des verwendeten eNISTRA angegeben ist, abgeschlossen.

Abbildung 2-8: Detaillierte Ergebnisse (KNA-Indikatorblatt)

Detaillierte Ergebnisse

Reisezeitveränderung in Mio. CHF bei Preisbasis 2019 (pos. Werte = Nutzen, neg. Werte = Kosten)											
Phase	Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
		PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
Bauphase	2021	-7.37	-1.59	-0.74	-1.02	-	---	-1.46	-	---	-12.17
Bauphase	2022	-7.42	-1.60	-0.74	-1.03	-	---	-1.46	-	---	-12.25
Bauphase	2023	-7.48	-1.61	-0.75	-1.04	-	---	-1.46	-	---	-12.33
Bauphase	2024	-7.54	-1.62	-0.75	-1.04	-	---	-1.46	-	---	-12.41
1. Betriebsjahr	2025	8.01	1.72	0.80	1.14	-	---	1.53	-	---	13.21
Betrieb	2026	8.16	1.75	0.82	1.17	-	---	1.54	-	---	13.43
Betrieb	2027	8.30	1.78	0.83	1.19	-	---	1.56	-	---	13.65
Betrieb	2028	8.64	1.85	0.86	1.23	-	---	1.61	-	---	14.20
Betrieb	2029	8.99	1.93	0.90	1.28	-	---	1.66	-	---	14.76
Betrieb	2030	9.34	2.00	0.93	1.33	-	---	1.72	-	---	15.32
Betrieb	2031	9.59	2.06	0.96	1.37	-	---	1.75	-	---	15.73
Betrieb	2032	9.86	2.11	0.99	1.41	-	---	1.78	-	---	16.15
Betrieb	2033	10.12	2.17	1.01	1.45	-	---	1.82	-	---	16.57
Betrieb	2034	10.39	2.23	1.04	1.48	-	---	1.85	-	---	16.99
Betrieb	2035	10.66	2.28	1.07	1.52	-	---	1.89	-	---	17.42
Betrieb	2036	11.01	2.36	1.10	1.57	-	---	1.94	-	---	17.98
Betrieb	2037	11.36	2.43	1.14	1.62	-	---	1.98	-	---	18.54
Betrieb	2038	11.54	2.47	1.15	1.65	-	---	2.00	-	---	18.82
Betrieb	2039	11.73	2.51	1.17	1.68	-	---	2.02	-	---	19.10
Betrieb	2040	11.91	2.55	1.19	1.70	-	---	2.03	-	---	19.39
Betrieb	2041	12.10	2.59	1.21	1.73	-	---	2.05	-	---	19.68
Betrieb	2042	12.29	2.63	1.23	1.76	-	---	2.06	-	---	19.97
Betrieb	2043	12.48	2.67	1.25	1.78	-	---	2.08	-	---	20.26
Betrieb	2044	12.73	2.73	1.27	1.82	-	---	2.11	-	---	20.65
Betrieb	2045	12.98	2.78	1.30	1.85	-	---	2.13	-	---	21.05
Betrieb	2046	13.24	2.84	1.32	1.89	-	---	2.16	-	---	21.45
Betrieb	2047	13.50	2.89	1.35	1.93	-	---	2.19	-	---	21.85
Betrieb	2048	13.83	2.96	1.38	1.98	-	---	2.22	-	---	22.37
Betrieb	2049	14.16	3.03	1.42	2.02	-	---	2.26	-	---	22.89
Betrieb	2050	14.49	3.11	1.45	2.07	-	---	2.29	-	---	23.42
Betrieb	2051	14.75	3.16	1.47	2.11	-	---	2.32	-	---	23.81
Betrieb	2052	15.01	3.22	1.50	2.14	-	---	2.34	-	---	24.21
Betrieb	2053	15.27	3.27	1.53	2.18	-	---	2.36	-	---	24.62
Betrieb	2054	15.54	3.33	1.55	2.22	-	---	2.39	-	---	25.03
Betrieb	2055	15.81	3.39	1.58	2.26	-	---	2.41	-	---	25.45
Betrieb	2056	16.09	3.45	1.61	2.30	-	---	2.44	-	---	25.88
Betrieb	2057	16.37	3.51	1.64	2.34	-	---	2.46	-	---	26.32
Betrieb	2058	16.66	3.57	1.67	2.38	-	---	2.48	-	---	26.76
Betrieb	2059	16.96	3.63	1.70	2.42	-	---	2.51	-	---	27.22
Betrieb	2060	17.25	3.70	1.73	2.46	-	---	2.53	-	---	27.68
Betrieb	2061	17.56	3.76	1.76	2.51	-	---	2.56	-	---	28.14
Betrieb	2062	17.86	3.83	1.79	2.55	-	---	2.59	-	---	28.62
Betrieb	2063	18.18	3.90	1.82	2.60	-	---	2.61	-	---	29.10
Betrieb	2064	18.50	3.96	1.85	2.64	-	---	2.64	-	---	29.59

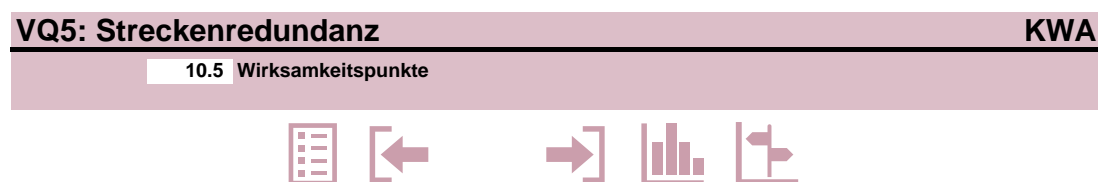
2.6.2 KWA-Indikatoren

Für die **Bewertung der Auswirkungen** der KWA reicht das Excel-Tool eNISTRA allein nicht aus. Hierfür sind die erläuternden **Bemerkungen in Handbuch notwendig**. Um die Eingaben bei den KWA-Indikatoren also richtig vornehmen zu können, muss gleichzeitig das NISTRA-Handbuch auf dem Bildschirm geöffnet sein oder ein Ausdruck des Handbuchs verwendet werden. Im Handbuch wird beschrieben, welche Auswirkungen wie bewertet werden. Dort wird erläutert, welche Veränderung mit -3 bis $+3$ bewertet wird und wie die Betroffenheit auf der Skala von 0 bis 5 abgebildet wird.

Eine zeitlich differenzierte Erfassung wie bei den KNA-Indikatoren ist bei den KWA-Indikatoren nicht nötig, sondern es wird vereinfachend das Jahr der Inbetriebnahme verwendet. **Alle Eingaben in den KWA-Indikatorblättern müssen also für das Jahr der Inbetriebnahme erfolgen.**²² Bei einem Variantenvergleich ist es wichtig, dass jeweils in allen Varianten dasselbe Jahr in der KWA verwendet wird – selbst wenn die Projekte nicht im gleichen Jahr eröffnet werden. In diesem Fall ist das Jahr der Inbetriebnahme der zuletzt eröffneten Variante zu empfehlen. Es ist darauf hinzuweisen, dass die Skalierungen der Bewertungsfunktionen der KWA sich generell auf das Jahr 2040 beziehen, da die Datengrundlagen für 2040 vorlagen.

Da KWA-Indikatoren keine zeitliche Dynamik aufweisen, sind die Indikatorblätter etwas einfacher aufgebaut: Sie bestehen aus einem Kopf, dem Eingabe- und Ergebnisbereich sowie einem Platz für Bemerkungen:

Abbildung 2-9: Kopf eines KWA-Indikatorblatts



Im **Kopf** des KWA-Indikatorblattes (vgl. Abbildung 2-9) sind analog zum KNA-Indikatorblatt die wichtigsten Angaben zum Indikator und das Ergebnis in Wirksamkeitspunkten angegeben. Er wird rot hinterlegt. Direkt darunter befinden sich wie auf allen Tabellenblättern die Knöpfe zum Springen auf andere Tabellenblätter (vgl. Kapitel 2.4).

Im **Eingabebereich** müssen die geforderten Angaben eingegeben werden (vgl. Abbildung 2-10). Daraus berechnet eNISTRA das Ergebnis. Meist sind bei den KWA-Indikatoren die Veränderung und die Betroffenheit einzugeben. Handelt es sich dabei um eine qualitative Bewertung, muss direkt das Ergebnis eingegeben werden (gemäß den Vorgaben in Kapitel 4). Leitet sich der Wert jedoch von einem kontinuierlichen Mass ab (z.B. dem DTV) ist dieses Mass einzugeben (bei

²² Bei etappierten Projekten (vgl. Kapitel 2.7 unten) ist das Jahr der Inbetriebnahme der letzten Etappe zu verwenden.

einigen Indikatoren werden diese Eingaben direkt aus den Eingaben bei der KNA berechnet, könnten aber bei Bedarf überschrieben werden). eNISTRA berechnet daraus automatisch die Punkte (im Blatt «Gewichtungen und Annahmen KWA» wird eingegeben, ob mehr als 15 Punkte zugelassen werden – bzw. mehr als 3 Punkte bei der Veränderung oder mehr als 5 Punkte bei der Betroffenheit). Bei einigen Indikatoren muss zudem noch ein Spezialeffekt berücksichtigt werden (vgl. Vorgaben in Kapitel 4).

Abbildung 2-10: Eingabe- und Ergebnisbereich (KWA-Indikatorblatt)

Eingabebereich

Veränderung	Facheinschätzung durch Experten	+3 stark positiv	3.0
Betroffenheit	Anzahl Fahrzeuge im DTV	35'000	3.5
Spezialeffekte	Unbelastete Alternativroute mit wenig Zusatzweg vorhanden		nein
Wirksamkeitspunkte			10.5

Bemerkungen

[=> Kommentarblatt](#)

Zusammenfassung für Ergebnisse Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.

Veränderung Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet. Hier wird die Veränderung beschrieben und begründet.

Betroffenheit Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet. Hier wird die Betroffenheit beschrieben und begründet.

Bei den **Bemerkungen** muss zuerst eine Zusammenfassung für die Begründung der berechneten Wirksamkeitspunkte eingegeben werden. Diese Zusammenfassung erscheint im Outputblatt «Zusammenfassung KWA und QA». Danach ist Platz für eine ausführlichere Begründung für das Ergebnis bei Veränderung bzw. Betroffenheit. Es ist keineswegs zwingend den zur Verfügung gestellten Platz auszufüllen. Die Begründung kann auch kurz und knapp sein. Sollte der Platz einmal nicht reichen, können zusätzliche Erläuterungen im Blatt «Kommentare» eingegeben werden (auf den Link «=> Kommentarblatt» drücken).

Abgeschlossen wird das KWA-Indikatorblatt mit einem roten Balken.

2.6.3 QA-Indikatoren

Die Indikatorblätter für die qualitativen Indikatoren bestehen ebenfalls aus zwei Bereichen, dem **Kopf** mit den wichtigsten Angaben zum Indikator und dem **Eingabebereich**. Der Kopf enthält die Ausprägung (zwischen -3 und +3) und ist grün hinterlegt. Darunter folgen wie immer die 5 «Navigationsknöpfe». Im Eingabebereich muss zuerst der Vergleichswert (zwischen -3 und +3) eingegeben werden. Darunter folgen zwei Textfelder: Im ersten sollen die Ergebnisse dieses Indikators zu Handen des Outputblatts «Zusammenfassung KWA und QA» zusammengefasst werden. Im anschliessenden Textfeld können die Auswirkungen ausführlich beschrieben und die Wahl des Vergleichswertes begründet werden. Abgeschlossen wird das QA-Indikatorblatt mit einem grünen Balken.

2.7 Bewertung von Spezialfällen: Etappierte Projekte und Reserveinvestitionen

Im Normalfall wird eNISTRA verwendet, um einen Neubau oder einen Ausbau einer Strasseninfrastruktur zu bewerten. Es gibt jedoch spezielle Entscheidungssituationen, die etwas komplexer sind, für die aber eNISTRA ebenfalls verwendbar sein soll. Im **Anhang B** wird deshalb erläutert, wie in zwei Spezialfällen vorzugehen ist:

- **Etappierte Projekte:** Projekte werden manchmal in Etappen eröffnet. So könnte z.B. ein erstes Teilstück einer Strasse bereits 5 Jahre vor einem zweiten Teilstück eröffnet werden. Auch Projekte, die zuerst eine kleine Massnahme enthalten und erst später einen grösseren Bau, zählen zu den etappierten Projekten. Projekte mit bis zu 4 Etappen können in NISTRA einfach bewertet werden.
- **Reserveinvestitionen:** Reserveinvestitionen sind Vorinvestitionen im Rahmen eines Projektes A, die aber eigentlich Teil eines anderen Projektes B sind, welches (eventuell) zu einem späteren Zeitpunkt gebaut wird. Reserveinvestitionen sind immer ein eigenes Projekt B und dürfen nicht mit dem eigentlich zu bewertenden Projekt A bewertet werden. In Anhang B wird dargelegt, wie in eNISTRA eine vereinfachte Bewertung der Reserveinvestition in das Projekt B bei der Bewertung des Projektes A durchgeführt werden kann.

Abbildung 2-11: QA-Indikatorblatt

QI1: Kostenrisiko, bautechnisches Risiko		QA
-3 Punkte		
Eingabebereich		
Ausprägung	-3 Grosses Risiko	-3
Bemerkungen	=> Kommentarblatt	
Zusammenfassung für Ergebnisse	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.	
Ausführliche Beschreibung	Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte. Hier steht eine eine ausführlichere Beschreibung der Auswirkungen und der Wahl der Punkte.	
eNISTRA 2022		

3 Voraussetzungen und Vorbereitung: Inputblätter

Vorbemerkung: Die von eNISTRA geforderten Eingaben werden in den folgenden Kapiteln mit Hilfe von Beispieleingaben illustriert. Es handelt sich dabei aber nicht um ein zusammenhängendes Beispiel einer NISTRA-Bewertung.

WICHTIG: Es sind unbedingt **zuerst die Blätter «Grunddaten», «Verkehrsmodell» und «Inputdaten»** auszufüllen. Denn viele der weiteren Blätter greifen auf diese Blätter zurück.

3.1 Vorbereitung

3.1.1 Festlegung der Projektvarianten und des Referenzfalles

Die NISTRA-Indikatoren messen die Veränderungen eines Projekts gegenüber einem Referenzfall: Der erwartete Zustand bei Projektrealisierung wird mit einem erwarteten zukünftigen Zustand ohne Massnahme verglichen. Der Referenzfall ist über den gesamten Betrachtungszeitraum zu definieren. Zur Wahl der Projektvarianten und des Referenzfalles siehe Ziffern 10 und 11 der KNA-Grundnorm (SN 641 820) und des Kommentars dazu (Ecoplan, Metron 2005).

3.1.2 Bestimmung des Untersuchungsraums

Grundsätzlich ist für Projekt- und Referenzfall ein Untersuchungsraum zu bestimmen, der wesentlich weiter reichen kann als das Gebiet des Bauprojekts. Konkret sind zumindest die wesentlichen Effekte auf den verknüpften Strecken mit zu berücksichtigen (z.B. induzierter Mehrverkehr auf einer Zufahrtsstrasse zu einer neuen Verbindungsstrasse). Der Untersuchungsraum kann je nach Indikator prinzipiell verschieden sein (z.B. wirkt sich ein Projekt vielleicht punkto Lärm nur lokal, punkto Erreichbarkeit aber überregional aus). Die Abgrenzungen müssen im Einzelfall pragmatisch erfolgen. Dabei ist darauf zu achten, dass nicht wesentliche «Nebenwirkungen» (grossräumigere Wirkungen) ausgeblendet werden. Zur Wahl des Untersuchungsraums siehe Ziffer 13 der KNA-Grundnorm (SN 641 820) und des Kommentars dazu (Ecoplan, Metron 2005).

3.1.3 Datenvoraussetzungen

Die Indikatorblätter in Kapitel 4 sowie das Blatt «Inputdaten» geben Auskunft über die jeweils benötigten Daten.

Grundsätzlich gilt, dass die Qualität einer KNA-, einer KWA- oder einer NISTRA-Bewertung ganz entscheidend von der **Qualität der Verkehrsmodellldaten** abhängt. Nähere Ausführungen dazu werden in Abschnitt 3.2 gemacht, in dem das Inputblatt «Verkehrsmodell» erläutert wird.

Weiter ist zu beachten, dass die Berechnung der KNA-Indikatoren zu **realen Preisen** erfolgen soll. Die korrekte Berücksichtigung der Inflation würde zwar die Ergebnisse nicht beeinflussen,

weil dann künftige Zahlen zwar grösser wären, jedoch gleichzeitig auch stärker diskontiert würden.

Für jede KNA ist ein einheitlicher **Preisstand** zu wählen, der aber in verschiedenen Untersuchungen nicht gleich sein muss, da die Entscheidungskriterien praktisch unabhängig vom Preisstand sind. Für eNISTRA gilt als Preisstand das **Jahr 2019**. Auf den einzelnen Indikatorblättern wird der Preisstand der Eingaben auf den Preisstand von eNISTRA umgerechnet, indem die Benutzenden die durchschnittliche jährliche nominale Teuerung angeben müssen (bei einigen Indikatoren wird anstelle der Teuerung das Nominallohnwachstum verlangt – siehe Erläuterung der Indikatoren in Kapitel 4), die zwischen dem Jahr der Eingabe und dem Jahr 2019 (Preisstand eNISTRA) liegen.

Bei der Berechnung der Kosten und Nutzen sind **Faktorpreise** zu verwenden, d.h. die indirekten Steuern (und allfällige Subventionen) müssen herausgerechnet werden. Indirekte Steuern wie die Mehrwertsteuer und Treibstoffsteuern stellen reine Transfers von den Steuerzahlenden an den Staat dar, sind aber mit keinen volkswirtschaftlichen Kosten oder Nutzen (im Sinne eines Ressourcenverbrauchs) verbunden. Einzig in den Teilbilanzen Staat, BenutzerInnen und Allgemeinheit sind Steuerzahlungen von Bedeutung, da sie zu einer Umverteilung hin zum Staat führen. Deshalb werden sie dort berücksichtigt.

3.2 Einzelne Inputblätter

Im Folgenden werden analog zur Anordnung in eNISTRA alle Inputblätter erläutert. Dabei wird für jedes neue Tabellenblatt jeweils eine neue Seite begonnen.

Grunddaten

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Auf diesem Blatt wird das Projekt beschrieben und es werden jene Angaben gemacht, die nötig sind, um das Zeitgerüst aufzuspannen.

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Geben Sie hier die geforderten Angaben zum Projekt ein.
- ❷ Hier ist das Projekt kurz zu beschreiben. Dieser Text wird ins NISTRA-Tableau verknüpft.
Bitte beachten Sie die Textlänge. Es kann sein, dass im Ausdruck nicht der ganze Text sichtbar ist, obwohl er auf dem Bildschirm ganz angezeigt wird.
- ❸ Die Angabe der Kontaktperson ist für allfällige Rückfragen von Bedeutung.
- ❹ Geben Sie hier den Beginn der Planungs- und der Bauphase des Projekts, das Jahr der Inbetriebnahme sowie jenes Jahr ein, für welches Sie den Nettobarwert der monetarisierbaren Indikatoren (KNA-Indikatoren) berechnen wollen (das Vergleichsjahr ist frei wählbar, sollte aber dem aktuellen Jahr entsprechen, vgl. KNA-Grundnorm Ziffer 41). Der Beginn der Planungsphase darf nicht vor 2015 liegen, der Beginn der Bauphase und die Inbetriebnahme müssen jeweils später erfolgen²³ und die Inbetriebnahme darf maximal 25 Jahre nach dem Planungsbeginn liegen (andernfalls erscheinen Fehlermeldungen).
- ❺ Soll ein etappiertes Projekt bewertet werden, so machen Sie bei der Frage «Erfolgt eine Teileröffnung vor Inbetriebnahme des Gesamtprojektes (etappiertes Projekt)?» ein Häkchen. In diesem Fall erscheint ein bisher unsichtbares Eingabefeld, in welches das Jahr einzugeben ist, in welchem die letzte Etappe des Projektes eröffnet wird. In diesem Fall wird das Jahr der Inbetriebnahme, das unter ❹ eingegeben wurde, als das Jahr interpretiert, in dem das erste Teilprojekt eröffnet wird. Um sicher zu sein, dass dies korrekt eingegeben wird, wird deshalb eine allfällige Eingabe gelöscht und BenutzerInnen werden aufgefordert, die Inbetriebnahme der ersten Etappe nochmals einzugeben. Zudem erscheint die Schaltfläche «zu QI2», damit man im Blatt «QI2» die Etappen beschreiben kann. Weitere Erläuterungen zu etappierten Projekten finden sich in Anhang B (Kapitel 7.1).

Projekt

Projektnummer	2804
Projektname (lang)	6-Spur-Ausbau Autobahn XY
Projektname (Kürzel)	6-Spur-Ausbau XY
Kanton(e)	Bern
Allgemeiner Projektbeschrieb (für Tableau)	Zweck des Ausbaus: Abbau Stau und Rückverlagerung Verkehr auf Autobahn, Entlastung der Gemeinde XX vom Verkehr, Erhöhung der Sicherheit.

Kontaktperson

Name	Planer
Vorname	Pia
Telefon	044 123 45 67
Datum	05.08.2022
E-Mail	pia@planer.ch

²³ Soll vereinfachend auf die Planungsphase verzichtet werden (nicht empfohlen), dann ist bei «Beginn Planungsphase» das gleiche Jahr zu erfassen wie bei «Beginn Bauphase».

Grunddaten

- 6 Mit eNISTRA können auch Provisorien bewertet werden (vgl. Abschnitt 2.1). In diesem Fall «klicken» Sie bei der Frage «Handelt es sich um ein Provisorium mit einem fixen Endzeitpunkt» ein Häkchen in die Box. Darauf erscheint ein bisher verborgenes Eingabefeld (in nachfolgender Darstellung nicht sichtbar), das Sie auffordert, das Jahr einzugeben, in dem das Provisorium erstmals ausser Betrieb ist. (In diesem Fall spielen die anderen beiden Fragen 5 und 7 keine Rolle, da bei Provisorien ein kürzerer Betrachtungszeitraum verwendet werden muss.)
- 7 Falls Sie das Projekt, für welches Sie nun eine Bewertung durchführen (KNA oder NISTRA) mit einem oder mehreren anderen Projekten vergleichen, das bzw. die später eröffnet werden (vgl. Abschnitt 2.1), so machen Sie bitte ein Häkchen bei der dritten Frage. Dann erscheint ebenfalls ein bisher verborgenes Eingabefeld und Sie werden gebeten, das Jahr anzugeben, in welchem das späteste Vergleichsprojekt in Betrieb genommen wird. Das Vergleichsprojekt muss natürlich innerhalb des normalen Betrachtungszeitraums des betrachteten Projektes eröffnet werden, d.h. innerhalb von 40 Jahren nach Eröffnung des Projektes. Es ist darauf zu achten, **dass alle miteinander verglichenen Projekte dasselbe Betrachtungsendjahr haben müssen** (kann unterhalb von 7 abgelesen werden: «Betrachtung bis 2064». Andernfalls stimmen die Ergebnisse nicht – auch die Ergebnisse der KWA sind falsch, weil das WKV dann nicht korrekt berechnet wird.

Zeitraumen

Beginn Planungsphase	2015
Beginn Bauphase	2021
Jahr der Inbetriebnahme	2025
Vergleichsjahr	2020

4

5

 Erfolgt eine Teileröffnung vor Inbetriebnahme des Gesamtprojektes (etappiertes Projekt)?

6

 Handelt es sich bei diesem Projekt um ein Provisorium mit fixem Endzeitpunkt?

7

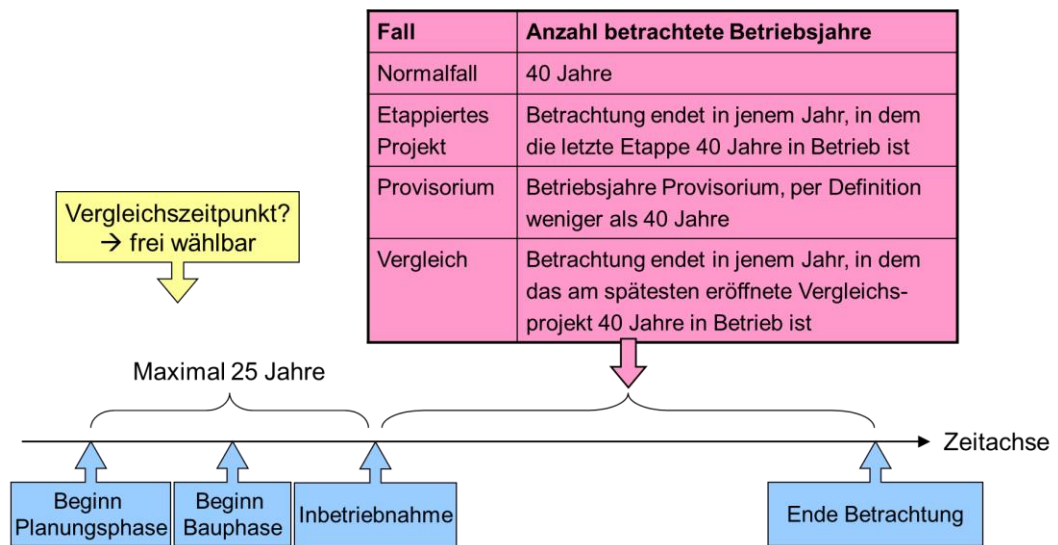
 Wird dieses Projekt mit einem anderen Projekt verglichen, das später eröffnet wird?
Betrachtung bis

8

Werte übernehmen - bitte drücken und einen Moment warten

- 8 Nach diesen Eingaben drücken Sie bitte auf diese Schaltfläche und gedulden Sie sich einen Moment. Die einzelnen Indikatorblätter von eNISTRA bauen sich nun gemäss Ihren Angaben auf. Die Angaben in 4 und die Fragen 5, 6 und 7 sind notwendig, damit eNISTRA das Zeitgerüst korrekt aufspannen kann.

Grunddaten



Vorsicht: Falls Sie in einer Kopie eines anderen eNISTRA-Files arbeiten und falls Sie nun den Zeitrahmen anpassen, so müssen Sie unbedingt bei den Indikatoren DK1 und DK3 alle Eingaben löschen bevor Sie auf den Knopf «Werte übernehmen» drücken (sonst kann es sein, dass Zeilen mit Eingaben ausgeblendet, aber mitberechnet werden). Falls Sie doch schon auf den Knopf gedrückt haben, finden Sie beim Indikator DK1 eine Erläuterung, wie Sie nun vorgehen müssen.

Verkehrsmodell

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Wie bereits in Abschnitt 3.1.3 erwähnt, hängt die Qualität der Bewertung (KNA und NISTRA) entscheidend von der Qualität der ihr zu Grunde liegenden Verkehrsmodellldaten ab. Auf diesem Blatt soll das Ihnen zur Verfügung stehende Verkehrsmodell charakterisiert werden.

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- 1 Im ersten Schritt werden Sie gebeten, die vorliegenden Verkehrsmodellldaten zu beschreiben. Falls Sie die erste Frage verneinen müssen, erübrigen sich alle weiteren Fragen und Sie können direkt zu 2 springen (auf dem Tableau erscheint nur das Feld 2 hellgelb, die anderen Felder bleiben weiss). Sofern Sie Verkehrsmodellberechnungen haben, so geben Sie bitte die Anzahl Zeitpunkte und die Jahreszahlen in den vorbereiteten Feldern ein. Bitte beachten Sie dabei, dass die ersten Verkehrsmodellergebnisse nicht vor der Inbetriebnahme des Projekts liegen dürfen, dass Sie die einzelnen Jahreszahlen chronologisch eingeben und dass Sie zwischen den einzelnen Eingaben keine Felder frei lassen. Das letzte Verkehrsmodelljahr darf zudem nicht nach dem Ende des Betrachtungszeitraums liegen. Dies ist deshalb wichtig, weil diese Angaben als Default in die einzelnen Indikatorblätter übertragen werden. Sie brauchen diese Angaben somit nur einmal zu machen. Die korrekte Eingabe ist aber von zentraler Bedeutung beim Aufspannen des Mengengerüsts.

Durch die Eingabe von maximal sieben verschiedenen Jahren ermöglicht es eNISTRA, Nachfrageverzögerungen (sogenannte **Time-Lags**) zu berücksichtigen. Diese **Nachfrageverzögerungen** entstehen dadurch, dass der volle Effekt, der dieses Projekt auf das Verkehrsaufkommen hat, sich erst nach einiger Zeit einstellt. Dabei ist zu beachten, dass im Stammverkehr praktisch kein Time-Lag entsteht, denn der Stammverkehr dürfte sich sofort (bzw. innerhalb weniger Monate) an die neuen Gegebenheiten anpassen (Wahl einer anderen Route). Der Mehrverkehr hingegen benötigt mehr Zeit (Zielwahländerung (z.B. Wohnortwechsel, Stellenwechsel, anderer Einkaufsort etc.), Umsteigen vom ÖV auf das Auto, Neuverkehr). Deshalb darf die Verzögerung nur beim Mehrverkehr berücksichtigt werden. In der Praxis wird dies kaum je berücksichtigt.

Der Time-Lag kann in eNISTRA abgebildet werden, indem bei allen relevanten Indikatoren in den ersten Jahren eine (oder mehrere) entsprechende Eingaben erfolgen (die relevanten Indikatoren sind all diejenigen, die auf Daten des Verkehrsmodells beruhen bzw. für die Eingaben zu sieben verschiedenen Zeitpunkten möglich sind). Im Verkehrsmodell wird jedoch meist der langfristige Effekt berechnet. Deshalb könnte z.B. im ersten Betriebsjahr nur 50% des Unterschiedes aufgrund des Mehrverkehrs zwischen Projekt- und Referenzfall eingegeben werden und z.B. erst im 6. Betriebsjahr das Ergebnis des Verkehrsmodells (das in diesem Fall um das erwartete Verkehrswachstum in diesen 5 Jahren erhöht werden muss). eNISTRA berechnet dann automatisch eine lineare Interpolation zwischen diesen Daten. Allerdings gibt es noch kaum Studien, die den Time-Lag quantifizieren und deren Erkenntnisse in der Praxis angewendet werden können.

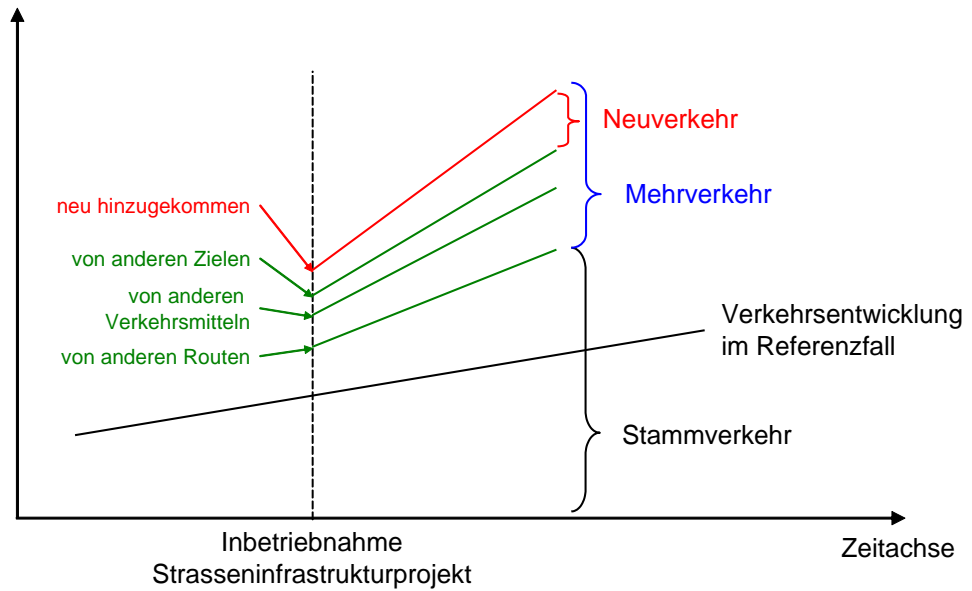
Es ist allerdings zu beachten, dass **bei der Eingabe eines Time-Lags die Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes nicht mehr stimmt** (siehe Blatt «Zusammenfassung KNA-Indikatoren»).

- 2 Im nächsten Schritt werden Sie gebeten, zu beschreiben, wie der Mehrverkehr berücksichtigt wird. Die nachstehende Abbildung erläutert die einzelnen Begriffe und soll Ihnen eine Hilfestellung bieten. Die Abbildung wurde aus Sicht eines Strassenabschnittes gezeichnet. Würde sie hingegen aus Sicht einer Ziel-Quell-Relation gezeichnet, so würde die Verschiebung von anderen Routen wegfallen, da diese dann bereits in der Verkehrsnachfrage im Referenzfall enthalten ist.

Die Antworten auf diese Fragen werden ins NISTRA-Tableau verknüpft. Die Bejahung der vier Fragen kann entscheidend sein, weil bei einer Vernachlässigung des zusätzlichen Verkehrs aufgrund von Routenumlagerungen, Zielwahanpassungen und induziertem Verkehr die Stauverhältnisse nicht richtig abgebildet werden können. Die Unterscheidung von Spitzenstunde, Haupt- und Nebenverkehrszeiten ist dafür ebenfalls zentral – insbesondere im urbanen Raum.

Verkehrsmodell

Verkehrsnachfrage auf
der Strecke von i nach j



- ③ Die weiteren Fragen ergänzen die Beschreibung des Verkehrsmodells. Sie werden jedoch nicht ins Tableau verknüpft.
- ④ An dieser Stelle werden Sie aufgefordert, das dieser Bewertung zu Grunde liegende Verkehrsmodell kurz zu beschreiben. Falls Sie bei ① die Grundsatzfrage verneinen mussten, so geben Sie bitte einen Grund für das Fehlen von Verkehrsmodellldaten an und umschreiben Sie, wie die Verkehrsdaten ermittelt wurden. Weil dieser Text direkt ins Tableau einfließt, ist die Länge beschränkt. Ein grösseres Kommentarfeld steht direkt darunter zur Verfügung (hier nicht abgebildet).

Verkehrsmodell

Angaben zum Verkehrsmodell

Grundsatzfrage

Wurden Verkehrsmodellberechnungen vorgenommen?

1

Ja

Für wie viele verschiedene Zeitpunkte wurden Verkehrsmodellberechnungen vorgenommen?

7

Für folgende Jahre liegen Modellergebnisse vor:

2027

2030

2035

2037

2043

2047

2050

Wie berücksichtigt das verwendete Verkehrsmodell den Mehrverkehr?

Werden Routenumlagerungen berücksichtigt?

ja

Werden Zielwahanpassungen (kurz- oder langfristig) berücksichtigt?

ja

Wird zwischen Haupt- und Nebenverkehrszeit unterschieden?

nein

Wird der induzierte Verkehr ('neuer Verkehr') berücksichtigt?

ja

Weitere Fragen

Werden Verlagerungen zwischen Verkehrsmitteln berücksichtigt?

ja

Wird die Rückkoppelung auf die Siedlungsstruktur berücksichtigt?

nein

Können zeitliche Verlagerungen der Fahrten abgebildet werden?

nein

Wurden die verkehrlichen Veränderungen im ÖV mit dem Verkehrsmodell ermittelt?

ja

Kurzbeschreibung des Verkehrsmodells (für Tableau)

Den Ergebnissen liegt ein differenziertes Verkehrsmodell zu Grunde. Schwachpunkt: Die fehlende Unterscheidung zwischen Spitzenstunde, Haupt- und Nebenverkehrszeiten.

4

eNISTRA 2022

Indikatorenliste

Bei der Indikatorenliste sind keine Eingaben nötig. Dieses Blatt gibt lediglich einen Überblick über alle Indikatoren und ihre Einheiten.

eNISTRA 2022

Bewertungssätze KNA

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Dieses Blatt hat zwei Zwecke: Zum einen gibt es einen Überblick über die verwendeten Kosten-sätze und die Vorgabewerte aus eNISTRABASIC und zum anderen können Sensitivitätsanalysen gemacht werden, indem die vorgegebenen Kostensätze variiert werden.

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- 1 Die Angaben im grün hinterlegten Bereich werden aus eNISTRABASIC-2022 eingelesen. Sofern Sie die vorgegebenen Kostensätze zur Bewertung der einzelnen Bereiche variieren möchten, können Sie in den gelben Feldern andere Kostensätze eingeben. Bei den Unfällen (SI1n) und bei den Betriebskostengrundwerten (VQ3) wird nicht ein eigentlicher Bewertungssatz angegeben, sondern ein Faktor, der auf alle für den entsprechenden Bereich relevanten Bewertungssätze gleichmässig angewendet wird.

Bei den meisten anderen Bewertungssätzen ist keine Erläuterung nötig. Die Ausnahme bildet der LSVA-Abgabesatz (beim Indikator VQ7.3): Gemäss VSS 41 827 (2009) wird der Kostensatz pro Fzkm aus dem Satz pro Bruttotonnenkilometer (Btkm = zugelassene Tonnen * Fzkm) und dem durchschnittlichen zugelassenen Gesamtgewicht ermittelt (vgl. folgende Tabelle). Zudem wird der Kostensatz pro Fzkm berechnet aus einem Durchschnitt aus Binnen-, Import- / Export- und Transitverkehr. Gemäss einer neuen Anfrage beim BAV kann der Kostensatz nicht mehr einfach auf Binnen-, Import- / Export- und Transitverkehr aufgeteilt werden. Deshalb wird nur der Gesamtdurchschnitt aktualisiert. Der neue Wert von 0.70 CHF / Fzkm ist der Durchschnitt der Jahre 2008 bis 2015 (wobei die Schwankungen um diesen Wert gering sind).²⁴ Dieser Wert wurde auch in die neue VSS 41 827 übernommen. Falls bessere Daten vorliegen kann der Wert aktualisiert werden.

	LSVA-Sätze gemäss SN 641 827 (mit prognostizierten Tonnagen für 2020)				Durchschnitt 2008 - 2015
	Binnen- verkehr	Import-/ Ex- portverkehr	Transit- verkehr	Gesamt- verkehr	Gesamt- verkehr
LSVA-Satz pro Bruttotonnenkilometer	0.0273	0.0266	0.0264	0.0271	0.0285
Zugelassenes Gesamtge- wicht pro Fahrzeug 2020	24.68	33.84	37.54	27.64	24.52
LSVA-Satz in CHF / Fzkm	0.67	0.90	0.99	0.75	0.70
Gewichtung	72.0%	17.4%	10.6%	100.0%	

Quelle: SN 641 827, Ziffer 16, eigene Berechnungen basierend auf Daten des BAV

- 2 Um die manuell eingegebenen Werte zu aktivieren bzw. anstelle der Vorgabewerte mit den manuellen Werten zu rechnen, müssen Sie im Kästchen «Wahl des Bewertungssatzes» die Option «manuelle Werte» auswählen. **Eine offizielle NISTRA-Bewertung muss auf den aus eNISTRABASIC vorgegebenen Werten beruhen.**

²⁴ Der Wert beruht auf einer Auswertung der LSVA-Datenbank, die wir vom BAV erhalten haben. Die LSVA wurde zwar Anfang 2017 um rund 8% erhöht, doch ist aufgrund der raschen Erneuerung der Fahrzeugflotten (Einsatz von neuen emissionsarmen Fahrzeugen, die eine tiefere LSVA bezahlen müssen) davon auszugehen, dass bereits 2021 wieder das Niveau von 2014 erreicht ist (Bundesrat 2015, Verlagerungsbericht, S. 115). Wir nehmen also an, dass längerfristig die Erhöhung des LSVA-Satzes und die Erneuerung der Fahrzeugflotte sich gegenseitig in etwa ausgleichen, so dass die Einnahmen pro Fzkm in etwa konstant bleiben.

Bewertungssätze KNA

Bezeichnung		Bewertungssatz (CHF) pro ...	2 Varianten		GEWÄHLT: NISTRABASIC
			NISTRA-BASIC	Manuelle Werte	
DK1	Baukosten	(wird direkt in CHF erhoben)	--		--
DK2	Ersatzinvestitionen	(wird direkt in CHF erhoben)	--		--
DK3	Landkosten	(wird direkt in CHF erhoben)	--		--
DK4	Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	(wird direkt in CHF erhoben)	--		--
VQ1n	Reisezeit Stammverkehr	(wird direkt in CHF erhoben)	--		--
VQ2n	Zuverlässigkeit	(Eingabe im Blatt VQ2n)	--		--
VQ3n	Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	Liter Benzin (CHF ohne Steuern)	0.8223		0.8223
		Liter Diesel (CHF ohne Steuern)	0.8764		0.8764
		Anpassungsfaktor gegenüber eNISTRA BASIC (gilt für 16 Betriebskostengrundwerte und ihre jährlichen Veränderungen)	1	1	1.0000
		Strompreis für Elektrofahrzeuge im Personenverkehr (Faktorpreis in Rp / MJ)	4.37		4.37
		Strompreis für Elektrofahrzeuge im Güterverkehr (Faktorpreis in Rp / MJ)	3.43		3.43
		Steuern und Abgaben für Elektrofahrzeuge im Personenverkehr (Rp / MJ)	1.75		1.75
		Steuern und Abgaben für Elektrofahrzeuge im Güterverkehr (Rp / MJ)	1.25		1.25
VQ4n	Auswirkungen auf den ÖV	(wird direkt in CHF erhoben)	--		--
VQ7.1	MWST-Einnahmen ÖV	(wird direkt in CHF erhoben)	--		--
VQ7.2	Nettonutzen Mehrverkehr	(siehe VQ1n, VQ3 und VQ7.3)	--		--
VQ7.3	Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	Mehrwertsteuersatz	7.7%		7.7%
		Mineralölsteuer etc. Benzin in CHF / Liter	0.7312		0.7312
		Mineralölsteuer etc. Diesel in CHF / Liter	0.7587		0.7587
		LSVA in CHF / Fzkm	0.7000	0.7500	0.7000
VQ8	Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr	(siehe VQ7.3)	--		--
VQ9	Externe Gesundheitsnutzen FV / VV	CHF / Personenkilometer im Fussverkehr	0.189		0.189
		CHF / Personenkilometer im Veloverkehr	0.189		0.189
SI1n	Unfälle	Anpassungsfaktor gegenüber eNISTRA BASIC (gilt für 46 Bewertungssätze)	1.00	1.20	1.00
SI3n	Polizeiliche Verkehrsregelung	CHF / 1000 Fzkm Autobahn	8.73		8.73
		CHF / 1000 Fzkm ausserorts	10.56		10.56
		CHF / 1000 Fzkm innerorts	29.14		29.14
UW1n_Luft	Luftbelastung Gesundheitskosten	t PM10, lokale Schäden, bebautes Gebiet	845'259		845'259
		t PM10, lokale Schäden, unbebautes Gebiet	0		0
		t PM10, regionale Schäden	516'900		516'900
	Gebäudeschäden	t PM10, lokale Schäden, bebautes Gebiet	145'443		145'443
		t PM10, lokale Schäden, unbebautes Gebiet	0		0
		t PM10, regionale Schäden	2'302		2'302
	Ernteauffälle und Waldschäden	t NOx	7'098		7'098
Bodenqualität t Zink		437'020		437'020	
UW1n_Lärm	Lärmbelastete Personen	Wohnung und dB(A) ZKB-Lärmass (Mietzinsausfälle)	43.12		43.12
		Person und dB(A) Lden (Gesundheitskosten)	16.18		16.18
UW3n	Bodenversiegelung	Hektare und Jahr	3'480		3'480
UW4n	Klimabelastung im Jahr 2015 Zunahme Kostensatz pro Jahr	Tonne CO2	123.20		123.20
			3%		3.0%
UW6	Vor- und nachgelagerte Prozesse	MWh, Luftbelastung durch Stromverbrauch durch Elektrofahrzeuge	10.25		10.25
		t Benzin, Luftbelastung durch Benzinverbrauch	99.33		99.33
		t Diesel, Luftbelastung durch Dieselverbrauch	54.72		54.72
		Schäden durch Luftschadstoffe in CHF pro m2 und Jahr			
		Strasse (offene Strecke Autobahn bis 3.-Klass-Strasse)	0.476		0.476
		Brücke / Viadukt	2.853		2.853
		Tagbautunnel / Galerie	3.805		3.805
		Bergmännischem Tunnel	4.757		4.757
		Trottoir oder strassenbegleitender Veloweg innerorts	0.365		0.365
		Befestigtem Fuss- oder Veloweg	0.284		0.284

Wahl des Bewertungssatzes

 NISTRABASIC Manuelle Werte

2

eNISTRA 2022

Gewichtung und Annahmen KWA

KWA

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Dieses Blatt hat zwei Zwecke: Zum einen zeigt es die verwendeten Gewichtungen für die Berechnung der Endergebnisse der KWA. Zum anderen können wichtige Grundannahmen zur Ausgestaltung der Bewertungsfunktionen der KWA-Indikatoren in diesem Blatt getroffen werden (Treppenfunktion oder lineare Funktion sowie Begrenzung auf maximal 15 Punkte ja oder nein).

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

1 Die Gewichtungen werden durch EBeN fix vorgegeben und werden in NISTRABASIC eingelese. Es erfolgen aber sechs verschiedene Gewichtungen:

- Investor ASTRA
- Betreiber ASTRA
- Strassenbenutzer
- Anwohner
- Region

und als gewichteter Durchschnitt dieser fünf Gewichtungen die Hauptgewichtung. In den grün hinterlegten Feldern sind die Vorgabewerte aus eNISTRABASIC angegeben.

Gewichtung KWA

	Hauptgewichtung	Teilgewichtungen					Manuelle Gewichtung	Manuelle Gewichtung (skaliert)	Nicht in KNA enthalten	
		Investor ASTRA	Betreiber ASTRA	Strassenbenutzer	Anwohner	Region				
Anteil Teilgewichte für Hauptgewichtung		40%	20%	16%	14%	10%	Sensitivität	Sensitivität		
Verkehrsqualität										
VQ1w	Reisezeit Stammverkehr	9%	10%	2%	20%	4%	8%	10%	10%	2
VQ2w	Zuverlässigkeit	11%	12%	14%	14%	3%	7%	5%	5%	
VQ3w	Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	2%	3%	0%	4%	0%	2%	2%	2%	
VQ4w	Auswirkungen auf den ÖV	3%	4%	0%	0%	3%	10%	2%	2%	
VQ5	Streckenredundanz	7%	5%	16%	8%	2%	4%	2%	2%	X
VQ6	Entlastung nachgelagertes Netz	6%	4%	8%	6%	8%	7%	2%	2%	X
VQ7w	Nutzen durch Mehrverkehr	2%	3%	0%	4%	0%	2%	2%	2%	
Total VQ		40%	41%	40%	56%	20%	40%	25%	25%	
Sicherheit										
SI1w	Unfälle	11%	9%	18%	18%	4%	4%	10%	10%	
SI2	Betriebsqualität, Betriebssicherheit	7%	7%	18%	4%	0%	0%	3%	3%	X
SI3w	Polizeiliche Verkehrsregelung	2%	2%	4%	2%	0%	0%	2%	2%	
Total SI		20%	18%	40%	24%	4%	4%	15%	15%	
Siedlungsentwicklung										
SE1	Wohnlichkeit	6%	5%	0%	2%	20%	4%	10%	10%	X
SE2	Potenzial für Siedlungsentwicklung	4%	5%	0%	2%	8%	10%	5%	5%	X
SE3	Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte	6%	5%	0%	4%	10%	16%	5%	5%	X
SE4	Orts- und Landschaftsbild	4%	5%	0%	2%	10%	4%	5%	5%	X
Total SE		20%	20%	0%	10%	48%	34%	25%	25%	
Umwelt										
UW1w	Lärm- und Luftbelastung	6%	6%	4%	2%	10%	8%	10%	10%	
UW2	Lebensräume und Gewässer	3%	3%	4%	2%	3%	3%	5%	5%	X
UW3w	Flächenbeanspruchung und Boden	3%	3%	4%	2%	4%	3%	5%	5%	
UW4w	Klimabelastung	6%	7%	6%	3%	7%	6%	10%	10%	
UW5	Belastung während der Bauphase	2%	2%	2%	1%	4%	2%	5%	5%	X
Total UW		20%	21%	20%	10%	28%	22%	35%	35%	
Gesamttotal		100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	9

Wahl Ausgestaltung der Bewertungsfunktionen der KWA

3

Maximale Punktzahl
15 Punkte
(default EBeN)
 Kein Maximum

Gewichtung und Annahmen KWA

KWA

Mit diesen verschiedenen Gewichtungen erfolgt eine Sensitivitätsanalyse des Ergebnisses. Es ist möglich, dass je nach Gewichtung eine andere Variante am besten abschneidet.

Zusätzlich ist auch eine weitere, individuelle Sensitivität möglich, indem bei ❶ eine eigene (frei wählbare) Gewichtung eingegeben wird. Entsprechend wird das Ergebnis dieser Sensitivität beim Output (im Blatt «Zusammenfassung KWA und QA») ebenfalls ausgewiesen. Bei der Eingabe der Gewichte ist darauf zu achten, dass die Summe der Gewichte 100% ergeben muss (deshalb werden aus den Eingaben in der Spalte daneben die Gewichtungen ermittelt, die sich auf 100% addieren und die für die weiteren Berechnungen verwendet werden).

- ❷ In der letzten Spalte der Tabelle befindet sich schliesslich ein X für all diejenigen Indikatoren der KWA, die nicht in der KNA enthalten sind. Die üblichen 9 Indikatoren sind als Vorgabewerte eingegeben. Es kann vorkommen, dass die Zuverlässigkeit (VQ2) nicht in der KNA bewertet werden kann (z.B. wenn es sich um ein Nicht-Autobahn-Projekt handelt (da die KNA-Methodik nur auf Autobahnen anwendbar ist)). In diesem Fall ist bei VQ2w auch ein «X» zu setzen. Die übrigen Indikatoren der KWA werden auch in der KNA betrachtet, so dass kein «X» in dieser Zeile erscheint.

Diese Spalte wird verwendet, um in den Blättern «Tableau» und «Zusammenfassung KWA und QA» den Beitrag zum Endergebnis der nicht in der KNA-enthaltenen KWA-Indikatoren zu bestimmen.

- ❸ Im unteren Teil des Blattes ist eine Annahme zur Ausgestaltung der Bewertungsfunktionen zu treffen, die für alle KWA-Indikatoren gilt. Es ist zu wählen, ob mehr als 15 Wirkungspunkte zulässig sein sollen oder nicht (vgl. Kapitel 1.5.4).

Diese Annahme (❸) ist prinzipiell am Anfang einzustellen. Sie kann aber jederzeit angepasst werden. Es ist also auch möglich, am Ende im Sinne einer Sensitivitätsanalyse zu überprüfen, ob die Wahl dieser Annahmen einen relevanten Einfluss auf das Endergebnis hat.

Inputdaten

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

In diesem Tabellenblatt werden Daten eingegeben, die bei mehreren Indikatoren benötigt werden. Daten, die nur bei einem Indikator verwendet werden, sind beim entsprechenden Indikator einzugeben. Die hier eingegebenen Inputdaten werden automatisch in die einzelnen Tabellenblätter eingelesen, in denen sie benötigt werden. Hier einzugeben ist die Veränderung der Fzkm – und zwar in der Betriebsphase und falls erwünscht in der Bauphase.

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Zu Beginn müssen die Jahre angegeben werden, für welche die Veränderungen der Fahrzeugkilometer berechnet werden. Als Vorgabe (Default) erscheinen automatisch jene Jahre, für welche Verkehrsmodellberechnungen vorliegen (vgl. Blatt «Verkehrsmodell»). Bei manueller Eingabe achten Sie bitte darauf, dass die Jahreszahlen chronologisch eingegeben werden müssen und zwischen den Eingaben keine leeren Zellen sind.
- ❷ **Veränderung der Fzkm in der Betriebsphase:** Geben Sie den Nettoeffekt des Strasseninfrastrukturprojekts auf das Verkehrsaufkommen ein, d.h. ziehen Sie von den Fahrzeugkilometern im Projektfall jene des Referenzfalles ab:

$$\text{Veränderung der Fzkm Gesamtverkehr} = \sum_{i,j} F_{i,j}^P d_{i,j}^P - \sum_{i,j} F_{i,j}^0 d_{i,j}^0$$

wobei $F_{i,j}^0$ bzw. $F_{i,j}^P$ = Anzahl Fahrzeugfahrten im Referenzfall 0 bzw. in der Projektvariante P auf der Relation von i nach j

$d_{i,j}^0$ bzw. $d_{i,j}^P$ = Distanz (in km) im Referenzfall 0 bzw. in der Projektvariante P auf der Relation von i nach j

Je nachdem, wie differenziert Ihnen diese Daten vorliegen, sind sie anders einzutragen:

- Sofern Ihnen nur die Gesamtzahlen der Fahrzeugkilometer zur Verfügung stehen, so geben Sie diese Werte in der letzten Eingabespalte unter «Ø PV und GV» ein.
- Können Sie mindestens zwischen Personen- und Güterverkehr unterscheiden, so geben Sie die Werte des Personenverkehrs in der Spalte «Ø PV» und jene des Güterverkehrs in der Spalte «Ø GV» ein. Um Doppelzählungen zu vermeiden, lassen Sie dann bitte die Spalte «Ø PV und GV» leer.
- Im Idealfall liegen Ihnen die Werte genau in den von eNISTRA vorgegebenen Fahrzeugkategorien vor. Dann müssen Sie, um Doppelzählungen zu verhindern, die drei Durchschnittsspalten leer lassen.
- Falls Sie über noch stärker differenzierte Daten verfügen, so ordnen Sie die zusätzlichen Fahrzeugkategorien sinngemäss den von eNISTRA vorgegebenen Kategorien zu.

Für eine korrekte Bewertung müssen die Fahrzeugkilometer auch nach Strassentyp (Autobahn, ausserorts und innerorts²⁵) sowie Bebauung (in bebautem / unbebautem Gebiet²⁶) differenziert werden (die folgende Tabelle zeigt nur eine von 6 Eingabetabellen (für Autobahn, bebautes Gebiet)). Viele aktuelle Verkehrsmodelle erlauben diese Differenzierung. Ist dies nicht der Fall, so können folgende Abschätzungen erfolgen:

- Liegen die Fzkm nicht differenziert nach innerorts, ausserorts und Autobahn vor, so sollen die Anteile für das Projektgebiet grob abgeschätzt werden. Als Hilfe kann dabei der Schweizer Durchschnitt aus dem Jahr 2019 (aktuellstes verfügbares Jahr) von 35.81% Autobahn, 33.43% ausserorts und 30.76% innerorts dienen. Diese Annahmen sind aber je nach Projektgebiet anzupassen (z.B. wenn keine Autobahn in der Nähe des Projektes liegt). Die Annahmen sind im Kommentar zu dokumentieren.

²⁵ Treibstoffverbrauch, Unfallraten und Schadstoffemissionen sind je nach Strassentyp bzw. Geschwindigkeit unterschiedlich.

²⁶ Die Differenzierung nach bebaut / unbebaut ist nur für die Luftbelastung nötig. Gemäss VSS 41 828, Ziffer 19.1 gilt: «Unter Strassen in bebautem Gebiet werden Strassenabschnitte mit Bebauung je 50m beidseits der Strasse verstanden. Als bebaut gilt ein beidseits der Strasse bebautes Gebiet, in dem nur noch einzelne Baulücken bestehen. Strassen, die auf der einen Seite bebaut, aber auf der anderen unbebaut sind, sind je hälftig Strassen im bebauten bzw. unbebauten Gebiet zuzuordnen. Tunnelabschnitte mit Ventilation gelten als Strassen im unbebauten Gebiet.»

Inputdaten

- Liegen die Fzkm nicht differenziert nach bebautem und unbebautem Gebiet vor, so können ebenfalls Standardwerte als Grobschätzung verwendet werden. Als grobe Schätzung kann unterstellt werden (vgl. VSS 41 828, Ziffer 19.1), dass die Fahrleistungen im bebauten Gebiet sich ergeben als Summe aller Fahrleistungen innerorts und 22% der Fahrleistungen auf Autobahnen²⁷ (und 0% der Fahrleistungen ausserorts). Genauere Zahlen können aus den Verkehrsmodellen berechnet werden.
- Wird durch ein Projekt ein Teil des Verkehrs in einen Tunnel verlegt, so ist dies hier zu berücksichtigen, wobei Fzkm im Tunnel als im unbebauten Gebiet gelten. Obwohl z.B. gesamthaft die Fzkm zunehmen, können aufgrund der Verlegung in einen Tunnel die Fzkm im bebauten Gebiet abnehmen, während sie im unbebauten Gebiet noch stärker zunehmen.

Diese Daten zu den Fzkm werden bei diversen Indikatoren verwendet:

- VQ8: Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr
- SI1n: Unfälle (vereinfachte Methodik)
- SI3n: Polizeiliche Verkehrsregelung
- UW1n_Luft: Luftbelastung
- UW1n_Lärm: Lärmbelastung (vereinfachte Methodik)
- UW4n: Klimabelastung

Allerdings werden die Daten nur bei UW1n_Luft in der hier einzugebenden Differenzierung benötigt. Bei allen anderen Indikatoren kann auf die Differenzierung nach bebaut / unbebaut verzichtet werden. Teilweise kann auch auf andere Differenzierungen verzichtet werden (Fahrzeugkategorien bei SI1n und SI3n; Strassentyp bei UW1n_Lärm).

Hinweis: Auch bei weiteren Indikatoren werden Daten zu den Fzkm benötigt, aber die dort benötigten Fzkm sind anders zu berechnen (und auf dem jeweiligen Tabellenblatt einzugeben):

- VQ3: Betriebskosten Fahrzeuge: Fzkm im Stammverkehr
- VQ7.2: Nettonutzen Mehrverkehr: Fzkm im Mehrverkehr
- VQ7.3: Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr: Fahrlängen (in Fzkm) im Mehrverkehr
- SI1n: Unfälle (Standardmethodik): Fzkm nach 13 Streckentypen (aber nicht nach Fahrzeugkategorie)

Im Verhältnis zu den erforderlichen Berechnungen für die Bereitstellung der Inputdaten bei den Indikatoren VQ3, VQ7.2 und VQ7.3 sind die Berechnungen hier sehr einfach, da nur die gesamten Fzkm im Referenzfall von den gesamten Fzkm im Projektfall abgezogen werden müssen (es ist somit keine Berechnung differenziert nach Relationen wie im Stamm- und Mehrverkehr nötig).

Vorsicht: Die hier benötigte Veränderung der Fzkm im Gesamtverkehr kann nicht direkt aus den Eingaben bei den Indikatoren VQ3 und VQ7.2 berechnet werden (Gesamtverkehr \neq Summe aus Stammverkehr und Mehrverkehr, da im Mehrverkehr mit dem Absolutwert gerechnet wird).

Nettoeffekt in Mio. Fzkm (Projektfall - Referenzfall): Autobahn, bebautes Gebiet										
Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
2027	4.00		0.01	0.02		0.04	0.03			4.10
2030	4.40		0.01	0.02		0.04	0.03			4.51
2035	4.84		0.01	0.02		0.05	0.04			4.96
2037	5.08		0.01	0.03		0.05	0.04			5.21
2043	5.34		0.01	0.03		0.05	0.04			5.47
2047	5.60		0.01	0.03		0.06	0.04			5.74
2050	5.88		0.01	0.03		0.06	0.04			6.03

PW = Personenkraftwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

²⁷ Berechnung mit Hilfe einer GIS-Überlagerung der Autobahnen mit der Arealstatistik, wobei bebaut (ohne Industrie) als innerorts betrachtet wurde (Ermittlung durch EBP für die Schweiz im Rahmen einer Bewertung).

Inputdaten

- ③ **Veränderung der Fzkm während der Bauphase:** Als Option können Sie zudem die Effekte monetarisieren, welche auf die Umleitungen während der Bauphase zurückzuführen sind. Dies ist keineswegs zwingend und in der Praxis werden die Effekte während der Bauphase meist nicht detailliert untersucht (und hier keine Eingabe gemacht). Muss eine Strasse aber während einer gewissen Zeit gesperrt werden und ist die Umleitung klar, können die Effekte hier eingegeben werden.

Geben Sie dazu das Jahr des Umleitungsbeginns (muss innerhalb der Bauphase liegen²⁸) und die Dauer der Umleitung in Jahren ein.

Dauer der Umleitung während Bauphase: Beginn Dauer **3**

	Ø Umwegfahrten in Mio. Fzkm pro Jahr (Dauer der Umleitung)								Total
	Personenverkehr				Güterverkehr			Ø PV und GV	
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF		
Autobahn, bebautes Gebiet	0.20		0.01	0.02		0.05	0.04		0.32
Autobahn, unbebautes Gebiet	1.80		0.09	0.18		0.45	0.36		2.88
ausserorts, bebautes Gebiet					4				-
ausserorts, unbebautes Gebiet	2.00		0.20	0.30		0.40	0.35		3.25
innerorts, bebautes Gebiet	2.00		0.20	0.30		0.40	0.35		3.25
innerorts, unbebautes Gebiet									-
Mio. Fzh	0.20	---	0.02	0.03		0.04	0.03		0.32

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

- ④ Anschliessend können Sie die durchschnittlichen Umwegfahrten pro Fahrzeugkategorie eingeben. Gemäss SN 641 820 (Ziffer 37) können die zusätzlichen Fzkm mit dem Verkehrsmodell ermittelt werden (dürfte meist zu aufwendig sein). Alternativ können sie grob abgeschätzt werden, indem die Verkehrsmenge pro Jahr mit der Verlängerung der Strecke pro Fahrzeug multipliziert wird.

Beachten Sie dabei die Bemerkungen, welche bei ② erwähnt wurden. Für die Aufteilung nach Strassentyp und Bebauung sollten nicht die oben unter ② angegebenen Durchschnittswerte verwendet werden, da diese der spezifischen Situation kaum gerecht werden (z.B. wenn keine Autobahn von den Umwegfahrten betroffen ist). Die Verteilung kann auf sehr groben Schätzungen der Anteile beruhen, da die Umwegfahrten für das Gesamtergebnis kaum eine wichtige Rolle spielen.

Zudem ist auch die Veränderung der Fahrzeiten einzugeben.²⁹ Nicht nur die Fzkm, sondern auch die Fzh können mit dem Verkehrsmodell ermittelt (dürfte meist zu aufwendig sein) oder grob abgeschätzt werden, indem die Verkehrsmenge pro Jahr mit der Zeitverzögerung der Strecke pro Fahrzeug multipliziert wird.

- ⑤ An verschiedenen Stellen in NISTRA wird der Anteil der Elektro-, Diesel- und Benzinfahrzeuge benötigt, weil die Emissionsfaktoren bzw. der Treibstoffverbrauch je nach Fahrzeugtyp unterschiedlich sind. Aus dem Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA)³⁰ werden Anteile von Elektro- und Dieselfahrzeugen herausgelesen, die nach Autobahn, ausserorts und innerorts differenziert sind, wobei Elektrofahrzeuge vor allem für kürzere Strecken innerorts eingesetzt werden. Diese umfassenden Tabellen zu den Anteilen der Elektro- und Dieselfahrzeuge werden unten auf dem Blatt «Inputdaten» dargestellt (grosse grüne Tabellen, differenziert nach den Jahren 2015 – 2060, nach den Fahrzeugtypen und den Strassentypen – aufgrund der Grösse der Tabellen werden sie hier im Handbuch nicht abgebildet). Der Benzinanteil ergibt sich jeweils als Differenz der Anteile der Elektro- und Dieselfahrzeuge zu 100%.

²⁸ Bei etappierten Projekten zwischen Baubeginn und Eröffnung der letzten Etappe.

²⁹ Diese Eingabe wird nur bei VQ3 benötigt, wird aber auch hier eingegeben, weil die Grundlagedaten für die Bewertung der Bauphase dann an einem Ort eingegeben werden können (die Reisezeitverluste in der Bauphase in Mio. CHF sind zudem – in anderer Form – bei VQ1 einzugeben).

³⁰ Infras (2022), Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs HBEFA. Version 4.2.2.

Inputdaten

Problemstellung: Würden die Anteile der Antriebsarten nach Strassentypen aus HBEFA direkt mit den oben unter ❷ bzw. ❹ eingegebenen Fzkm multipliziert, so würde z.B. für ein Projekt, das zu einer Verschiebung auf Autobahnen führt, automatisch eine Abnahme des Anteils der Elektrofahrzeuge berechnet. Tatsächlich fahren aber immer noch die gleichen Fahrzeuge, benutzen neu aber die ausgebaute Autobahn, d.h. durch das Projekt verändert sich der Anteil der Elektrofahrzeuge nicht (bzw. die Veränderung ist so klein, dass sie vernachlässigt werden kann).

Lösung: In eNISTRA wird eine gleichbleibende Verteilung der Fzkm auf die Strassentypen hinterlegt, die danach in den Berechnungen immer verwendet wird.

Umsetzung in eNISTRA:

- In eNISTRA wird automatisch eine Gewichtung der Anteile von Elektrofahrzeugen und Dieselfahrzeugen auf Autobahn, ausserorts und innerorts (grüne Tabellen unten im Blatt «Inputdaten») bestimmt und als «Vorgabewerte» dargestellt (die Gewichte werden in der folgenden Abbildung dargestellt). Die Berechnung dieser Vorgabewerte erfolgt unter Verwendung der oben unter ❷ eingegebenen Fzkm.³¹ Diese Vorgabewerte werden in den gelben «Eingabewerten» ❺ übernommen, können bei Bedarf aber überschrieben werden. Im Regelfall sollten aber die Vorgabewerte verwendet werden.³²

	Anteil der Fzkm								
	Personenverkehr				Güterverkehr				Ø PV und GV
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV	
Vorgabewerte									
Autobahn	66.7%	35.8%	20.0%	20.0%	35.8%	20.0%	20.0%	35.8%	35.8%
ausserorts	16.7%	33.4%	40.0%	40.0%	33.4%	40.0%	40.0%	33.4%	33.4%
innerorts	16.7%	30.8%	40.0%	40.0%	30.8%	40.0%	40.0%	30.8%	30.8%
Total	100.0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Eingabewerte									
Autobahn	66.7%	35.8%	20.0%	20.0%	35.8%	20.0%	20.0%	35.8%	35.8%
ausserorts	16.7%	33.4%	40.0%	40.0%	33.4%	40.0%	40.0%	33.4%	33.4%
innerorts	16.7%	30.8%	40.0%	40.0%	30.8%	40.0%	40.0%	30.8%	30.8%
Total	100.0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Verwendete Werte									
Autobahn	66.7%	35.8%	20.0%	20.0%	35.8%	20.0%	20.0%	35.8%	35.8%
ausserorts	16.7%	33.4%	40.0%	40.0%	33.4%	40.0%	40.0%	33.4%	33.4%
innerorts	16.7%	30.8%	40.0%	40.0%	30.8%	40.0%	40.0%	30.8%	30.8%
Total	100.0%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

5

³¹ Es wird der Anteil auf Autobahnen, ausserorts und innerorts berechnet, basierend auf den absoluten Werten der Eingaben (d.h. negative Werte werden als positive angesehen). Die Berechnung erfolgt zudem differenziert nach Fahrzeugkategorien. Falls für eine Fahrzeugkategorie keine Eingabe getätigt wurde, so wird der Schweizer Durchschnitt verwendet (Autobahn 35.8%, ausserorts 33.4%, innerorts 30.8% (vgl. bfu (2021) Status 2021: Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit, S. 30, Tabelle USV.T.07.)). Dieser Durchschnitt ist in der praktischen Anwendung aber nicht von Bedeutung, da keine Eingaben für diese Fahrzeugkategorien vorliegen.

³² In den meisten Fällen dürfte sich das Ergebnis nur marginal verändern. Dies zeigt auch das Beispiel in eNISTRA (zwischen den beiden Extremwerten 100% Autobahn bzw. 100% innerorts verändern sich die Gesamtnutzen des Projektes um nur 0.12%). In einem praktischen Beispiel führte die Anpassung jedoch zu einem Vorzeichenwechsel beim Indikator UW4n «Klimabelastung», wenn auch auf sehr tiefem absolutem Niveau. Die Auswirkungen können im Zweifelsfalle im Rahmen einer Sensitivität überprüft werden, wobei die Resultate nur bei grossen Unterschieden auszuweisen sind.

Inputdaten

- Aus den in ➊ getätigten Eingaben (bzw. den übernommenen Vorgabewerten zu den Gewichten) werden weiter unten auf dem Tabellenblatt «Inputdaten» die Anteile der Diesel- und Elektrofahrzeuge an den gesamthaft geleisteten Fzkm berechnet und zur Information dargestellt. Die grün hinterlegten Werte werden aus NISTRABASIC bzw. aus dem HBEFA übernommen und können überschrieben werden. Dies sollte aber nur in Ausnahmefällen geschehen und ist dann im Kommentarfeld zu erläutern (Begründung und Ausmass der Veränderung).
- Hinweis: Die getätigten Veränderungen der Diesel- und Elektroanteile werden bei der Berechnung der Indikatoren VQ3n, VQ7.2, VQ7.3, VQ8 und UW6 verwendet (der Elektroanteil auch bei UW1n_Luft und UW4n), dort aber in eNISTRA nicht mehr gezeigt.

Bemerkung Einige Bemerkungen zum HBEFA:

- Das HBEFA enthält Daten für die Jahre 2015 bis 2060 (und früherer Jahre). Damit werden die erwarteten Abnahmen bis 2060 berücksichtigt. Für die Fortschreibung nach 2060 wird die VSS 41 828 verwendet, die Konstanz vorsieht.
- Das HBEFA enthält Daten für Personenwagen, öffentlichen Busse, private Cars, motorisierte Zweiräder, Lieferwagen und schwere Nutzfahrzeuge. Die Durchschnittswerte für Personen-, Güter- und Gesamtverkehr werden mit den Anteilen an der Gesamtfahrleistung im Jahr 2019 berechnet (letztes Jahr vor Corona).
- Zu den Elektrofahrzeugen werden auch die Brennstoffzellen-Fahrzeuge gezählt. Bei den Benzin- und Dieselfahrzeugen werden auch Gas- und Hybrid-Fahrzeuge³³ mitberücksichtigt.

eNISTRA 2022

³³ Hybridfahrzeuge sind bezüglich ihrer Emissionen den normalen Benzinfahrzeugen ähnlicher als Elektrofahrzeugen (vor allem langfristig), auch wenn die Emissionen der Hybridfahrzeuge tiefer sind als die der Benzinfahrzeuge.

Belastung des Infrastrukturbudgets

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Die Belastung des Infrastrukturbudgets wird für die Berechnung des Entscheidungskriteriums Infrastrukturbudgeteffizienz benötigt. Die Infrastrukturbudgeteffizienz drückt aus, wie stark das vorliegende Projekt das knappe bzw. beschränkte Infrastrukturbudget belastet und verfolgt das Ziel, den Nettobarwert mit dem beschränkten Budget zu maximieren (weitere Erläuterungen vgl. Kapitel 8.2).

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

Hinweis: Dieses Blatt wird automatisch berechnet, Sie können aber eine manuelle Eingabe machen.

- ❶ Das Infrastrukturbudget wird in der Regel mit den Baukosten (Indikator DK1) und den Landkosten (Indikator DK3) belastet, wobei Reserve, Restwerte und MWST (von 7.7%) miteinbezogen werden. Die Belastung des Infrastrukturbudgets wird somit aus den Eingaben auf den beiden erwähnten Indikatorblättern automatisch errechnet. Sofern Sie aber eine manuelle Eingabe der effektiven Belastung des Infrastrukturbudgets machen wollen (z.B. weil das Land bereits dem Staat gehört und nicht gekauft werden muss), wählen Sie die Option «Manuelle Eingabe»...
- ❷ ... und geben dann den gewünschten Betrag ein. Erläuterungen dazu finden Sie im Kommentar zur KNA-Norm (2005, Ziffer 63).

Vorgabe

Belastung des Infrastrukturbudgets = Baukosten (DK1) + Landkosten (DK3) in Mio. CHF
(Nettobarwert 2020, inklusive Reserve, Restwerte und MWST)

❶

Festlegung Infrastrukturbudget

Vorgabe übernehmen

Manuelle Eingabe

Eingabe

Manuelle Eingabe der Belastung des Infrastrukturbudgets in Mio. CHF
(Nettobarwert 2020, inklusive Reserve, Restwerte und MWST)

4 Erläuterungen zu den einzelnen Indikatoren

An dieser Stelle ist nochmals zu betonen, **dass alle Daten für die KWA-Indikatoren für das Jahr der Inbetriebnahme eingegeben werden müssen** (vgl. Kapitel 2.6.2). Bei einem Vergleich von Varianten mit unterschiedlichem Eröffnungszeitpunkt ist in allen Varianten das gleiche Jahr zu verwenden und es ist das Jahr der Inbetriebnahme der zuletzt eröffneten Variante zu empfehlen.

Hinweis: Die Vorgabewerte der KWA orientieren sich generell am Jahr 2040, da die Datengrundlagen (verfügbare Projektbewertungen) für das Jahr 2040 vorliegen.³⁴

Wie in Kapitel 1.5.4 erläutert wurden die Skalierungen der Bewertungsfunktionen der KWA aus EBeN³⁵ übernommen. Sie beruhen auf mehr als 50 Projekten, für die im Rahmen von STEP-NS (Strategische Entwicklungsprogramm Nationalstrassen) eine KWA durchgeführt wurde. Darunter enthalten sind die grössten Strassenprojekte, die momentan in der Schweiz diskutiert werden. Die Skalierungen wurden so gewählt, dass pro Indikator nur 2 bis 6 der 56 betrachteten Projekte mehr als 15 Punkte erreichen und runde Zahlen für die Skalierung verwendet werden können.³⁶

Eingangs ist nochmals zu erwähnen, dass unten im Blatt «Gewichtungen und Annahmen KWA» (vgl. Kapitel 1.5.4) gewählt werden kann, ob die KWA-Bewertungsfunktionen das Maximum von 15 Wirksamkeitspunkten überschreiten dürfen oder nicht.

³⁴ Unabhängig vom Eröffnungszeitpunkt (z.B. 2025 oder 2040) gelten für die KWA-Indikatoren immer dieselben Skalen für die Berechnung der Wirksamkeitspunkte (z.B. 4'500 Personenstunden, 1'000'000 Fzkm im DTV), obwohl diese 2040 wegen des erwarteten Verkehrswachstums einfacher zu erreichen sind als 2025. Damit die Bewertungsergebnisse vergleichbar sind, sollen deshalb bei einer KWA die Wirkungen von Projekten mit unterschiedlichem Eröffnungszeitpunkt immer für das gleiche Jahr bewertet werden.

³⁵ Ecoplan et al. (2021), EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen.

³⁶ Dabei wurde mit maximal 15 Punkten gearbeitet – vgl. Kapitel 1.5.4. Mehr als 15 Punkte wurden bei wenigen Projekten zugelassen, damit nicht eines oder wenige «Extremprojekte» die Skalierung bestimmen und die Indikatoren bei «normalen» Projekten kaum mehr zeichnen.

4.1 Indikatoren im Bereich direkte Kosten

DK1	Baukosten	KNA
Ziel	Gemäss Zielsystem wird angestrebt, die direkten Kosten für die Strassenverkehrsinfrastruktur möglichst gering zu halten.	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	Kein Monetarisierungssatz notwendig	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- 1** Zu Beginn werden Sie aufgefordert, das **Preisbasisjahr** Ihrer **Kostenangaben** einzugeben. Damit die Baukosten auf das Preisbasisjahr von eNISTRA (Jahr 2019) umgerechnet werden können, müssen Sie zudem die **durchschnittliche jährliche nominale Bauteuerung** eingeben, welche im Zeitraum zwischen dem Preisbasisjahr Ihrer Baukostenangaben und dem Jahr 2019 stattgefunden hat. Sie finden den Baupreisindex des BFS für den Tiefbau jeweils auf der BFS-Homepage.

Vorsicht Arbeiten Sie mit einem eNISTRA-File, das als Kopie eines anderen Projektes erstellt wurde, so kann es passieren, dass Eingaben in nicht sichtbaren Zeilen vorhanden sind, die zu Fehlern führen. In diesem Fall erscheint oberhalb und unterhalb der grossen Eingabetabelle eine Warnung «VORSICHT: Es gibt Eingaben in den ausgeblendeten Zeilen.» und die Ergebnisse werden nicht mehr berechnet.

Um diesen Fehler zu beheben gehen Sie wie folgt vor: Klicken Sie im Blatt «Grunddaten» das Kästchen «Erfolgt eine Teileröffnung vor Inbetriebnahme des Gesamtprojektes (etappiertes Projekt)?» an. Setzen Sie dann den Beginn der Bauphase mit dem Beginn der Planungsphase gleich. Anschliessend geben Sie als Jahr der Inbetriebnahme der ersten Etappe 25 Jahre nach Beginn der Planungsphase ein und als Jahr der Inbetriebnahme der letzten Etappe 55 Jahre nach Beginn der Planungsphase ein. Drücken Sie dann auf den Knopf «Werte übernehmen» unten im Blatt «Grunddaten» und entfernen Sie dann alle Eingaben beim Indikator DK1 (und DK3 – falls es dort auch Eingaben hat). Danach können Sie wieder den tatsächlichen Zeitrahmen Ihres Projektes im Blatt «Grunddaten» eingeben und nochmals auf «Werte übernehmen drücken».
- 2** Teilen Sie anschliessend die **Baukosten** auf die einzelnen Baubestandteile (die Landkosten werden im Indikator DK3 behandelt und sind also hier nicht einzugeben) und die einzelnen Jahre der Planungs- und Bauphase auf (bei etappierten Projekten erscheinen hier zusätzliche Zeilen um die Baukosten der späteren Etappen eingeben zu können). Sie können maximal 18 verschiedene Baubestandteilkategorien unterscheiden. Das sind Gruppen von Baubestandteilen mit derselben Lebensdauer (massgebend für die Unterscheidung ist die Lebensdauer, vgl. dazu die später aufgeführte Tabelle). Beinhaltet das Strassenbauprojekt ein Bauprovisorium, z.B. eine auf die Bauzeit beschränkte Umleitungsstrasse, welche nach dem Bau wieder rückgebaut wird, so geben Sie diese Kosten (inkl. Rückbaukosten³⁷) in der fix vorgegebenen Spalte «Planung und Bauleitung» ein. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil Bauprovisorien nicht ersatzinvestiert werden und keine Restwerte haben (genau wie die Planung und Bauleitung).

Die **Baukosten** sind **ohne indirekte Steuern (MWST, Zollzuschläge etc.)** einzugeben, da diese keine volkswirtschaftlichen Kosten im Sinne eines Ressourcenverbrauchs darstellen. Für die Bestimmung der Baukosten ist zudem die KNA-Grundnorm (Ziffer 28) zu beachten. Dort wird Folgendes festgehalten: Zu den Baukosten gehören neben den eigentlichen Baukosten auch die Kosten für

³⁷ Fallen die Rückbaukosten erst nach dem Jahr der Inbetriebnahme an, so geben Sie diesen Teil der Kosten unter **3** ein.

DK1 Baukosten **KNA**

- Planung und Projektierung
- Abbruch- und Anpassungsarbeiten
- Leitungsverlegungen
- Lärmschutz
- Bepflanzungen
- Schutz-, Wiederherstellungs-, Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen
- Massnahmen, die Umweltbeeinträchtigungen vermindern
- flankierenden Massnahmen, ohne die das Projekt nicht durchführbar ist, ohne die der Nutzen des Projekts massiv beeinträchtigt wird oder mit denen der Nutzen des Projektes deutlich erhöht wird
- Reserven
- Zuschlag für Bauten unter Betrieb (z.B. 30% der betroffenen Baukosten³⁸)

Preisbasis Eingabe **1**
 nominale Bauteuerung (% / Jahr)

Rückbaukosten in Mio. CHF **5**
 Bauzeit für den Rückbau in Jahren

		Baukosten für verschiedene Baubestandteile in Mio. CHF bei Preisbasis 2019														
Phase	Jahr	Planung und Bauleitung	Fahrbahndecke	Brücke	Entwässerung	Tunnelbauwerk	Tunnelerüstung								Rückbaukosten	Total
Planungsphase	2015	1.00														1.00
Planungsphase	2016	1.00														1.00
Planungsphase	2017	1.00														1.00
Planungsphase	2018	1.00														1.00
Planungsphase	2019	1.00														1.00
Planungsphase	2020	1.00														1.00
Bauphase	2021	2.00	12.00	10.00	4.20	50.00	8.00									86.20
Bauphase	2022	2.00	12.00	10.00	4.20	50.00	8.00									86.20
Bauphase	2023	2.00	12.00	10.00	4.20	50.00	8.00									86.20
Bauphase	2024	2.00	12.00	10.00	4.00	50.00	8.00									86.00
1. Betriebsjahr	2025	1.00	1.00	2.00	2.00	4.00	1.00									16.00
Baukosten Total		15.00	49.00	42.00	18.60	204.00	33.00	-	-	-	-	-	-	-	10.00	376.60
Reserve (%)		20%	20%	30%	20%	30%	30%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Genauigkeit Kosten ±		10%	10%	20%	10%	25%	5%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Lebensdauer		----	25	50	75	100	20									
Wenn die Lebensdauer eines Bauteils kleiner ist als die gesamte Bauzeit (Baubeginn bis und mit 1. Betriebsjahr), dann verteilen Sie bitte die Investitionskosten so auf die einzelnen Baujahre, dass die erste Ersatzinvestition nicht vor dem 2. Betriebsjahr zu liegen kommt.																

Es werden nur Kosten berücksichtigt, die entstehen, wenn das Projekt weiterverfolgt wird. Kosten, die vor dem Entscheidungszeitpunkt angefallen sind (z.B. Planungskosten), dürfen nicht mehr berücksichtigt werden. (Eine Ausnahme bilden die Landkosten (vgl. DK3), da das Land wieder verkauft werden könnte.)

Es ist eine Differenzbetrachtung durchzuführen, d.h. dass Kosten, die im Referenzfall anfallen würden, im Projektfall aber nicht, abgezogen werden müssen.

Sofern Ihnen die Baukosten nur im Total vorliegen, können Sie folgende Aufteilung der Baukosten verwenden, die über folgende Lebensdauern verfügen (dieses Vorgehen ist sehr ungenau und nur bei einer Grobbeurteilung zulässig; vor dem Bauentscheid sind genauere Daten zu ermitteln):

³⁸ Persönliche Kommunikation von EBP.

DK1 Baukosten**KNA**

	Anteil an Gesamtkosten	Lebensdauer
Landkosten	10%	unendlich
Kunstbauten	30%	50
Erdbau	30%	100
Fahrbahndecke	30%	25

Liegen keine genaueren Schätzungen vor, so können für Planung und Projektierung 20% der übrigen Baukosten veranschlagt werden (vgl. Ecoplan, Metron 2005, S. 93).

Bauzeit: Die nach herkömmlichen Methoden geschätzte «normale» Bauzeit, die keine besonderen Probleme während dem Bau berücksichtigt, ist vor der Eingabe um eine Reserve von 20% (Strasse) bzw. 25% (Tunnel, Brücke) zu erhöhen, da erfahrungsgemäss der Bau etwas länger dauert.³⁹ Im Normalfall ist für alle Baubestandteile die gleiche Bauzeit einzugeben. Es besteht jedoch die Möglichkeit, je nach Bauteil unterschiedliche Bauzeiten zu verwenden, z.B. weil die Tunnelausrüstung erst nach dem eigentlichen Bohren des Tunnels beginnt oder weil die Planung bereits vor dem Bau beginnt.

Sofern Sie zwar über eine Aufteilung der Baukosten auf die verschiedenen Bauteile verfügen, nicht aber über deren zeitlichen Anfall, so können Sie die Tabelle auf der nächsten Seite verwenden.

- ③ Die unter ② eingegebenen Baukosten haben den tatsächlich zu erwartenden Kosten zu entsprechen. Da Bauvorhaben mit Risiken verbunden sind, geben Sie bitte anschliessend pro Baubestandteil eine **Reserve** ein (in % der tatsächlichen Kosten dieses Baubestandteils). Sofern Sie keine projektspezifischen Angaben haben, können Sie folgende Tabelle beziehen (für Erläuterungen siehe Ecoplan, TransOptima 2018⁴⁰). Bei Grossprojekten ist eine Risikoanalyse und damit eine genauere Bestimmung der Reserve zu empfehlen. Diese mittels Risikoanalyse bestimmte Reserve muss um 3% (Strasse) bzw. 6% (Tunnel, Brücke) erhöht werden.

	Investitionskosten	
	mit Risikoanalyse	ohne Risikoanalyse
Strasse	≥ 3%	20%
Tunnel, Brücke	≥ 6%	30%

Anmerkung: Da mit einer Risikoanalyse die Genauigkeit der Baukostenschätzung untersucht wird, kann für diesen Fall die Reserve tiefer ausfallen als ohne Risikoanalyse.

Neben der Reserve ist zudem die **Genauigkeit der Kostenschätzung** anzugeben (in % der tatsächlichen Kosten). Diese Angabe fliesst in die Sensitivitätsanalyse ein (vgl. Blatt Sensitivitätsanalyse).

Fehlt die Eingabe von Reserve und / oder Genauigkeit bei einer Kosteneingabe, so berechnet NISTRA das Endergebnis nicht, sondern gibt «Fehler» aus (im Total beim Überblick der Ergebnisse).

- ④ Schliesslich ist die **Lebensdauer** der einzelnen Baubestandteile einzugeben (die Lebensdauer muss natürlich positiv sein – bei der Eingabe von «0» erscheint eine Fehlermeldung). Wie auf dem Indikatorblatt vermerkt ist, muss bei Grossprojekten Folgendes berücksichtigt werden: Gibt es Bauteile mit einer geringeren Lebensdauer als der gesamten Bauzeit, so sind die Kosten dieser Bauteile so auf die einzelnen Baujahre zu verteilen, dass die erste Ersatzinvestition nicht vor dem zweiten Betriebsjahr zu liegen kommt.

³⁹ SN 641 820 (2018), Ziffer 28.1.

⁴⁰ Ecoplan, TransOptima (2018), Neue Erkenntnisse zu Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Kapitel 6.1.

DK1 Baukosten

KNA

Bauzeit in Jahren	Anteil an den gesamten Baukosten (in %) im Jahr X vor Inbetriebnahme										1. Jahr nach Inbetrieb- nahme	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	1	2
1											97%	3%
1.5											29%	68%
2											47%	50%
2.5						16%					42%	39%
3						30%					34%	33%
3.5					11%	29%					30%	27%
4					22%	25%					25%	25%
5					13%	20%	23%				23%	18%
6					6.5%	17%	19%	21%			21%	13%
7					5.5%	14%	16%	17%	17%		17%	11%
8					5%	8%	14%	15%	16%	15%	15%	10%
9					5%	7%	8%	13%	14%	14%	14%	9%
10					4.5%	5%	7%	9%	12%	13%	13%	9%
11					4%	5%	6%	7.5%	9%	11%	12%	8%
12					3.5%	5%	7%	8%	9%	10%	11%	7%
13					3.5%	4%	5%	6%	7%	8%	10%	7%
14					3%	4%	5%	6%	7%	8%	9%	6%
15					3%	4%	4%	5%	6%	7%	8%	6%
16					3%	4%	4%	5%	6%	7%	7.5%	5%
17					3%	4%	4%	5%	6%	7%	7%	5%

Quelle: Basierend auf Vorgaben von England für Bauzeiten von 1.5 bis 4 Jahren (Department for Transport 2006, The Valuation of Costs and Benefits, S. 7/4 bzw. Ecoplan, Metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zur SN 641 820, S. 99) und auf Vorgaben von Deutschland für den öffentlichen Nahverkehr für Bauzeiten von 1-10 Jahren (Intraplan 2000, Standardisierte Bewertung von Verkehrsweeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs, Anhang 1, S. 21). Für Bauzeiten von mehr als 10 Jahren wurden basierend auf diesen Grundlagen plausible Annahmen getroffen.

DK1 Baukosten**KNA**

Sind keine genaueren Daten verfügbar, können für die verschiedenen Baubestandteile die folgenden Lebensdauern aus der SN 641 820 verwendet werden:

Lebensdauern für verschiedene Baubestandteile	Lebensdauer in Jahren
Planung und Bauleitung	¹⁾
Landkosten	Unendlich
Untergrund, Unterbau, Wälle, Frostschuttschichten, Ausgleichsmassnahmen	90
Entwässerung	75
Hangsicherung	65
Tragschichten	50
Fahrbahndecken	25 ²⁾
Asphalte (Deck-, Binder-, Tragschichten)	20
Beton	25
Pflastersteine	50
Brücken, Galerien und Tunnel in offener Bauweise	50 ²⁾
Tragwerk und Unterbau	75
Brückenausrüstung	20
Stützwände	60
Tunnel in bergmännischer Bauweise	50 ²⁾
Tunnelbauwerk	100
Tunnelausrüstung	20
Ausstattung	15
Lärmschutzwände	40
Leitschranken, Zäune, Abschlüsse	50
Lichtsignale	20
Verkehrsschilder	12

¹⁾ Die Kosten für Planung und Bauleitung sind bei ihrem Anfallen zu berücksichtigen. Es sind keine Ersatzinvestitionen und keine Restwerte für diese Kosten miteinzubeziehen.

²⁾ Dieser Wert ist nur zu benutzen, wenn keine genaueren Angaben über die Aufteilung der Kosten vorliegen.

Die Restwerte werden in eNISTRA automatisch berechnet (mittels linearer Abschreibung).

- 5 Wird ein Projekt untersucht, in dem auch ein Strassenabschnitt aufgehoben bzw. rückgebaut wird, oder wird ein Provisorium bewertet (vgl. Blatt Grunddaten), das nach seiner Lebensdauer (teilweise) rückgebaut werden muss, so geben Sie die entsprechenden Rückbaukosten (inkl. Planungs- und Bauleitungskosten) und die Bauzeit für den Rückbau hier ein. Dies ist deshalb von Bedeutung, weil für Rückbauten keine Ersatzinvestitionen und keine Restwerte zu berücksichtigen sind (genau wie die Planung und Bauleitung). Zudem fallen die Rückbaukosten der alten Strasse erst nach der Eröffnung der neuen Strasse an (bzw. im Fall eines Provisoriums nach Ende des Provisoriums). Die gesamten Kosten werden von eNISTRA automatisch auf die Bauzeit des Rückbaus verteilt (vgl. Kapitel 8.7. Die detaillierten Ergebnisse für den Rückbau können im Blatt «Detailergebnisse KNA» betrachtet werden. Im Fall eines etappierten Projektes erscheint bei der Eingabe der Rückbaukosten ein zusätzliches Feld, in dem einzugeben ist, ab welchem Jahr die Rückbaukosten anfallen (da nicht klar ist, nach welcher Etappe die Rückbaukosten anfallen).⁴¹

Bau Die Bauphase ist integraler Bestandteil dieses Indikators.

eNISTRA 2022

⁴¹ Falls mehrere zeitliche verteilte Rückbauten zu berücksichtigen sind, ist hier derjenige Rückbau einzugeben, der nach der Eröffnung der letzten Etappe noch zu Kosten führt. Die anderen Rückbauten müssen in diesem Fall in der Spalte «Planung und Bauleitung» eingegeben werden.

DK2	Ersatzinvestitionen	KNA
------------	----------------------------	------------

Ziel Die direkten Kosten eines Strasseninfrastrukturprojekts sollen möglichst klein sein. Dazu gehören auch die Ersatzinvestitionen, welche nach Ablauf der Lebensdauer eines Bauteils anfallen.

Einheit CHF / Jahr

Bewertung Kein Monetarisierungssatz notwendig

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Sie können hier für jedes Bauteil die jährliche reale Kostenveränderung eingeben. Als Hilfeleistung wird die eingegebene jährliche Kostenveränderung auf die Lebensdauer umgerechnet, so dass Sie sofort die Kostensteigerung zwischen zwei Investitionszyklen sehen, die bei der getroffenen Annahme resultiert.⁴² Ist eine Abschätzung der realen Kostenveränderung nicht möglich, so können die Felder leer gelassen werden (man kann auch eine Null eingeben), womit unterstellt wird, dass die Kosten sich nicht verändern. Dies ist in der Praxis der Normalfall.

Die Ersatzinvestitionen werden danach in eNISTRA mit Hilfe der in DK1 eingegebenen Lebensdauern und Kostenangaben automatisch berechnet. Die Lebensdauer der einzelnen Baubestandteile beginnt ab dem Zeitpunkt ihrer Erstellung und nicht erst ab Inbetriebnahme des gesamten Strasseninfrastrukturprojekts zu sinken. Wenn z.B. eine Brücke mit einer Lebensdauer von 50 Jahren vier Jahre vor Einweihung des ganzen Autobahnstücks erstellt wurde, so hat sie zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme der Autobahn noch eine Lebensdauer von 46 Jahren.

reale Kostenveränderung ab 2019 in % pro Jahr							
Planung & Bauleitung	Fahrbahndecke	Brücke	Entwässerung	Tunnelbauwerk	Tunnelausrüstung	...	Rückbaukosten
----	1.0%	-0.5%					----

Lebensdauer (LD)	----	25	50	75	100	20	0	----
-------------------------	------	----	----	----	-----	----	---	------

Δ über LD	----	28%	-22%	0%	0%	0%	0%	----
------------------	------	-----	------	----	----	----	----	------

Bau Während der Bauphase sind keine Ersatzinvestitionen nötig.

eNISTRA 2022

⁴² Es wird unterstellt, dass die reale Kostenveränderung erst mit dem Baustart beginnt, d.h. es wird nicht angenommen, dass die hier eingegebene Kostenveränderung auch die bei DK1 eingegebenen Kosten erhöht, wenn der Baustart erst in einigen Jahren erfolgt. Sollten Sie dies trotzdem annehmen wollen, so müssen Sie bei DK1 Ihre Eingaben um die reale Kostenveränderung anpassen.

DK3	Landkosten	KNA
Ziel	Die direkten Kosten eines Strasseninfrastrukturprojekts sollen möglichst klein sein. Dazu gehören auch die Landkosten.	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	Kein Monetarisierungssatz notwendig	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

➊ Analog zu den Baukosten (DK1) werden Sie zu Beginn gebeten, die Preisbasis der Eingabe und die jährliche nominale Teuerung zwischen dem Eingabebjahr und dem Preisbasisjahr von eNISTRA (Jahr 2019) anzugeben.

Vorsicht Arbeiten Sie mit einem eNISTRA-File, das als Kopie eines anderen Projektes erstellt wurde, so kann es passieren, dass Eingaben in nicht sichtbaren Zeilen vorhanden sind, die zu Fehlern führen. In diesem Fall erscheint oberhalb und unterhalb der Eingabetabelle eine Warnung «VORSICHT: Es gibt Eingaben in den ausgeblendeten Zeilen.» und die Ergebnisse werden nicht mehr berechnet. Die Anleitung, wie dieser Fehler behoben werden kann, befindet sich beim Indikator DK1.

- ➋ Für die Eingabe der Landkosten wird von eNISTRA folgende Struktur vorgegeben:
- **Landwert:** Hier ist nicht der Kaufpreis, sondern es sind die Opportunitätskosten des Landes einzugeben (vgl. dazu Ecoplan, Metron 2005, Kapitel 32). Die Landkosten sind auch dann zu berücksichtigen, wenn das Land bereits dem Bauherrn gehört (Opportunitätskosten).
 - **Wertminderung angrenzender Parzellen:** Ein Strasseninfrastrukturprojekt kann den Wert angrenzender Parzellen vermindern und Kompensationszahlungen auslösen. Diese Wertminderungen sind auch dann einzugeben, wenn die angrenzende Parzelle dem Bauherrn des Strasseninfrastrukturprojekts gehört. Geben Sie hier die gesamten Wertminderungen ein, die durch das Strasseninfrastrukturprojekt ausgelöst werden.
 - **Transaktionskosten:** Dies sind z.B. die Kosten für den Grundstücksmakler, die Notariatskosten oder die Kosten eines allfälligen Enteignungsverfahrens.

Die Landkosten (ausser die Transaktionskosten) sind in dem Jahr zu berücksichtigen, in dem das Land einer anderweitigen Nutzung entzogen wird. Dies dürfte meist das erste Baujahr der neuen Strasse sein.

Preisbasis Eingabe **1**
 nominale Teuerung (% / Jahr)

Phase	Jahr	Landkosten in Mio. CHF bei Preisbasis 2010				Total
		Landwert (Opportunitätskosten)	Wertminderung angrenzender Parzellen	Transaktionskosten	Rückbau	
Bauphase	2021	1.50		0.20	----	1.70
Bauphase	2022	2.00	➋ 0.20	0.30	----	2.50
Bauphase	2023	0.50		0.10	----	0.60
Bauphase	2024				----	-
1. Betriebsjahr	2025				----	-
Landgewinn verfügbar ab Jahr	2026	-1.20	-0.10	----	➋ -0.50	-1.80
	2026		2026		2028	
Landkosten Total		2.80	0.10	0.60	-0.50	3.00
Reserve (%)		20%	➋ 20%	20%	20%	
Genauigkeit Kosten ±		10%	➋ 10%	10%	10%	

DK3	Landkosten	KNA
<p>③</p>	<p>Wird eine bestehende Strasse rückgebaut, so wird das entsprechende Land wieder für anderweitige Nutzungen verfügbar. In diesem Fall können in der Spalte Rückbau der Landwert (und die Wertsteigerung angrenzender Parzellen) eingegeben werden (als negative Zahl). Zudem ist anzugeben, in welchem Jahr das Land der neuen Nutzung zugeführt werden kann bzw. in welchem der Rückbau abgeschlossen ist.</p> <p>Wird durch eine Überdeckung Land gewonnen, so kann dies ebenfalls in der Spalte «Rückbau» eingegeben werden.</p> <p>Wird während dem Bau eine grössere Fläche als Installationsplatz verwendet, die aber nach dem Bau nicht mehr benötigt wird, ist wie folgt vorzugehen: Das dafür benötigte Land (zusammen mit dem langfristig benötigten Land) kann oben bei ② zuerst in der Spalte Landwert (und falls nötig in der Spalte Wertminderung) eingegeben werden. Das Land muss dann aber mit negativem Vorzeichen in der gleichen Spalte in der Zeile Landgewinn wieder abgezogen werden. Zudem muss eingegeben werden, ab welchem Jahr das Land wieder anderen Nutzungen zur Verfügung steht. Damit wird berücksichtigt, dass das Land während der Bauphase nicht anders verwendet werden kann.</p>	
<p>④</p>	<p>Wie schon bei den Baukosten (DK1) ist auch bei den Landkosten eine Angabe zur Reserve und zur Kostengenauigkeit zu machen. Letztgenannte wird für die Sensitivitätsanalyse gebraucht (vgl. Blatt Sensitivitätsanalyse). Wenn Sie bzgl. Reserven und Kostengenauigkeit über keine Grundlagen verfügen, so probieren Sie eine möglichst plausible Schätzung vorzunehmen. Erläutern Sie Ihre Schätzung im Kommentarfeld. Bei der Reserve kann standardmässig von 20% ausgegangen werden.</p>	
<p>Bau</p>	<p>Die Bauphase ist integraler Bestandteil dieses Indikators.</p>	
<p>eNISTRA 2022</p>		

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse**KNA**

Ziel Die Kosten des Betriebs und des Unterhalts der Strasse sind Bestandteil der direkten Kosten eines Strasseninfrastrukturprojekts und sollen möglichst klein sein. Unter den Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse werden die folgenden Kosten zusammengefasst (für detailliertere Definitionen siehe VSS 41 826, Ziffer 4):

- Betrieblicher Unterhalt
- Kleiner baulicher Unterhalt bzw. projektfreier baulicher Unterhalt
- Signalisation, soweit nicht bereits Teil des betrieblichen Unterhalts
- Verwaltung

Baukosten sowie Kosten der Erneuerung bzw. des baulichen Unterhalts gehören nicht zu den Betriebskosten, sondern werden in den Indikatoren DK1 (Baukosten) und DK2 (Ersatzinvestitionen) berücksichtigt.

Einheit CHF / Jahr

Bewertung Die Kosten des betrieblichen Unterhalts pro m Strassenlänge (Basiskosten und Korrekturfaktoren jeweils zu Preisen und Werten 2019, d.h. inkl. Zunahme Baupreisindex (Register Neubau Strasse) und inkl. reale Zunahme von 1% pro Jahr bis 2019) werden in der folgenden Tabelle angegeben (VSS 41 826):

CHF / m	Preise und Werte 2019			
	Autobahn / Autostrasse	Tunnel	Strassen ausserorts	Strassen innerorts
Basiskosten	132.97	285.92	21.55	36.91
Korrekturfaktoren Umgebung und Belastung				
Verkehrsmenge (DTV)	0.28 pro 1000 Fz/d über 40'000 Fz/d	2.33 pro 1000 Fz/d über 40'000 Fz/d	0.05 pro 1000 Fz/d über 1'500 Fz/d	0.10 pro 1000 Fz/d über 1'500 Fz/d
Schwerverkehrsanteil	0.30 pro Prozentpunkt über 6%	2.19 pro Prozentpunkt über 6%	4.11 falls >100 schwere Fz/d	6.16 falls >100 schwere Fz/d
Infrastrukturdichte	10.33 -7.33		24.32 -4.73	2.22 -23.18
Ausrüstungslevel Tunnel		42.91		
Tunnelröhren		67.38		
Tunnellänge		-29.28		
Korrekturfaktoren auf die Produkte				
Winterdienst	22.06 -10.04		3.82 -6.95	5.71 -1.18
Grünpflege	13.27 -9.12		0.85 -2.96	0.56 -2.32
Reinigung	29.92 -8.23	51.03 -22.19	1.01 -0.42	1.37 -0.85
Unterhaltstrategie	3.21 -2.18	10.54 -1.61	0.56 -2.02	0.32 -2.46
Energieverbrauch und BSA	95.91 -7.25	168.40 -111.68	1.31 -1.26	5.14 -2.08

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

Die zur Berechnung dieses Indikators erforderlichen Eingaben richten sich nach der Detailnorm VSS 41 826 „Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen“. Das Berechnungsmodell geht von einem Basiswertes (in CHF / m Strasse) für den entsprechenden Strassentyp aus, der dann mittels Addition oder Subtraktion der gewünschten Korrekturfaktoren für Umgebung und Belastung bzw. für die Produkte präzisiert werden kann.

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse**KNA**

- 1 Geben Sie zuerst ein, für wie viele Strassenabschnitte Sie über Daten verfügen und drücken Sie dann auf den Knopf «Eingabe bestätigen». Dann wird automatisch die benötigte Anzahl Zeilen zur Verfügung gestellt (bei einem Maximum von 100 Zeilen). Falls Sie zu Beginn noch nicht wissen, für wie viele Strassenabschnitte Sie Daten haben, können Sie auch erst ganz am Schluss den Knopf betätigen oder Sie können später Korrekturen vornehmen, falls Ihre anfängliche Eingabe zu hoch oder zu tief war.

Anzahl Strassenabschnitte (1 - 100)

4

Eingabe

1

Strassenabschnitt (in CHF / m zu Werten und Preisen 2019)	Strassentyp	Länge (in m)	Basiskosten		Korrekturfaktoren Umgebung		
			Basiskosten	Verkehrsmenge im DTV	Referenzfall	Projektfall	Verkehrsmenge im DTV
			CHF / m	CHF / m	CHF / m	CHF / m	CHF / m
Neubauabschnitt ab ...	Autobahn / -strasse	5'000	132.97	-	60'000	5.54	
Neubau Tunnel X	Tunnel	3'500	285.92	-	30'000	-23.30	
Rückbau Strasse innerorts	Strasse innerorts	2'000	36.91	15'000	1.39	-	
Strasse von W nach V	Strasse ausserorts	3'000	21.55	25'000	1.21	15'000	0.69

Spezialfall etappierte Projekte

Bei etappierten Projekten sind alle Eingaben im Bereich des betrieblichen Unterhalts für das Gesamtprojekt (nach Eröffnung der letzten Etappe) zu machen. Eine genaue Analyse aller Etappen wäre mit grossem Aufwand verbunden, was bei diesem Indikator, der meist für das Gesamtergebnis der Bewertung kaum eine Rolle spielt, nicht gerechtfertigt ist. Deshalb erscheint rechts vom Knopf «Eingabe bestätigen» ein zusätzliches Eingabefeld, in das eingegeben werden kann, ab welchem Jahr die Gesamteffekte zu berücksichtigen sind (hier nicht abgebildet). Bei der Eingabe dieses Jahres ist wie folgt vorzugehen:

- Besteht das Projekt aus zwei gleichgrossen Etappen, so kann der Gesamteffekt ab dem Jahr berücksichtigt werden, das in der Mitte der beiden Eröffnungsjahre der beiden Etappen liegt. Ist eine der beiden Etappen grösser, so ist das Jahr in Richtung dieser Variante zu verschieben.
- Bei mehreren Etappen kann der gewichtete Durchschnitt der Eröffnungsjahre der einzelnen Etappen eingegeben werden, wobei die Gewichte die Grösse der Etappen sind (und zwar bei den Auswirkungen beim vorliegenden Indikator). Dies muss nicht auf Basis einer grossen Berechnung erfolgen, sondern kann – insbesondere bei kleinen Effekten – auch grob erfolgen. Einzugeben ist ohnehin eine ganze Zahl, die zwischen der Inbetriebnahme der ersten und der letzten Etappe liegt.

- 2 Geben Sie hier den Namen des Strassenabschnitts ein. Listen Sie neben den Neubaustrecken auch alle bestehenden Strecken auf, bei denen sich das Verkehrsaufkommen (und / oder der Schwerverkehrsanteil) durch das betrachtete Strasseninfrastrukturprojekt spürbar ändert.
- 3 Wählen Sie anschliessend den Strassentyp aus. Dabei werden Strassen gemäss VSS 41 826 (Ziffer 7) nach offenen Strecken und Tunnel unterschieden, wobei die offenen Strecken nochmals in Autobahnen / Autostrassen, Strassen ausserorts und Strassen innerorts unterteilt sind. Kunstbauten wie z.B. Brücken, Unter- und Überführungen, kurze Galerien oder Wildtierüberführungen sind in den offenen Strecken enthalten. Längere Galerien (Länge > 80 m auf Autobahnen / Autostrassen und > 20 m auf Strassen inner- und ausserorts) gelten als Tunnel.
Je nach Eingabe des Strassentyps werden die übrigen Spalten weiter rechts hellgelb eingefärbt, wenn für den gewählten Strassentyp eine Eingabe erforderlich ist. Weisse Zellen sind also nicht auszufüllen.
- 4 Geben Sie bitte als nächstes die Länge des betrachteten Abschnitts in Metern ein.

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse

KNA

- 5 und 6 Als nächstes müssen Sie die Verkehrsmenge als Fahrten im DTV im Referenz- und Projektfall für das Jahr der Inbetriebnahme eingeben. Diese **Eingabe muss zwingend vorgenommen werden**, denn eNISTRA interpretiert hier eine Nichteingabe beim Referenzfall dahingehend, dass es sich um eine Neubaustrecke handelt und eine Nichteingabe beim Projektfall, dass es sich um eine rückgebaute Strecke handelt.⁴³

Korrekturfaktoren Umgebung und Belastung													
Schwerverkehrsanteil						Infrastruktur-dichte		Ausrüstungs-level		Tunnel-röhren		Tunnel-länge	
Anteil Ref.	Anzahl Ref.	CHF / m	Anteil Projekt	Anzahl Projekt	CHF / m	Einschätzung	CHF / m	Einschätzung	CHF / m	Anzahl	CHF / m	Länge in m	CHF / m
	7	-	7.0%	8	0.30	tief	-7.33						
		-	7.0%	8	2.19			hoch	42.91	2	67.38	≥ 600	
	> 100	6.16		> 100	6.16	hoch	2.22						
	> 100	4.11		≤ 100	-	hoch	24.32						

- 7 und 8 Als nächstes ist der Schwerverkehrsanteil für Referenz- und Projektfall einzugeben. Je nach Strassentyp erfolgt die Eingabe unterschiedlich:
- Autobahn, Autostrasse und Tunnel: Hier ist der Schwerverkehrsanteil in Prozent einzugeben.
 - Strassen ausser- und innerorts: Hier wird ein Zuschlag berücksichtigt, wenn mehr als 100 schwere Fahrzeuge (Lastwagen, Busse etc.) auf dem Strasse verkehren, so dass nur die Eingabe ob mehr oder weniger als 100 Fahrzeuge verkehren, relevant ist.

Bemerkung zu allen folgenden Korrekturfaktoren

Gemäss Ziffer 8.2, VSS 41 826 kann der Anwender sich auf diejenigen Einflussgrössen beschränken, welche im zu betrachtenden Abschnitt entscheidende Auswirkungen haben. Weicht ein Kriterium deutlich von einem Normabschnitt ab, so ist der Zu- oder Abschlag anzuwenden. **Im Zweifelsfall soll auf eine Korrektur des entsprechenden Kriteriums verzichtet werden.**

Die folgenden **Zu- und Abschläge** sollen **angewendet** werden, **wenn eines oder mehrere der folgenden Kriterien zutreffen** (aus VSS 41 826, Tabellen 3-5). Es sind also in den gelben Zellen nicht zwingend Eingaben erforderlich, diese können vielmehr oft entfallen.

Die Umsetzung in NISTRA geht davon aus, dass sich auf einer bestehenden Strasse nur die Verkehrsmenge und allenfalls der Schwerverkehrsanteil zwischen Referenz- und Projektfall ändert, die übrigen Korrekturfaktoren hingegen nicht. Sollte sich doch einmal einer der übrigen Korrekturfaktoren zwischen Projekt- und Referenzfall ändern, ist diese Strecke zweimal einzugeben, einmal als Rückbaustrecke (Verkehrsmenge Projektfall nicht eingegeben – vgl. Ausführungen zu 5 und 6) und einmal als Neubaustrecke (Verkehrsmenge Referenzfall nicht eingegeben). Das hat zur Folge, dass die als Neubaustrecke bezeichnete Strecke bei der Darstellung der Ergebnisse weiter unten im Tabellenblatt auch als Neubaustrecke ausgewiesen wird, auch wenn es sich nur um eine veränderte Strecke handelt. Das Gesamttotal stimmt jedoch, da dies bei den bestehenden Strecken ausgeglichen wird.

Die im Folgenden dargestellten Tabellen zu den Zu- und Abschlägen stammen alle aus der VSS 41 826.

⁴³ Sollten keine Angaben zum Verkehr vorliegen (wohl kaum je der Fall, da diese Daten aus dem Verkehrsmodell vorliegen), kann approximativ für Autobahnen, Autostrassen und Tunnels 40'000 bzw. für Strassen ausser- und innerorts 1'500 eingegeben werden, da dann die Korrekturfaktoren Null betragen.

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse**KNA**

⑨	Kriterium	Strasstyp	Zuschlag (hoch)	Abschlag (tief)
	Infrastruktur-dichte	Autobahn / -strasse	<ul style="list-style-type: none"> - Entwässerungsleitungen, Trennsystem - Kabelrohrblöcke, Elektrokabinen - Fahrzeugrückhaltesysteme - Kunstbauten (Brücken, Über- / Unterführungen) - Stützbauwerke und Schutzbauten (Steinschlagschutzsysteme, Lawinerverbauungen usw.) - Rastplätze und Raststätten 	<ul style="list-style-type: none"> - Offene Strecke durch ländliches Gebiet mit kaum topografischen Hindernissen - Geringer Kunstbauten-Anteil - Keine aufwendigen Infrastrukturen
		Strasse ausserorts	<ul style="list-style-type: none"> - Mehrere Brücken und Kunstbauten - Entwässerungsleitungen und Schächte - ÖV-Anlagen - Separate Rad- / Gehwege - Alleen 	<ul style="list-style-type: none"> - Kaum Infrastruktur, Strasse auf der «grünen» Wiese - Entwässerung über Schulter
		Strasse innerorts	<ul style="list-style-type: none"> - Kontext im Sinne einer dichten Bebauung⁴⁴ - Entwässerungsleitung und Einlaufschächte - Dichtes und vielseitiges Werkleitungsnetz, mehrere Werkleitungseigentümer - ÖV-Anlagen - Rad- / Gehwege - Alleen - Über- bzw. Unterführungen - Verkehrsinseln 	<ul style="list-style-type: none"> - Kontext im Sinne einer lockeren Bebauung⁴⁵ - Praktisch keine Werkleitungen - Entwässerung über Schulter

Handelt es sich um einen Tunnel, so ist keine Eingabe erforderlich und das entsprechende Feld bleibt weiss.

⑩	Kriterium	Strasstyp	Zuschlag (hoch)	Abschlag (tief)
	Ausrüstungslevel	Tunnel	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnelabschnitt mit Sicherheitsanlagen wie Sicherheitsstollen etc. - Tunnel mit erheblicher BSA-Ausrüstung (inkl. Verkehrslenkung, umfassende Signalisation etc.) - Standstreifen vorhanden 	

⑪ Geben Sie die Anzahl der Tunnelröhren ein, da bei 2 Tunnelröhren ein Zuschlag berücksichtigt wird (bei 3 Röhren ein doppelter Zuschlag).

⑫ Bei Tunnels unter 600m Länge wird ein Abschlag berücksichtigt.

⁴⁴ Gemäss VSS 41 826, Ziffer 5 gilt: «Zu dichten Bebauungen gehören ausgedehnte Siedlungen mit urbanem Charakter und höherrangiger Zentralität, deren Bebauungs- und Versiegelungsstruktur städtisch geprägt ist, Bereiche innerhalb städtischer Siedlungen, die mit grossen Wohneinheiten bebaut sind (einschliesslich grösserer Zubehörfächen) sowie Stadtzentren (oftmals mit historischen Siedlungskernen), in denen mehrere Gebäude komplexe bauliche Einheiten bilden.»

⁴⁵ Gemäss VSS 41 826, Ziffer 6 gilt: «Zu lockeren Bebauungen gehören Bereiche innerhalb von Siedlungen, die durch lockere Bebauung bzw. kleinere Gebäudeeinheiten geprägt sind (einschliesslich ihrer Zubehörfächen wie beispielsweise Höfe und Gärten).»

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse

KNA

Korrekturfaktoren auf die Produkte										Individuelle Anpassung in CHF / m	Betriebs- und Unterhaltskosten in Mio. CHF (zu Werten und Preisen 2019)		
Winterdienst		Grünpflege		Reinigung		Unterhaltsstrategie		Energieverbrauch /			Referenzfall	Projektfall	Differenz
Einschätzung	CHF / m	Einschätzung	CHF / m	Einschätzung	CHF / m	Einschätzung	CHF / m	Einschätzung	CHF / m				
mittel	-	hoch	13.27	mittel	-	mittel	-	mittel	-	-	0.72	0.72	
mittel	-	hoch	-	mittel	-	mittel	-	mittel	-	-	1.31	1.31	
mittel	-	hoch	0.56	hoch	1.37	mittel	-	hoch	5.14	0.11	-	-0.11	
hoch	3.82	mittel	-	mittel	-	tief	-2.02	mittel	-	0.16	0.15	-0.01	
Total										0.27	2.18	1.92	
Davon Rückbau bzw. Neubau										0.11	2.04	1.93	

13	Kriterium	Strassentyp	Zuschlag (hoch)	Abschlag (tief)
	Winterdienst	Autobahn / -strasse	<ul style="list-style-type: none"> - Viele Einsatztage für Schneeräumung und Glatteisbekämpfung - Hoher manueller Schneeräumungsaufwand (insbesondere bei Engstellen unter 1.8m) - Viele zusätzliche Anlagen, welche schneefreien Zugang erfordern 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Winterdienstaufwand
		Strasse ausserorts und innerorts	<ul style="list-style-type: none"> - Viele Einsatztage für Schneeräumung und Glatteisbekämpfung - Hoher manueller Schneeräumungsaufwand (insbesondere bei Engstellen unter 1.8m) - Servicelevel: Anspruch an Schneeräumung (Anteil Strassen mit Schwarzräumung) - Separate Rad- / Gehwege 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Winterdienstaufwand
14	Kriterium	Strassentyp	Zuschlag (hoch)	Abschlag (tief)
	Grünpflege	Autobahn / -strasse	<ul style="list-style-type: none"> - Seitliche Grünstreifen > 5 m Breite - Behinderung der Grünpflege, hoher Anteil Fahrzeugrückhaltesysteme und / oder Signaltafeln 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Grünflächenanteil, viele Abschnitte ohne Grünstreifen - Ausschliesslich Gras, kaum Gewächs, keine speziellen Bepflanzungen
		Strasse ausserorts	<ul style="list-style-type: none"> - Baum-Alleen - Fragmentierte Grünflächen, viele Kleinflächen und beengte Platzverhältnisse - Viele Hindernisse auf Grünflächen 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Grünflächenanteil - Zusammenhängende, hindernisfreie Grünflächen
		Strasse innerorts	<ul style="list-style-type: none"> - Baum-Alleen - Fragmentierte Grünflächen, viele Kleinflächen und beengte Platzverhältnisse - Viele Hindernisse auf Grünflächen - Service Level: Gehobenes Ortsbild, aufwendigere Bepflanzungen, Häufigkeit der Grünpflege 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Grünflächenanteil - Zusammenhängende, hindernisfreie Grünflächen

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse			KNA	
15	Kriterium	Strasstyp	Zuschlag (hoch)	Abschlag (tief)
	Reini- gung ⁴⁶	Autobahn / -strasse	<ul style="list-style-type: none"> - Erheblicher Anteil an Raststätten / -plätzen oder Ein- / Ausfahrten - Entwässerungssystem mit je einer seitlichen Sammelleitung - Breite Strassenflächen (> 2 Spuren + Pannestreifen pro Fahrbahn) - Äussere Faktoren wie Laubbefall, Abschnitt mit erhöhtem Transport von Gesteinskörnung, Aus- hub oder dgl. 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringe Anzahl an Einlaufschächten, minimale Entwässerungsleitungen - Zweispurige, nicht richtungsgetrennte Strasse
		Tunnel	<ul style="list-style-type: none"> - Umfangreiche Bereiche mit Lärm- schutz-Paneelen im Portalbereich - > 2 Fahrspuren (inkl. Pannestreifen) - Umfassende Nebenanlagen (Kavernen / Lüf- tungsanlagen, Sicherheitsstollen) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnelabschnitt ohne Nebenanlagen - Zweispuriger Tunnel ohne Richtungstrennung
		Strasse ausserorts	<ul style="list-style-type: none"> - Breite Alleen - Strassen mit Busspuren - Separate Rad- / Gehwege (insbesondere bei Engstellen unter 1.8 m) - ÖV-Haltestellen - Strassenbreite > 7 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Strassenbreite < 5 m
	Strasse innerorts	<ul style="list-style-type: none"> - Breite Alleen - Strassen mit Busspuren und / oder Tramverkehr - Separate Rad- / Gehwege (insbeson- dere bei Engstellen unter 1.8 m) - ÖV-Haltestellen - Strassenbreite > 6 m 	<ul style="list-style-type: none"> - Quartierstrasse - Strassenbreiten < 4 m 	
16	Kriterium	Strasstyp	Zuschlag (hoch)	Abschlag (tief)
	Unterhalts- strategie	Autobahn / -strasse	<ul style="list-style-type: none"> - Grosser Bedarf für Massnahmen für pro- jektfreien baulichen Unterhalt (Abschnitt mit struktureller Schwäche wie z.B. Risse aufgrund zu steif stabilisiertem Unter- grund, ungenügender Belagszustand usw.) - Sicherheitsrelevante Schäden an Kunst- bauten - aufwendige Massnahmen zur Überbrü- ckung des ungenügenden Zustands 	<ul style="list-style-type: none"> - Abschnitt mit kaum baulichen Unterhaltsmassnahmen - Erhaltungsmassnahmen anste- hend (Ausnutzung der Restle- bensdauer der vorhandenen Anlage)
		Tunnel	<ul style="list-style-type: none"> - Reparatur / Ersatz für BSA, Elektroanla- gen und / oder Lüftung - Sicherheitsrelevante Schäden am Bau- werk 	<ul style="list-style-type: none"> - Guter Zustand von Lüftung, Beleuchtung und Signalisation - Kaum vorhandene Ausrüstung - Erhaltungsmassnahmen anste- hend (Ausnutzung der Restle- bensdauer der vorhandenen Anlage)
		Strasse ausserorts	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwendigere Massnahmen - Lichtsignalanlagen - Hohes Verkehrsaufkommen 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Massnahmenumfang - Erhaltungsmassnahmen anste- hend (Ausnutzung der Restle- bensdauer der vorhandenen Anlage)
	Strasse innerorts	<ul style="list-style-type: none"> - Aufwendigere Massnahmen - Öffentlicher Verkehr - Lichtsignalanlagen und stehender Verkehr 	<ul style="list-style-type: none"> - Geringer Massnahmenumfang - Erhaltungsmassnahmen anste- hend (Ausnutzung der Restle- bensdauer der vorhandenen Anlage) 	

⁴⁶ Die Betriebskosten von Strassenabwasser-Behandlungsanlagen sind in den Reinigungskosten nicht enthalten und müssen fallweise abgeschätzt werden.

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse			KNA	
17	Kriterium	Strasstyp	Zuschlag (hoch)	Abschlag (tief)
Energieverbrauch und BSA		Autobahn / -strasse	<ul style="list-style-type: none"> - Abschnitt mit (temporären) Pannestreifenumnutzungen (PUN), Verkehrslenkung, aufwendiger Signalisation - Installationen für dynamische Geschwindigkeitssignalisation und Gefahrenwarnung - Verzweigungs- und Anschlussbereiche mit Beleuchtung - BSA-Ausrüstungsgrad «hoch» - Energieineffiziente Systeme 	<ul style="list-style-type: none"> - Abschnitt mit kaum BSA-Einrichtungen - BSA-Ausrüstungsgrad «niedrig» - Hoher Anteil an energieeffizienter LED-Beleuchtung
		Tunnel	<ul style="list-style-type: none"> - Hoher Ausrüstungsgrad kombiniert mit ineffizienten Systemen: Lüftung, Beleuchtung - Adaption von altem System auf neue, Provisorien - Aufwendige Sicherheitsinstallationen (Brandschutztore, permanente Stromverbraucher) 	<ul style="list-style-type: none"> - Tunnel mit einfacher BSA-Infrastruktur
		Strasse ausserorts	<ul style="list-style-type: none"> - Beleuchtung entlang Strasse - Knoten mit Lichtsignalanlage - Beleuchtete Mittelinseln, Signalisationen 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine BSA-Infrastruktur oder Energieverbraucher
		Strasse innerorts	<ul style="list-style-type: none"> - Beleuchtete Mittelinseln, Signalisationen, Parkleitsystem - Beleuchtete ÖV-Haltestellen - Beleuchtete Kreisel - Bereiche mit Fuss- und Veloverkehr (z.B. Schulwege) 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine BSA-Infrastruktur oder Energieverbraucher

- 18 Schliesslich erlaubt NISTRA noch eine individuelle Anpassung. Diese kann angewendet werden, wenn im vorliegenden Fall zusätzliche lokale Informationen zu den Betriebskosten vorliegen, die zeigen, dass die Kosten der betrachteten Strasse (deutlich) von den Vorgabewerten abweichen (VSS 41 826, Ziffer 8.2). Die eingegebene individuelle Abweichung wird ebenfalls additiv berücksichtigt.

Die Ergebnisse werden für den Projekt- und den Referenzfall sowie die – für die Bewertung relevante – Differenz dieser beiden ausgewiesen. Angegeben werden die Kosten für den betrieblichen Unterhalt zwar im Jahr der Inbetriebnahme, aber die Kosten werden zu Werten und Preisen 2019 angegeben (aus Gründen der Transparenz und Nachvollziehbarkeit werden in der Tabelle in den Spalten «CHF / m» jeweils die oben angegebenen Werte für das Jahr 2019 angegeben). Die reale Zunahme der Betriebskosten von 1% pro Jahr (gemäss VSS 41 826, Ziffer 12.1) wird erst weiter unten berücksichtigt.⁴⁷

Bau Die Bauphase ist für diesen Indikator nicht relevant.

eNISTRA 2022

⁴⁷ Die zusätzliche Zeile «davon Rückbau bzw. Neubau», die als zusätzliche Information dargestellt wird, ist nur korrekt, wenn nicht einzelne Strassenabschnitte für Referenz- und Projektfall in zwei Zeilen erfasst werden, da diese dann fälschlicherweise als Rück- bzw. Neubau mitgezählt werden.

4.2 Indikatoren im Bereich Verkehrsqualität

VQ1n	Reisezeit Stammverkehr	KNA
Ziel	<p>Zu den direkten Nutzen eines Strasseninfrastrukturprojektes, die gemäss Zielsystem zu maximieren sind, gehört die Veränderung der Transportkosten. Die Transportkosten setzen sich aus Reisezeitkosten, Kosten der (Un-)Zuverlässigkeit sowie fixen und variablen Fahrzeugkosten zusammen. Dieser Indikator misst die Reisezeitersparnisse im Stammverkehr (z.B. wegen kürzerer Strecke und / oder höherer Durchschnittsgeschwindigkeit). Die Reisezeitgewinne im Mehrverkehr werden im Indikator VQ7.2 abgedeckt.</p>	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	<p>Kein Monetarisierungssatz notwendig, bzw. die Monetarisierung erfolgt ausserhalb von eNISTRA mit Hilfe der Normen VSS 41 822a (Zeitkosten im Personenverkehr) und VSS 41 823 (Zeitkosten im Güterverkehr).</p> <p>Hinweis: Im Güterverkehr werden beim Indikator VQ1n nur die Zeitkosten der Verlader bzw. der Ladung berücksichtigt (Grundlage VSS 41 823). Die Zeitkosten des Chauffeurs und des Fahrzeuges (Abschreibungen) werden hingegen bei den Betriebskosten der Fahrzeuge (VQ3) miteinbezogen (Grundlage VSS 41 827: Betriebskosten von Strassenfahrzeugen). Da die VSS 41 823 (Ziffer 1) nur Kostensätze für den schweren Güterverkehr zur Verfügung stellt, sind die Reisezeitveränderungen der Lieferwagen im Indikator VQ1n immer Null bzw. werden vollständig im Indikator VQ3 berücksichtigt.</p>	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- Geben Sie – getrennt für den Personen- und Güterverkehr – das Preisbasisjahr Ihrer Eingaben sowie das durchschnittliche jährliche Nominallohnwachstum bzw. die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen diesem Jahr und der Preisbasis von eNISTRA (2019) ein. Als Default-Werte sind die (unterschiedlichen) Preisbasen der Normen VSS 41 822a und VSS 41 823 sowie die entsprechenden Veränderungsdaten eingeben, so dass direkt mit den Werten aus den Normen gearbeitet werden kann. (Zudem werden im Rahmen der Sensitivität die Werte des Personenverkehrs um $\pm 25\%$ variiert, diejenigen des Güterverkehrs nur um $\pm 20\%$ – vgl. VSS 41 822a und VSS 41 823).

VQ1n Reisezeit Stammverkehr

KNA

- 2 Zu Beginn müssen die Jahre angegeben werden, für welche die Reisezeitveränderungen berechnet werden. Als Vorgabe (Default) erscheinen automatisch jene Jahre, für welche Verkehrsmodellberechnungen vorliegen (vgl. Blatt «Verkehrsmodell»). Bei manueller Eingabe achten Sie bitte darauf, dass die Jahreszahlen chronologisch eingegeben werden müssen und zwischen den Eingaben keine leeren Zellen sind. Diese Hinweise werden bei den folgenden KNA-Indikatoren nicht mehr wiederholt.

Personenverkehr		Güterverkehr	
Preisbasis Eingabe	2007	Preisbasis Eingabe	2005
Nominallohnwachstum (% / Jahr)	0.9%	Teuerung (% / Jahr)	0.3%

Reisezeitveränderung im Stammverkehr in Mio. CHF bei Preisbasis 2007 bzw. 2005 (pos. Werte = Nutzen, neg. Werte = Kosten)										
Jahr	Personenverkehr				Ø PV	Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ		Li	SNF	Ø GV		
2027	7.00	1.50	0.70	1.00		---	1.50		---	11.70
2030	7.70	1.65	0.77	1.10		---	1.65		---	12.87
2035	8.47	1.82	0.85	1.21		---	1.82		---	14.16
2037	8.89	1.91	0.89	1.27		---	1.91		---	14.86
2043	9.34	2.00	0.93	1.33		---	2.00		---	15.61
2047	9.81	2.10	0.98	1.40		---	2.10		---	16.39
2050	10.30	2.21	1.03	1.47		---	2.21		---	17.21

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Mengen effekt: Reisezeitgewinne in Mio. Stunden über alle Fahrzeugkategorien im Jahr 2025

PV	GV
2.00	0.22

Personen- Fahrzeug-
stunden stunden

Dauer der Umleitung während Bauphase: Beginn Dauer Jahre [aus Blatt Inputdaten übernommen](#)

Durchschnittliche Reisezeitverluste durch Umwege in Mio. CHF pro Jahr (Dauer der Umleitung) bei Preisbasis 2007 bzw. 2005 (pos. Werte = Kosten, neg. Werte = Nutzen)										
Mio. CHF zu Preisen 2007 / 2005	Personenverkehr				Ø PV	Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ		Li	SNF	Ø GV		
	6.50	1.40	0.65	0.90		---	1.40		---	10.85

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

- 3 Die Berechnung der Reisezeitgewinne im Stammverkehr hängt stark von der verwendeten Differenzierung ab. Folgende Differenzierungen sind möglich:
- Spitzenstunde, Haupt- und Nebenverkehrszeit
 - Teilgebiete: Die Reisezeitveränderungen sollten nicht für das Projekt als Ganzes, sondern für jede Relation einzeln berechnet werden. Dabei ist zu beachten, dass auf gewissen Relationen der Verkehr abnehmen kann, weil sich durch die neue Strasse die Wunschlinien ändern.
 - Fahrzeugkategorien
 - Fahrtzweck (Pendler-, Freizeit-, Einkaufs- oder Geschäftsfahrt)
 - Distanz
 - Verschiedene Zeitpunkte (z.B. Eröffnung, 5, 10, 15 Jahre danach)
 - Einbezug des Güterverkehrs (Berechnung über Stunden oder Tonnenstunden, Durchschnittswert oder Differenzierung nach Verkehrsart (Binnen-, Import-, Export-, Transitverkehr) und Distanz).

VQ1n Reisezeit Stammverkehr**KNA**

Je nachdem wie detailliert die Daten im Verkehrsmodell berechnet werden, muss unterschiedlich gerechnet werden, so dass eine Verallgemeinerung im Rahmen von eNISTRA sehr umständlich wäre. Aus diesem Grund sind die Reisezeitveränderungen extern zu berechnen und in eNISTRA ist lediglich der Nettoeffekt in Mio. CHF einzugeben. In diesem Nettoeffekt darf der Einfluss des Reallohnwachstums noch nicht enthalten sein. Da dies für die Sensitivitätsanalyse im Rahmen von eNISTRA berücksichtigt werden muss.

Die Reisezeitveränderungen im Stammverkehr können nach folgender Formel ermittelt werden (vgl. SN 641 820, Ziffer 32 bzw. Kommentar dazu: Ecoplan, Metron 2005):

$$\text{Reisezeitgewinne Stammverkehr} = B \sum_{i,j} F_{i,j} \Delta ZK_{i,j}$$

wobei $F_{i,j}$ = $\min \{F_{i,j}^0, F_{i,j}^P\}$, d.h. Stammverkehr
 $F_{i,j}^0$ = Anzahl Fahrzeugfahrten im Referenzfall 0 auf der Relation von i nach j
 $F_{i,j}^P$ = Anzahl Fahrzeugfahrten in der Projektvariante P auf der Relation von i nach j
 B = Besetzungsgrad (Anzahl Personen pro Fahrzeug)
 $\Delta ZK_{i,j}$ = Veränderung der Zeitkosten in der Projektvariante P im Vergleich zum Referenzfall 0 auf der Relation von i nach j (d.h. $\Delta ZK_{i,j} = ZK_{i,j}^0 - ZK_{i,j}^P$)

Diese Formel muss für alle betrachteten Fahrzeugkategorien und für alle betrachteten Jahre berechnet werden, um die maximal 49 relevanten Eingabefelder ausfüllen zu können.

Die Kostensätze für die Bestimmung von $\Delta ZK_{i,j}$ sind der VSS 41 822a «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr» (Preisbasis 2007) und der VSS 41 823 «Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Güterverkehr» (Preisbasis 2005) zu entnehmen. Im Güterverkehr enthalten die Kostensätze nur den Nutzen der Verloader. Die Zeitgewinne der Fahrer werden jedoch bei den Betriebskosten (VQ3) berücksichtigt. Im öffentlichen Verkehr setzen sich die Zeitkostengewinne aus Fahrzeitgewinnen, Taktverdichtungen, sowie Veränderungen der Zu- und Abgangszeiten, der Umsteigezeiten und der Anzahl Umsteigevorgänge zusammen. Für all diese Bestandteile können in der VSS 41 822a die entsprechenden Kostensätze und Definitionen abgelesen werden. Liegen keine projektspezifischen Daten vor, kann der Besetzungsgrad im MIV ebenfalls der VSS 41 822a (Ziffer 8 bzw. Tabelle 10) entnommen werden.

Für die korrekte Eingabe nach Fahrzeugkategorien ist zu beachten, dass sie anders einzutragen sind, je nachdem, wie differenziert die Daten vorliegen:

- Aufgrund der VSS 41 822a und der VSS 41 823 muss die Berechnung auf jeden Fall getrennt nach Personen- und Güterverkehr erfolgen (die Spalte «Ø PV und GV», die bei allen anderen Indikatoren, die nach Fahrzeugkategorien unterscheiden zur Verfügung steht, ist hier deshalb gesperrt).
- Können Sie nur zwischen Personen- und Güterverkehr unterscheiden, so geben Sie die Werte des Personenverkehrs in der Spalte «Ø PV» und jene des Güterverkehrs in der Spalte «Ø GV» ein (oder besser in der Spalte «SNF», da Lieferwagen hier nicht berücksichtigt werden dürfen).
- Im Idealfall liegen Ihnen die Werte genau in den von eNISTRA vorgegebenen Fahrzeugkategorien vor. Dann müssen Sie, um Doppelzählungen zu verhindern, die Durchschnittsspalten («Ø PV» und «Ø GV») leer lassen.
- Falls Sie über noch stärker differenzierte Daten verfügen, so ordnen Sie die zusätzlichen Fahrzeugkategorien sinngemäss den von eNISTRA vorgegebenen Kategorien zu. Verfügen Sie beispielsweise auch über Zeitgewinne im Fuss- und Veloverkehr, können diese entweder den motorisierten Zweirädern zugeordnet werden oder zur gesonderten Berechnung in die Spalte «Ø PV» eingegeben werden.

Bitte halten Sie im Kommentarfeld fest, wie differenziert Ihre externe Reisezeitberechnung ist und wie differenzierte Kostensätze Sie dazu verwendet haben.

VQ1n	Reisezeit Stammverkehr	KNA
④	Damit im Tableau der Mengeneffekt ausgewiesen werden kann (von KNA-Norm gefordert), müssen Sie zudem den gesamten Mengeneffekt in Stunden eingeben. Im Personenverkehr wird der Mengeneffekt in Personenstunden angegeben, im Güterverkehr in Fahrzeugstunden. Im Tableau werden die beiden Werte summiert (obwohl sie nicht genau die gleiche Einheit haben).	
⑤	Gemäss SN 641 820 (Ziffer 32) sind Reisezeitverluste während des Baus oder Unterhalts der Strasse nach Möglichkeit zu berücksichtigen (oder es ist zu begründen, warum (beinahe) keine Zeitverluste während dem Bau zu erwarten sind). Die Reisezeitverluste können nach einer einfachen Methode abgeschätzt werden: Die Dauer der Behinderung wird multipliziert mit der Verkehrsmenge pro Tag auf der betroffenen Strasse, dem erwarteten durchschnittlichen Zeitverlust pro Fahrzeug und dem durchschnittlichen Besetzungsgrad (Anzahl Personen pro Fahrzeug). Bei der Berechnung des durchschnittlichen Zeitverlustes kann es wichtig sein, zwischen verschiedenen Zeitabschnitten (Spitzenstunde, Nebenverkehrszeit) zu unterscheiden. Die Dauer der Umleitung wird aus dem Blatt «Inputdaten» übernommen. Einzugeben sind die Zeitverluste in Mio. CHF pro Jahr während der Umleitung (zu den gleichen Preisbasen wie oben), differenziert nach Fahrzeugkategorien (vereinfachend kann die gleiche Aufteilung wie in der Betriebsphase verwendet werden).	
Bau	Wie bereits bei ⑤ erwähnt, kann der monetarisierte Wert der gesamten Reisezeitverluste während der Bauphase eingegeben werden. Lässt sich dieser Effekt nicht beziffern, so ist auch eine qualitative Beschreibung der Reisezeitverluste während der Bauphase möglich.	
eNISTRA 2022		

VQ1w	Reisezeit	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Der Indikator misst die Reisezeitveränderungen für den Personen- und Güterverkehr.</p> <p>Im Indikator VQ1w werden die gesamten Zeitgewinne im Stammverkehr abgebildet, d.h. neben den Zeitgewinnen im Stammverkehr, die in der KNA in VQ1n berücksichtigt werden, auch die Zeitgewinne der Berufschaffeuere (und der Fahrzeuge), die in der KNA im Indikator VQ3n «Betriebskosten Fahrzeuge» miteinbezogen werden.</p> <p>Für die Bewertung werden Auswertungen aus einem Verkehrsmodell herangezogen⁴⁸. Die Beurteilung erfolgt für den Zeitzustand nach Realisierung des gesamten Vorhabens, Zwischenzustände müssen nicht berücksichtigt werden.</p> <p>Bei diesem Indikator erfolgt keine separate Bewertung von Veränderung und Betroffenheit, sondern es wird direkt die Gesamtwirkung bewertet.</p>	
Gesamtwirkung	<p>Bewertet wird die Veränderung der Reisezeiten im Stammverkehr (Projekt- minus Referenzfall) über den gesamten Perimeter. Massgebend ist ein durchschnittlicher Tag (DTV). Gemessen wird die von allen Verkehrsteilnehmenden im MIV gemeinsam im Verkehr verbrachte Zeit in Personenstunden pro Tag. Dabei werden die Zeitgewinne im Güterverkehr (in Fahrzeugstunden) mit einer Gewichtung von 1.75 für Lieferwagen und 2.5 für Lastwagen berücksichtigt.⁴⁹ Es kann somit von denselben Inputdaten ausgegangen werden wie in der KNA, die aber für die Eingabe anders aufzubereiten sind.</p> <p>Die Bewertung ist kompatibel mit den KNA-Normen SN 641 820 ff. Einzige Ausnahme bildet die Einheit, bei der die globalen Reisezeitveränderungen statt des entsprechenden Geldwertes eingesetzt werden. Damit wird die KWA-Logik mit der Gegenüberstellung von Wirkungen zu Investitionskosten verdeutlicht.</p> <p>Bewertungsfunktion</p> $Punkte = \frac{\text{Zeitgewinne in Personenstunden pro Tag (DTV)}}{300}$ <p>wobei folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:</p> <p>15 Punkte (Maximum): + 4'500 Personenstunden pro Tag (DTV)</p> <p>-15 Punkte (Minimum) – 4'500 Personenstunden pro Tag (DTV)</p>	

eNISTRA 2022

⁴⁸ Im Zentrum stehen auf Projektebene kantonale Gesamtverkehrsmodelle.

⁴⁹ Diese Gewichtungen ergeben sich aus den Kostensätzen in der KNA pro Personenstunde im Personenverkehr bzw. pro Fahrzeugstunde im Güterverkehr.

VQ2n	Zuverlässigkeit	KNA
Ziel	Zu den direkten Nutzen eines Strasseninfrastrukturprojektes, die gemäss Zielsystem zu maximieren sind, gehört auch die Veränderung der Zuverlässigkeit (Verspätungen bzw. Verfrühungen). Bewertet werden Veränderungen der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen (Autobahnen – für andere Strassentypen ist die Berechnungsmethode nicht geeignet). Dabei werden die Effekte im Stamm- und Mehrverkehr berücksichtigt. Veränderungen der Zuverlässigkeit im ÖV werden beim Indikator VQ4 (Auswirkungen auf den ÖV) deskriptiv berücksichtigt. Die Bewertung basiert auf der VSS 41 825 ⁵⁰ , die für die Einarbeitung in eNISTRA wo nötig ergänzt wurde (vgl. Kapitel 8.7).	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	Der Monetarisierungssatz muss unter ❶ eingegeben werden (vgl. unten).	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

Vorbemerkung: Die Berechnung dieses Indikators erfolgt grösstenteils ausserhalb von eNISTRA mithilfe des Excel-Tools «Anwendung_VSS 41 825_Zuverlaessigkeit», welches auf der VSS 41 825 beruht. Konkret müssen die Berechnungen für die einzelnen Autobahnteilstücke im externen Tool durchgeführt und die Resultate danach in eNISTRA übertragen werden. Für die Bedienung des Tools existiert eine separate Anleitung⁵¹. Das Excel-Tool und die zugehörige Anleitung können direkt von der NISTRA-Homepage heruntergeladen werden (www.nistra.ch).

Bei den nachfolgenden Erläuterungen liegt der Fokus jedoch auf den erforderlichen Eingaben in eNISTRA, die Anwendung und die Eingaben in das externe Tool werden hier nicht erläutert.

- ❶ Als erstes müssen die Zeitkostensätze für normale Reisezeitgewinne eingegeben werden. Dieser Kostensatz kann für den motorisierten Individualverkehr (MIV) der VSS 41 822a entnommen werden, die zwei Teilkostensätze für den Schwerverkehr (SV) finden sich in VSS 41 823 und VSS 41 827. Für den MIV wird standardmässig der durchschnittliche Kostensatz von 23.29 CHF / h angegeben (VSS 41 822a, Tabelle 3). Für den SV werden standardmässig die Teilkostensätze 15.03 CHF / h (VSS 41 823, Tabelle 2) sowie 59.09 CHF / h (aus VSS 41 827, Tabelle 1⁵²) verwendet. Die einzelnen Kostensätze können jedoch überschrieben werden. Dies kann z.B. beim MIV sinnvoll sein, wenn für das Untersuchungsgebiet ortsspezifische Daten für die Aufteilung auf die Fahrtzwecke (Pendlerfahrt, Einkaufsfahrt, Nutzfahrt und Freizeitfahrt) und / oder für die durchschnittliche Fahrweite vorliegen. In diesem Fall kann die entsprechende Zahl aus der VSS 41 822a hier eingetragen werden.

⁵⁰ VSS 41 825 (2017), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Bewertung der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen und Bemessungsempfehlungen für Nationalstrassen.

⁵¹ IVT ETH und Ecoplan (2017), Bedienungsanleitung zum Werkzeug: Anwendung der Norm VSS 41 825, Zuverlässigkeit und Bemessungsempfehlung auf Nationalstrassen.

⁵² Die Norm enthält einen Wert für 2016 sowie eine jährliche Veränderung bis 2040. Die jährliche Veränderung beträgt jedoch nur 0.01% des Ausgangswertes. Vereinfachend wird hier deshalb der Wert inkl. der 24 jährlichen Anpassungen verwendet, da oft Projekte betrachtet werden die erst 2040 oder später eröffnet werden.

VQ2n

Zuverlässigkeit

KNA

Neben den Zeitkostensätzen muss auch das jeweilige Preisbasisjahr des Kostensatzes (standardmässig 2007 für den MIV und 2005 bzw. 2016 für den SV gemäss VSS 41 822a, 823 und 827) sowie das durchschnittliche jährliche Nominallohnwachstum bzw. die durchschnittliche jährliche Teuerung zwischen diesem Jahr und der Preisbasis von eNISTRA (2019) eingegeben werden (falls Preisbasis unverändert, keine Eingabe nötig). Im Schwerverkehr werden die beiden Zeitkostensätze von NISTRA automatisch auf die NISTRA-Preisbasis 2019 umgerechnet und zusammengezählt, was 75.78 CHF/h ergibt. Auch im Personenverkehr wird der Wert 2019, standardmässig 26.01 CHF /h, angegeben.

WICHTIG: Für die Berechnungen im Excel-Tool «Anwendung_VSS 41 825_Zuverlässigkeit» müssen zwingend die beiden fett eingerahmten Kostensätze im MIV bzw. Schwerverkehr (im Beispiel 26.01 und 75.78 CHF/h) ins Excel-Tool «Anwendung_VSS 41 825_Zuverlässigkeit» eingegeben werden (Blatt Eingabe & Ergebnisse, Zellen B4 und B5). Die mit diesen Kostensätzen berechneten Kosten der (Un-)Zuverlässigkeit sind dann wieder in NISTRA einzugeben (vgl. unten).

Schliesslich muss noch das Basisjahr der Verkehrsvolumenangaben angegeben werden (standardmässig das erste Jahr, für welches Verkehrsmodellergebnisse vorliegen). Zudem wird der Besetzungsgrad des MIV (Anzahl Personen pro Auto) im Basisjahr der Verkehrsvolumenangaben benötigt. Sobald das Basisjahr der Verkehrsvolumenangaben eingegeben ist, erscheint der Standard-Besetzungsgrad (aus der VSS 41 822a, Tabelle 10). Dieser kann beim Vorliegen ortsspezifischer Daten überschrieben werden (da der Besetzungsgrad sich über die Zeit verändert, unterstellt eNISTRA in diesem Fall, dass der Besetzungsgrad auch in allen folgenden Jahren um denselben Prozentsatz vom Standard-Wert abweicht wie im Jahr der Eingabe).

- ② Als nächstes müssen Autobahnteilstücke oder homogene Netzteile bestimmt werden. Als homogene Netzteile gelten Strecken mit konstanter Kapazität, konstantem Schwerverkehrsanteil und einheitlicher Höchstgeschwindigkeit. Dabei erfolgt die Berechnung richtungsgetrennt (da Kapazität, Verkehrsvolumen und / oder Höchstgeschwindigkeit je nach Richtung unterschiedlich sein können). Dabei sind nur Netzteile miteinzubeziehen, welche sowohl im Referenz- als auch im Projektfall existieren. Auf Netzteile, die abgebaut bzw. neu gebaut werden, kann die Methodik nicht angewendet werden, weil im Fall ohne diesen Netzteil eine andere Strasse (z.B. Kantonsstrasse) benutzt wird, auf der auch Kosten der Unzuverlässigkeit anfallen, die aber mit der Methodik nicht bewertet werden können.

Einzugeben ist die Anzahl der Netzteile, die im Rahmen der Bewertung miteinbezogen werden (max. 50 Netzteile). Bestätigen Sie diese Eingabe indem Sie auf den Knopf «Eingabe bestätigen» drücken (danach werden die nicht benötigten Zeilen ausgeblendet).

Bei **etappierten Projekten** ändert sich grundsätzlich nichts an den einzugebenden Daten. Es erscheint jedoch ein zusätzliches Eingabefeld, in das eingegeben werden kann, ab welchem Jahr die Gesamteffekte zu berücksichtigen sind (hier nicht abgebildet). Bei der Eingabe dieses Jahres ist gleich vorzugehen wie bei DK4 (Erläuterungen siehe dort).

VQ2n	Zuverlässigkeit	KNA
Motorisierter Individualverkehr (MIV) Preisbasis Eingabe <input type="text" value="2007"/> (aus VSS 41 822a) 1 Zeitkostensatz MIV [CHF/h] <input type="text" value="23.29"/> (aus VSS 41 822a) Nominallohnwachstum (% / Jahr) <input type="text" value="0.9%"/> Zeitkostensatz MIV [CHF/h] <input type="text" value="26.01"/> (Preisbasis 2019) Basisjahr der Verkehrsvolumenangaben <input type="text" value="2027"/> Besetzungsgrad (alle Zwecke) <input type="text" value="1.44"/> (aus VSS 41 822a) Anzahl Autobahnteilstücke (1 - 50) <input type="text" value="3"/> 2 Eingabe bestätigen Eingabe zwingend notwendig <input type="checkbox"/> Eingabe <u>nicht</u> zwingend notwendig - dient der Übersicht	Schwerverkehr (SV) (aus VSS 41 823) (aus VSS 41 827) Preisbasis Eingabe <input type="text" value="2005"/> <input type="text" value="2016"/> Teuerung (% / Jahr) <input type="text" value="0.3%"/> <input type="text" value="0.6%"/> Nominallohnwachstum (% / Jahr) Zeitkostensätze SV [CHF/h] zu obigen Preisbasen VSS 41 823 <input type="text" value="15.03"/> <input type="text" value="59.09"/> VSS 41 827 (inkl. Veränderung bis 2040) Total Zeitkostensatz SV [CHF/h] zu Preisen 2019 <input type="text" value="15.63"/> <input type="text" value="60.15"/> Total <input type="text" value="75.78"/> CHF/h	

Netzteile Nationalstrasse	Richtung	Fall	Statischer Schwerverkehrsanteil (ja/nein)	Schwerverkehrsanteil	Höchstgeschwindigkeit (v _{max})	Kapazität (C _{VSS})	Besetzungsgrad (r ₀)	Gesamtverkehr: Jahresganglinie	Gesamtverkehr: Ganglinie	Gesamtverkehr: Zeitverschiebung [h]	Schwerverkehr: Jahresganglinie	Schwerverkehr: Ganglinie	Schwerverkehr: Zeitverschiebung [h]
X - Y	A	Referenz	Ja	5%	120	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
		Projekt	Ja	5%	120	2800	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
	B	Referenz	Ja	5%	120	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
Y - Z	A	Referenz	Ja	5%	120	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
		Projekt	Ja	5%	120	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
	B	Referenz	Ja	5%	120	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
W - X	A	Referenz	Ja	5%	100	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
		Projekt	Ja	5%	100	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
	B	Referenz	Ja	5%	100	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2
		Projekt	Ja	5%	100	1900	1.44	Gruppe A2	Gruppe 1	+2	Gruppe SB	Gruppe S1	+2

Netzteile Nationalstrasse	Richtung	Fall	Länge des Teilstücks [km]	DWV im Jahr 2027	DWV im Jahr 2027	Anteil Stammverkehr an Verkehrsveränderung im MIV (%)	Ergebnisse Zuverlässigkeit			Hochrechnung auf Streckenlänge, Preisbasis 2019 und Werte 2027 in CHF (Nutzen = positiv)		
							Preisbasis 2007	Preisbasis 2019	Preisbasis 2019	MIV	SV	Total
X - Y	A	Referenz	0.5	36'200	1'810		2'400'000	250'000	2'650'000			
		Projekt	0.5	38'900	1'945	60%	1'500'000	150'000	1'650'000	564'785	62'224	627'009
	B	Referenz	0.5	35'000	1'750		2'500'000	400'000	2'900'000			
Y - Z	A	Referenz	1.5	32'000	1'600	100%	900'000	400'000	1'300'000			
		Projekt	1.5	33'000	1'650	100%	1'000'000	420'000	1'420'000	-114'454	-11'800	-126'254
	B	Referenz	1.5	31'000	1'550		900'000	400'000	1'300'000			
W - X	A	Referenz	2.0	30'000	1'500	100%	2'000'000	500'000	2'500'000			
		Projekt	2.0	31'000	1'550	100%	2'100'000	500'000	2'600'000	-70'773	34'963	-35'810
	B	Referenz	2.0	29'000	1'450		2'000'000	500'000	2'500'000			
		Projekt	2.0	29'700	1'485	100%	2'100'000	550'000	2'650'000	-109'821	-79'571	-189'392
Gesamttotal: Veränderung der Zuverlässigkeit in Mio. CHF (im Jahr 2027 zu Preisbasis 2019)										0.69	0.05	0.74

- 3 Bei diesem Indikator kann nicht direkt die Differenz zwischen Projekt- und Referenzfall eingegeben werden, sondern Projekt- und Referenzfall müssen getrennt mit dem Zuverlässigkeitstool berechnet und hier eingegeben werden. eNISTRA berechnet dann die Differenz automatisch.
- Im Folgenden müssen für jeden Netzteil (getrennt nach Richtung und nach Referenz- und Projektfall) folgende Angaben eingegeben werden (die Eingaben in der ersten Zeile pro Netzteil werden für einige Spalten automatisch auf die anderen 3 Zeilen pro Netzteil übertragen, da in der Gegenrichtung bzw. im Projektfall meist nur wenige Daten angepasst werden müssen. Die automatisch übernommenen Eingaben können aber überschrieben werden):
- Name des Netzteils und Richtung

VQ2n	Zuverlässigkeit	KNA
④	<ul style="list-style-type: none"> Diverse Inputangaben, welche ins Excel-Tool «Anwendung_VSS 41 825_Zuverlaessigkeit» eingegeben wurden, um die Zuverlässigkeit des betroffenen Netzteiles zu berechnen (Spalten «Statischer Schwerverkehrsanteil» bis «Schwerverkehr: Zeitverschiebung»). Diese Eingaben sind für die Berechnungen in eNISTRA nicht zwingend notwendig, dienen jedoch der Übersicht und Nachvollziehbarkeit (hellgelb hinterlegte Zellen). 	
⑤	<ul style="list-style-type: none"> Die Länge des Netzteiles 	
⑥	<ul style="list-style-type: none"> Der DTV (durchschnittlicher Tagesverkehr) oder DWV (durchschnittlicher Werktagverkehr) des Gesamtverkehrs im betrachteten Jahr (Wahlfeld für DTV bzw. DWV beachten). 	
⑦	<ul style="list-style-type: none"> Der DTV resp. DWV (analog zu ⑥) des Schwerverkehrs im betrachteten Jahr. 	
⑧	<ul style="list-style-type: none"> Sind DTV und / oder der Anteil des PV im Projekt- und Referenzfall unterschiedlich, muss hier eingegeben werden, welcher Teil des Unterschiedes im PV Stammverkehr ist, d.h. von anderen Routen verlagerter Verkehr. Die Ergänzung auf 100% wird als Mehrverkehr betrachtet, d.h. Verkehr der von anderen Verkehrsträgern umgelagert wird, neu ein anderes Ziel ansteuert oder durch das Projekt neu generiert wird (vgl. ausführlicher Kapitel 8.7 (Abschnitt VQ2n Zuverlässigkeit) im Anhang C). Als Standardwert wird 100% vorgegeben. Liegen keine genauen Zahlen zu diesem Prozentsatz vor, kann auch eine grobe Schätzung eingegeben werden. (Im Güterverkehr wird immer von 100% ausgegangen, da gängige Verkehrsmodelle im Güterverkehr keinen Mehrverkehr berechnen können.) 	
⑨	<ul style="list-style-type: none"> Die Ergebnisse (Kosten) zur Zuverlässigkeit (getrennt nach MIV und SV) müssen aus dem Excel-Tool «Anwendung_SN641825_Zuverlaessigkeit» in eNISTRA übertragen werden. Hinweis: In Ausnahmefällen kann es bei der Zuverlässigkeit zu negativen Ergebnissen kommen. Negative Werte für Verfrühungen und Verspätungen treten bei hohen Belastungen auf. Dieses Phänomen wird in Axhausen et al (2015: Bemessungsverkehrsstärken: Ein neuer Ansatz, S. 40) behandelt. Die Empfehlung ist, wenn dieser Fall in der Realität tatsächlich auftritt, die absoluten Werte für Verfrühung und Verspätung zu verwenden. Alternativ kann man die Kosten der Zuverlässigkeit in diesem Fall auf 0 setzen. Auf die angesprochenen hohen Belastungen ist die Methode jedoch nicht geeicht, da die ASTRA-Zählraten, auf denen die Methode beruht, niemals so hohe Werte gemessen haben. Die Ergebnisse solcher Teilstücke sind somit mit Vorsicht zu betrachten. 	
⑩	Die Veränderung der Zuverlässigkeit (Veränderung der Kosten; negative Werte entsprechen einer Verschlechterung der Zuverlässigkeit) wird pro Netzteil separat ausgewiesen (inkl. Unterteilung in MIV und SV – keine Eingabe nötig bzw. möglich).	
Kommentarfeld	Im Kommentarfeld sind hier nicht nur Bemerkungen und Begründungen zu den Berechnungen einzugeben. Sondern es ist auch eine qualitative Bewertung der Veränderung der Zuverlässigkeit auf anderen Strassentypen und Knoten zu erläutern. Denn die quantitative Bewertung umfasst nur Veränderungen der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen (Autobahnen), weil die verwendete Berechnungsmethode nur auf diesen Strassentyp anwendbar ist.	
Bau	Die Bauphase muss qualitativ beschrieben werden, da eine Berechnung zu aufwändig wäre.	
eNISTRA 2022		

VQ2w	Zuverlässigkeit	KWA
Beschreibung, Ziel-funktion	<p>Der Indikator bewertet die Wahrscheinlichkeit, dass ein bestimmter Weg in der erwarteten Zeit vollendet werden kann. Die Zuverlässigkeit wird entsprechend hoch bewertet, wenn die Streuung der Reisezeiten auf einer bestimmten Strecke oder die Wahrscheinlichkeit des Zusammenbruchs stabiler Verkehrszustände gering sind. Die absolute Reisezeit bzw. die mittlere Reisegeschwindigkeit spielen hier dagegen keine Rolle (wird bei VQ1w und VQ7w bewertet). Die Zuverlässigkeit ist insbesondere auf stark ausgelasteten oder überlasteten Hochleistungs- oder auch Hauptverkehrsstrassen von grösster Bedeutung für die Verkehrsteilnehmenden (Planbarkeit einer Reise).</p> <p>Es gilt, eine verkehrsplanerische Einschätzung zur gesamthaften Netzauslastung für den Bereich, der von relevanten Projektwirkungen betroffen sein dürfte, abzugeben. Diese Einschätzung sollte sich aber an bekannten Kenngrössen zur Beschreibung von Verkehrszuständen und damit auch an quantitativ abgeleiteten Veränderungen zwischen Referenz- und Planfall orientieren. Dazu wird ein Verfahren verwendet, mit dem aus Kenngrössen zur Beschreibung der Zuverlässigkeit, wie Auslastung und Verkehrsdichte, Strecken mit relevanten Veränderungen der Zuverlässigkeit selektioniert werden und aus diesen ein «durchschnittlicher Level of Service-Wert» abgeleitet wird.</p>	
Veränderung	<p>Bewertet wird die Veränderung der Zuverlässigkeit im Rahmen der KWA in Form der sich verändernden Auslastung resp. Verkehrsdichte (Plan- minus Referenzfall). Für verschiedene Zustände von Auslastungen resp. Verkehrsdichten liegen mit den «Level of Services» (LOS) bereits normierte Kategorisierungen vor (vgl. Norm VSS 40 017a sowie insbesondere die zugehörigen Normen VSS 40 018a und 40 020a). Die LOS werden in den Normen wie folgt charakterisiert:</p> <p>Stufe A: Sehr gute Verkehrsqualität mit völlig freiem Verkehrsfluss. Stufe B: Gute Verkehrsqualität mit nahezu freiem Verkehrsfluss. Stufe C: Zufriedenstellende Verkehrsqualität mit teilgebundenem resp. synchronem Verkehrsfluss. Stufe D: Ausreichende Verkehrsqualität mit gebundenem bis stockendem, aber weitgehend stabilen Verkehrsfluss. Stufe E: Mangelhafte Verkehrsqualität mit stockendem bis gestautem Verkehrsfluss. Stufe F: Völlig ungenügende Verkehrsqualität mit gestautem Verkehrsfluss.</p> <p>Die folgende Methodik lehnt sich an die normative Berechnung der LOS-Stufen an:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Auf HLS (Hochleistungsstrassen = Autobahnen und Autostrassen) werden in Anlehnung an Norm VSS 40 018a (Tabelle 6)⁵³ die LOS über die Auslastung $X = Q / L$ (wobei Q = Verkehrsstärke in Personenwageneinheiten (PWE⁵⁴) je h und L = Leistungsfähigkeit \approx Kapazität in PWE je h) wie folgt definiert: <ul style="list-style-type: none"> ▪ LOS A: Auslastung $X \leq 0.4$ ▪ LOS B: $0.4 < \text{Auslastung } X \leq 0.6$ ▪ LOS C: $0.6 < \text{Auslastung } X \leq 0.8$ ▪ LOS D: $0.8 < \text{Auslastung } X \leq 0.9$ ▪ LOS E: $0.9 < \text{Auslastung } X \leq 1.0$ ▪ LOS F: $1.0 < \text{Auslastung } X$ 	

⁵³ In der Norm werden Verkehrsstärke und Leistungsfähigkeit in Fahrzeugen angegeben. Die Leistungsfähigkeit ist abhängig vom Schwerverkehrsanteil und weiteren Einflussgrössen. Hier wird vereinfachend nur der Schwerverkehrsanteil mittels Personenwageneinheiten berücksichtigt.

⁵⁴ Dabei werden die Personenwageneinheiten (PWE) wie folgt aus den Fahrzeugklassen gebildet: Personenwagen = 1.0 PWE, Lieferwagen = 1.5 PWE, Lastwagen = 2.0 PWE, Lastenzug = 2.5 PWE.

VQ2w Zuverlässigkeit**KWA**

- Auf den HVS (Hauptverkehrsstrassen) werden die LOS in Anlehnung an Norm VSS 40 020a (Tabelle 6)⁵⁵ über die Verkehrsdichte $k = Q / (V * \text{Anzahl Fahrstreifen})$ (Q = Verkehrsstärke in PWE je h und V = mittlere gefahrene Geschwindigkeit in der Spitzenstunde (liegt bei Verkehrsmodellen als Geschwindigkeit im belasteten Netz vor)) je Abschnitt und Richtung wie folgt festgelegt:
 - LOS A: Verkehrsdichte k in PWE / km ≤ 5
 - LOS B: $5 < \text{Verkehrsdichte } k \text{ in PWE / km} \leq 12$
 - LOS C: $12 < \text{Verkehrsdichte } k \text{ in PWE / km} \leq 20$
 - LOS D: $20 < \text{Verkehrsdichte } k \text{ in PWE / km} \leq 30$
 - LOS E: $30 < \text{Verkehrsdichte } k \text{ in PWE / km} \leq 40$
 - LOS F: $40 < \text{Verkehrsdichte } k \text{ in PWE / km}$

Diese Grundformeln und Grenzwerte kommen vereinfacht zur Anwendung:

- Auf HLS ist zu prüfen, ob sich relevante Zuverlässigkeitsveränderungen ereignen – also ein Auslastungsgradwechsel von mindestens 0.05 in den Zuständen hoher Auslastungen (≥ 0.8 entsprechend den LOS-Stufen D, E und F). Veränderungen im Bereich > 1.05 (d.h. innerhalb der LOS Stufe F) sind auszugrenzen.
- Auf den HVS wird untersucht, ob es relevante Zuverlässigkeitsveränderungen gibt – also eine Veränderung der Verkehrsdichte von mindestens 5 PWE / km in den Zuständen hoher Verkehrsdichte (> 20 PWE / km entsprechend den LOS-Stufen D, E und F). Veränderungen im Bereich > 45 PWE / km (d.h. innerhalb der LOS Stufe F) sind auszugrenzen.

Die mit den oben genannten Bedingungen ermittelten Strecken mit relevanter Zuverlässigkeitsänderung sind zu plausibilisieren. Für die Bewertung werden nur plausible Strecken mit relevanter Zuverlässigkeitsänderung berücksichtigt. Je nach Projekt können nur HLS-Abschnitte betroffen sein. Bei den meisten Projekten dürfte sich eine Kapazitätsveränderung auf einer HLS aber auch auf die Verkehrsdichte auf den umliegenden HVS auswirken.⁵⁶ Bei Neubauten sind die Strecken zu identifizieren, welche vom Projekt in ihren Verkehrszuständen in relevantem Umfang verändert werden.

Die konkrete Berechnung des Indikators kann sich an folgendem Ablauf orientieren (ein Berechnungsbeispiel findet sich am Ende des Indikators):

1. Identifikation von richtungsbezogenen Strecken mit relevanten Zuverlässigkeitsänderungen:

- Bestimmung der Auslastung X auf HLS resp. der Verkehrsdichte k auf HVS je Abschnitt und Richtung.
- Berechnung eines «bereinigten LOS-Wertes»: Die Bereinigung des LOS Wertes erfolgt, um HLS und HVS vergleichbar zu machen sowie zur Berücksichtigung der Grenzwerte (Ausgrenzung LOS A bis C und innerhalb LOS F).
 - Für HLS berechnet sich der «bereinigte LOS-Wert» aus der $(\text{Auslastung} - 0.8) * 100$ und
 - Für HVS aus der Verkehrsdichte $- 20$ PWE / km.

Die Skala für den «bereinigten LOS-Wert» reicht von 0 bis 25 für beide Streckentypen (Werte ausserhalb der Skala werden auf die Randwerte 0 resp. 25 gesetzt).

⁵⁵ Die Norm berücksichtigt verschiedene massgebende Einflussgrössen wie Kurvigkeit, Längsneigung, Schwerverkehrsanteil. Hier wird vereinfachend nur der Schwerverkehrsanteil mittels Personenwageneinheiten berücksichtigt.

⁵⁶ Es sollte darauf geachtet werden, dass deren Verkehrszustände im Referenzfall tatsächlich in weiten Teilen von verdrängtem HLS-Verkehr bestimmt werden.

VQ2w	Zuverlässigkeit	KWA
------	-----------------	-----

- Erstellung einer Karte mit relevanten Zuverlässigkeitsveränderungen zwischen Plan- und Referenzfall von mehr als 5 des «bereinigten LOS-Wertes». Dies entspricht einer Änderung der Auslastung X von mehr als 0.05 auf HLS resp. einer Änderung der Verkehrsdichte k von mehr als 5 PWE / km auf HVS. Falls zweckmässig, werden auch Neubau- und Rückbaustrecken mitberücksichtigt
- 2. **Erstellung einer Liste:** Für die richtungsbezogenen Strecken mit relevanten Zuverlässigkeitsänderungen wird eine Liste erstellt (bspw. mit Excel). Darin sollten je Richtung und sowohl für Referenz- und Planfall folgende Daten aufgenommen werden:
 - Fahrleistung zur Spitzenstunde (in Fzkm – abgeleitet aus der Spitzenstundenbelastung (Verkehrsstärke Q in Fz je h) und der Länge in km)
 - Bereinigter LOS-Wert (siehe 1.)
- 3. **Ableitung eines gewichteten Durchschnittswertes («bereinigter LOS-Mittelwert») im Referenz- und Planfall für den «bereinigten LOS-Wert».**
 - Über alle Strecken resp. Richtungen mit relevanter Zuverlässigkeitsänderung wird der «bereinigte LOS-Wert» mit der Fahrleistung in der Spitzenstunde gewichtet und ein «bereinigter LOS-Mittelwert» für den Referenz- bzw. Planfall berechnet.
 - Diesem gewichteten «bereinigten LOS-Mittelwert» kann eine «symbolische» LOS-Stufe für Referenz- und Planfall zugeordnet werden. Hierfür kann mit den in den Normen enthaltenen Tabellen (vgl. oben) gearbeitet werden:
 - LOS A bis C: bereinigter LOS-Mittelwert = 0
(entspricht Auslastung ≤ 0.8 , resp. Verkehrsdichte ≤ 20)
 - LOS D: bereinigter LOS-Mittelwert (0, 10]
(entspricht $0.8 < \text{Auslastung} \leq 0.9$, resp. $20 < \text{Verkehrsdichte} \leq 30$)
 - LOS E: bereinigter LOS-Mittelwert (10, 20]
(entspricht $0.9 < \text{Auslastung} \leq 1.0$, resp. $30 < \text{Verkehrsdichte} \leq 40$)
 - LOS F: bereinigter LOS-Mittelwert (20, 25]
(entspricht Auslastung > 1.0 , resp. Verkehrsdichte > 40)

Relevant zur Beschreibung der Veränderungen ist in der Bewertung **die Veränderung des bereinigten LOS-Mittelwertes** (Plan- minus Referenzfall).

Im Anschluss ist allenfalls eine expertengestützte Verifizierung dieser «globalen» LOS-Einstufungen für Referenz- und Planfall vorzunehmen. Insbesondere bei HVS ist entsprechendes fachliches Augenmass gefragt, wenn Strecken im nachgelagerten Netz sich überwiegend durch Knotenleistungsfähigkeiten bestimmen.

Bewertung

Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:

$$\text{Punkte} = - \frac{\text{Veränderung des bereinigten LOS Mittelwertes}}{6}$$

wobei folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:

+3 Punkte (stark positiv): Reduktion bereinigter LOS-Mittelwert > 18

-3 Punkte (stark negativ): Zunahme bereinigter LOS-Mittelwert > 18

Spezialeffekt zur Veränderung

Bei einer positiven Wirkung kann 1 Zusatzpunkt vergeben werden, wenn der massgebende Verkehrszustand sich nicht nur auf 2 Spitzen pro Tag (Morgen- und Abendspitze) beschränkt, sondern auch über Mittag auftritt (wobei das Maximum von 3 Punkten einzuhalten ist). Umgekehrt kann die negative Wirkung bei einer zu erwartenden zeitlichen Ausdehnung der die Zuverlässigkeit verschlechternden Situation ebenfalls um -1 Punkt verstärkt werden (unter Einhaltung des Minimums von -3 Punkten).

VQ2w	Zuverlässigkeit	KWA
-------------	------------------------	------------

Betroffenheit Die Betroffenheit wird mit dem Verkehrsaufkommen in der Abendspitzenstunde (ASP) des Referenzfalles für die zur Bewertung selektionierten Strecken bestimmt. In der Funktion zur Betroffenheit ist somit die Summe der Fahrleistung (in Fahrzeugkilometern) über alle selektionierten Strecken einzusetzen.

Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:

$$\text{Punkte} = \frac{\text{Summe der Fahrleistung in Spitzenstunde [Fzkm]}}{10'000}$$

wobei folgendes Maximum zu beachten ist:

5 Punkte (Maximum): $\geq 50'000$ Fzkm in Abendspitzenstunde

eNISTRA 2022

Fiktives Berechnungsbeispiel

Bei einem Projekt sind mehrere HLS- und HVS-Abschnitte von Zuverlässigkeitsänderungen betroffen. Im ersten Schritt werden die Strecken mit relevanten Zuverlässigkeitsänderungen selektioniert:

Strecke	REFERENZFALL		PLANFALL		Delta	Selektion
	Auslastung [%] resp. Dichte [PWE / km]	Bereinigter LOS-Wert unter Berücksichtigung der Grenzwerte 0 und 25	Auslastung [%] resp. Dichte [PWE / km]	Bereinigter LOS-Wert unter Berücksichtigung der Grenzwerte 0 und 25	Bereinigter LOS-Wert	Berücksichtigung von Strecken mit Änderung von mehr als 5 des «bereinigten LOS-Wertes»
HLS	91%	11	89%	9	-2	Nein
HLS	98%	18	91%	11	-7	Ja
HLS	75%	0	60%	0	0	Nein
HLS	110%	25	85%	5	-20	Ja
HLS	k.A. (neue Strecke)	0	84%	4	4	Nein
HLS	k.A. (neue Strecke)	0	95%	15	15	Ja
HVS	23 PWE / km	3	17 PWE / km	0	-3	Nein
HVS	60 PWE / km	25	45 PWE / km	25	0	Nein
HVS	35 PWE / km	15	k.A. (Rückbau)	0	-15	Ja

Die folgende Abbildung zeigt den zweiten Schritt, in dem für die richtungsbezogenen Strecken mit relevanter Zuverlässigkeitsänderung eine Liste mit der Fahrleistung in der Spitzenstunde und bereinigtem LOS-Wert erstellt wird. Zudem wird der dritte Schritt dargestellt, in dem der gewichtete Durchschnittswert («bereinigter LOS-Mittelwert») im Referenz- und Planfall abgeleitet wird. Schliesslich werden die Veränderung, die Betroffenheit sowie die Wirksamkeitspunkte berechnet. Die Betroffenheit ergibt sich aus der Summe der Fahrleistungen (in der Abendspitzenstunde ASP) im Referenzfall über alle selektionierten Strecken.

Strecke	Selektion	REFERENZFALL			PLANFALL		
		Fahrleistung ASP [Fzkm]	Bereinigter LOS-Wert	Fahrleistung ASP * bereinigter LOS-Wert	Fahrleistung ASP [Fzkm]	Bereinigter LOS-Wert	Fahrleistung ASP * bereinigter LOS-Wert
HLS	Ja	11'400	18	205'200	10'000	11	110'000
HLS	Ja	13'000	25	325'000	7'300	5	36'500
HLS	Ja	k.A.	0	0	11'000	15	165'000
HVS	Ja	720	15	10'800	k.A.	0	0
Summe aller selektionierter Strecken		25'120		541'000	28'300		311'500
Fahrleistungsgewichteter bereinigter LOS-Mittelwert			21.54 = 541'000 / 25'120			11.01 = 311'500 / 28'300	

Veränderung

1.76 Punkte positiv,
da Differenz bereinigter LOS-Mittelwert von -10.53

Betroffenheit

2.51 Punkte,
da Fahrleistung im Referenzfall 25'120 Fzkm

Wirksamkeitspunkte

4.41 Wirksamkeitspunkte

VQ3n	Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	KNA
------	---------------------------------------	-----

Ziel	Zu den direkten Nutzen eines Strasseninfrastrukturprojektes, die gemäss Zielsystem zu maximieren sind, gehören auch die Veränderungen der Betriebskosten der Fahrzeuge im Stammverkehr. Die Veränderungen der Betriebskosten im Mehrverkehr werden im Indikator VQ7.2 abgedeckt. Die Betriebskosten setzen sich gemäss VSS 41 827 (Ziffer 8) aus folgenden Bestandteilen zusammen: <ul style="list-style-type: none"> – Bereifung (inkl. Montage, Auswuchten, Ketten, Reparatur) – Laufender Unterhalt (Reinigung, Öl-Niveauekontrolle) – Reparaturen, Revisionen, Inspektionen (inkl. Ölwechsel) – Abnutzung der Fahrzeuge (ohne zeitabhängige Abnutzung bei privat genutzten Personewagen und Motorrädern) – Fahrer (nur bei Sachentransportfahrzeugen und bei Personentransportfahrzeugen) – Treibstoffkosten (ohne Treibstoffsteuern).
Einheit	CHF / Jahr
Bewertung	Die Kostensätze der Betriebskostengrundwerte (ohne Treibstoffkosten) werden aus VSS 41 827 übernommen und auf die Preisbasis von eNISTRA (2019) angepasst:

		Werte 2016 zu Preisen 2016		Werte 2016 zu Preisen 2019	
		CHF / Fzkm	CHF / Fzh	CHF / Fzkm	CHF / Fzh
Personenwagen	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.1189	0.52	0.1211	0.53
Car	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.5903	59.27	0.6013	60.34
MZ	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.1234		0.1257	
Ø PV	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.1201	0.50 0.13	0.1224	0.51 0.14
Li	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.5553	48.90	0.5657	49.78
SNF	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.6332	58.93	0.6450	59.99
Ø GV	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.5811	- 52.22	0.5919	53.16
Ø PV und GV	Unabhängig von Reallohn Abhängig von Reallohn	0.1658	0.45 5.30	0.1689	0.46 5.39

Zudem schreibt die VSS 41 627 jährliche Anpassungsraten zwischen 2016 und 2040 vor (danach konstant). Diese Anpassungen in den Kostensätzen sind jedoch gering (in den 24 Jahren bis 2040 maximale Veränderungen um –10% bis +4%) und werden hier nicht dargestellt.

Die Treibstoffkosten betragen zu Preisen des Jahres 2019 und ohne Steuern 0.8223 CHF / l Benzin bzw. 0.8764 CHF / l Diesel (ebenfalls aus VSS 41 827). Der Strompreis für Elektrofahrzeuge (Preise 2019) beträgt 4.37 Rp / MJ im Personenverkehr bzw. 3.43 Rp / MJ im Güterverkehr (für die Herleitung dieser Preise siehe Kapitel 8.7, Abschnitt VQ3). Bei all diesen Kostensätzen handelt es sich um reine Faktorkosten (ohne MWST, Treibstoffsteuern und Maut bzw. KEV- und anderen Abgaben und Steuern, weil diese im Stammverkehr einen reinen Transfer darstellen).

Hinweis: Im Güterverkehr werden beim Indikator VQ3 die Zeitkosten des Chauffeurs und des Fahrzeuges (Abschreibungen) miteinbezogen. Die Zeitkosten der Verloader bzw. der Ladung werden hingegen beim Indikator VQ1n berücksichtigt. Da die VSS 41 823 nur Kostensätze für den schweren Güterverkehr zur Verfügung stellt (Ziffer 1), sind die gesamten Reisezeitveränderungen der Lieferwagen im Indikator VQ3 enthalten.

VQ3n

Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr

KNA

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ① Geben Sie den Nettoeffekt des Strasseninfrastrukturprojekts auf das Verkehrsaufkommen im Stammverkehr ein. Die Berechnung des Stammverkehrs erfolgt nach folgender Formel (vgl. SN 641 820, Ziffer 33, bzw. Kommentar zur Norm Ecoplan, Metron 2005, Kapitel 37):

Veränderung der Fahrzeugkilometer Stammverkehr = $\sum_{i,j} F_{i,j} \Delta d_{i,j}$

wobei $F_{i,j}$ = $\min \{F_{i,j}^0, F_{i,j}^P\}$, d.h. Stammverkehr
 $F_{i,j}^0$ = Anzahl Fahrzeugfahrten im Referenzfall 0 auf der Relation von i nach j
 $F_{i,j}^P$ = Anzahl Fahrzeugfahrten in der Projektvariante P auf der Relation von i nach j
 $\Delta d_{i,j}$ = Distanz (in km) in der Projektvariante P im Vergleich zum Referenzfall 0 auf der Relation von i nach j (d.h. $\Delta d_{i,j} = d_{i,j}^P - d_{i,j}^0$)

Diese Formel muss für alle betrachteten Fahrzeugkategorien, für alle betrachteten Jahre sowie für Autobahn, ausserorts und innerorts berechnet werden.

Je nachdem, wie differenziert Ihnen diese Daten vorliegen, sind sie anders einzutragen:

- Sofern Ihnen nur die Gesamtzahlen der Fahrzeugkilometer im Stammverkehr zur Verfügung stehen, so geben Sie diese Werte in der letzten Eingabespalte unter «Ø PV und GV» ein. Können Sie mindestens zwischen Personen- und Güterverkehr unterscheiden, so geben Sie die Werte des Personenverkehrs in der Spalte «Ø PV» und jene des Güterverkehrs in der Spalte «Ø GV» ein. Um Doppelzählungen zu vermeiden, lassen Sie dann bitte die Spalte «Ø PV und GV» leer.
- Im Idealfall liegen Ihnen die Werte genau in den von eNISTRA vorgegebenen Fahrzeugkategorien vor. Dann müssen Sie, um Doppelzählungen zu verhindern, die drei Durchschnittsspalten leer lassen.
- Falls Sie über noch stärker differenzierte Daten verfügen, so ordnen Sie die zusätzlichen Fahrzeugkategorien sinngemäss den von eNISTRA vorgegebenen Kategorien zu.

Für eine korrekte Bewertung der Betriebskosten im Stammverkehr müssen die Fahrzeugkilometer nach Strassentyp (Autobahn, ausserorts und innerorts) differenziert werden. Dies ist erforderlich, damit der Treibstoffverbrauch und Stromverbrauch (bei Elektrofahrzeugen) korrekt berechnet werden kann (vgl. Bemerkungen zum HBEFA unten).

Viele aktuelle Verkehrsmodelle erlauben die Differenzierung nach Strassentyp. Ist dies nicht der Fall, so kann – wie bei den Fzkm, die im Blatt «Inputdaten» eingegeben werden – folgende grobe Abschätzungen erfolgen: Als Hilfe kann dabei der Schweizer Durchschnitt aus dem Jahr 2019 (letztes Jahr vor Corona) von 35.81% Autobahn, 33.43% ausserorts und 30.76% innerorts dienen. Diese Annahmen sind aber je nach Projektgebiet anzupassen (z.B. wenn keine Autobahn in der Nähe des Projektes liegt). Die Annahmen sind im Kommentar zu dokumentieren.

In gleicher Weise wie die Fzkm muss auch die Veränderung der **Fahrzeugstunden** (Fzh) im Stammverkehr eingegeben werden, wobei keine Differenzierung nach Strassentyp nötig ist.

Hinweis: Der öffentliche Verkehr wird beim Indikator VQ4 «Auswirkungen auf den ÖV» berücksichtigt und darf hier nicht noch einmal aufgeführt werden. Deshalb ist in der Spalte «Bus» keine Eingabe möglich.

VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr KNA

Nettoeffekt Stammverkehr in Mio. Fzkm (Projektfall - Referenzfall): Autobahn										
Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
2027	35.00	----	0.80	1.70		3.20	2.50			43.20
2030	38.50	----	0.88	1.87	1	3.52	2.75			47.52
2035	42.35	----	0.97	2.06		3.87	3.03			52.27
2037	44.47	----	1.02	2.16		4.07	3.18			54.89
2043	46.69	----	1.07	2.27		4.27	3.34			57.63
2047	49.03	----	1.12	2.38		4.48	3.50			60.51
2050	51.48	----	1.18	2.50		4.71	3.68			63.54

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Zudem können Sie die Betriebskosten monetarisieren, welche auf die Umleitungen während der **Bauphase** zurückzuführen sind. Die dazu benötigten Daten werden im Blatt «Inputdaten» eingegeben und werden von dort direkt übernommen. Wird dort keine Eingabe getätigt, kann hier der Effekt qualitativ beschrieben werden.

Bemerkung zum HBEFA

Der Treibstoff- bzw. Stromverbrauch wird basierend auf dem Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA)⁵⁷ berechnet. Die verwendeten Verbrauchsfaktoren pro Fzkm für Benzin, Diesel und Strom werden zur Information ganz unten auf dem Tabellenblatt aufgeführt. Diese Werte können überschrieben werden. Dies sollte aber nur in Ausnahmefällen geschehen und ist dann im Kommentar zu erläutern (Begründung und Ausmass der Veränderung).

Die getätigten Veränderungen der Verbrauchsfaktoren werden auch bei der Berechnung der Indikatoren VQ7.2, VQ7.3, VQ8 und UW6 verwendet, dort aber in eNISTRA nicht mehr gezeigt. Zudem werden auch der Diesel- und der Elektroanteil an den Fzkm in den Berechnungen verwendet, die bereits im Blatt «Inputdaten» dargestellt wurden. Dort finden sich auch weitere Erläuterungen zum HBEFA.

Bau

Die Grundlagedaten für die Betriebskostenzunahme während der Bauphase können im Blatt «Inputdaten» eingegeben werden. Lässt sich dieser Effekt nicht beziffern, so ist auch eine qualitative Beschreibung der Effekte während der Bauphase möglich.

eNISTRA 2022

⁵⁷ Infrac (2022), Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs HBEFA. Version 4.2.2.

VQ3w	Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>In diesem Indikator wird die Veränderung der Betriebskosten der Fahrzeuge im Stammverkehr betrachtet. Dabei geht es um die Veränderung der variablen Betriebskosten pro Fzkm (Treibstoffverbrauch, Unterhalt, Reparaturen etc.).</p> <p>In der KNA werden im Indikator VQ3n zusätzlich die Zeitgewinne der Berufsschauffeure mitberücksichtigt. In der KWA werden aber die gesamten Zeitgewinne im Stammverkehr im Indikator VQ1w miteinbezogen, was einfacher verständlich ist. Hier sind also nur die fahrleistungsabhängigen Betriebskosten relevant.</p> <p>Bei diesem Indikator erfolgt keine separate Bewertung von Veränderung und Betroffenheit, sondern es wird direkt die Gesamtwirkung bewertet.</p>	
Gesamtwirkung	<p>Als Grundlage für die Bewertung wird die Veränderung der gesamten Fahrleistung (Fzkm) im Stammverkehr durch das Projekt betrachtet. Dabei werden die Veränderungen der Fzkm über alle Fahrzeugkategorien aufsummiert.⁵⁸ Diese Datengrundlagen sind auch für die Berechnung der KNA erforderlich, d.h. es werden keine zusätzlichen Daten benötigt. Als Vorgabewerte werden die Ergebnisse berechnet aus den Eingaben im ersten Eingabejahr aus dem Blatt «VQ3n». Bei Bedarf kann dies überschrieben werden.</p> <p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p> $Punkte = \frac{-\text{Veränderung der Fzkm im Stammverkehr pro Tag}}{8'000}$ <p>wobei Veränderung als Projekt- minus Referenzfall im DTV zu verstehen ist und folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:</p> <p>15 Punkte (Maximum): -120'000 Fzkm pro Tag -15 Punkte (Minimum) +120'000 Fzkm pro Tag</p>	
eNISTRA 2022		

⁵⁸ Auf eine Differenzierung nach Autobahn, ausserorts und innerorts wird in der KWA verzichtet, denn ausser den Treibstoffkosten sind die Kostensätze unabhängig von Strassentyp. Die Treibstoffkosten machen aber nur ca. 20% der Gesamtkosten aus (berechnet für 2040 je nach Strassenkategorie) und sind damit eher unbedeutend. Damit ist ein Verzicht auf die Differenzierung nach Strassenkategorien vertretbar.

VQ4n Auswirkungen auf den ÖV**KNA**

Ziel	Ebenfalls zu den direkten Kosten eines Strasseninfrastrukturprojekts zählen die Auswirkungen auf den öffentlichen Verkehr auf der Schiene und der Strasse. Die Auswirkungen auf den ÖV können Veränderungen der Reisezeiten, der Betriebskosten, der Zuverlässigkeit und der Einnahmen der ÖV-Betreiberin umfassen. Dieser Indikator berücksichtigt nur die Veränderung der Einnahmen und die Betriebskosten, die Veränderungen der Reisezeiten fließt im Indikatoren VQ1n ein und die Veränderungen der Zuverlässigkeit sind deskriptiv zu erwähnen (da sie im Indikator VQ2n nicht abgebildet werden können). Aufgrund dieses Indikators speziell für den ÖV entfällt der ÖV bei einigen anderen Indikatoren, namentlich bei VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr, VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr, VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr sowie teilweise bei VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr (Betriebskostenanteil entfällt, Reisezeitgewinne bleiben).
Einheit	CHF / Jahr
Bewertung	Kein Monetarisierungssatz notwendig

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

Hinweis: Das Schema ist für den öffentlichen Strassen- und Schienenverkehr genau gleich. Im Folgenden wird nur die Eingabe beim öffentlichen Strassenverkehr erläutert.

- ❶ Wählen Sie die Einheit, in welcher Sie das Verkehrsaufkommen und den durchschnittlichen Ertragssatz eingeben wollen.
 - ❷ Damit die Veränderung der Einnahmen berechnet werden kann, geben Sie bitte das Verkehrsaufkommen im Referenz- und Projektfall...
 - ❸ ...sowie den durchschnittlichen Ertragssatz ein, wobei damit der Fahrgasterlös ohne Abgeltungen gemeint ist. Damit diese Eingabe auf das Preisbasisjahr von eNISTRA umgerechnet werden können, müssen Sie zudem das Preisbasisjahr des Ertragssatzes sowie die durchschnittliche jährliche nominale Teuerung zwischen diesem Jahr und dem Jahr 2019 eingeben. Sie können zudem eine reale Veränderung des Ertragssatzes nach 2019 vorsehen.
- Für all diese Werte sind Vorgabewerte eingegeben, die bei Bedarf überschrieben werden können. Prinzipiell sind Daten vom lokalen Betreiber besser als die Vorgabewerte, die auf Schweizer Durchschnittswerten beruhen (diverse BfS-Daten, insbesondere aus «Kosten und Finanzierung des Verkehrs» (siehe Literaturverzeichnis)). Es sind die aktuellsten verfügbaren Daten für das Jahr 2018 eingegeben.⁵⁹ Die reale Veränderung des Ertragssatzes von 0.5% pro Jahr ist eine bei ÖV-Bewertungen häufig verwendete Annahme.⁶⁰

⁵⁹ Im öffentlichen Strassenverkehr könnten statt dem Durchschnitt von 0.3771 CHF / pkm auch die Werte für Autobusse 0.3368 CHF / pkm, Trolleybusse 0.4386 CHF / pkm oder Trams 0.4448 CHF / pkm eingegeben werden bzw. anstatt für den Durchschnitt 1.1008 CHF / Personenfahrt für Autobusse 1.2554 CHF / Personenfahrt, Trolleybusse 0.9028 CHF / Personenfahrt oder Trams 0.9796 CHF / Personenfahrt. Im Schienenverkehr wird als Standardwert mit 0.2100 CHF / pkm bzw. 7.0671 CHF / Personenfahrt gerechnet. Bei den Personenfahrten ist zu beachten, dass es einen Unterschied zwischen der Schiene und dem Strassen-ÖV gibt: Beim Schienenverkehr wird in Personenfahrten gemessen (beim Umsteigen zwischen Zügen wird der Fahrgast nur einmal erfasst). Beim Strassen-ÖV wird die Anzahl der Einsteiger angegeben (Umsteiger werden doppelt gezählt).

⁶⁰ Bei der Preisanpassung von 2018 auf 2019 wird vereinfachend die durchschnittliche jährliche Zunahme zwischen 2015 und 2018 verwendet (ÖV Strasse 1.81%, Schiene 2.31% – eigene Berechnungen basierend auf BFS-Daten).

VQ4n Auswirkungen auf den ÖV

KNA

Öffentlicher Strassenverkehr

Wahl der Einheit ÖV Strasse

 Personenkilometer (pkm) Personenfahrten (Pers.Fahrten)

1

Jahr	Personenkilometer		
	Referenz (Mio. pkm)	Projekt (Mio. pkm)	Differenz (Mio. pkm)
2027	150.00	140.00	-10.00
2030	175.00	164.00	-11.00
2035	200.00	187.00	-13.00
2037			-
2043			-
2047			-
2050			-

Ø Ertragssatz Strasse 0.38 in CHF / pkm

Preisbasis Ertragssatz 2018

nominale Teuerung Ertragssatz 1.8% (% / Jahr)

reale Veränderung Ertragssatz 0.5% (% / Jahr)

3

Jahr	Nettoeffekt Betriebskosten im öffentlichen Strassenverkehr in Mio. CHF bei Preisbasis 2016 (pos. Werte = Kosten, neg. Werte = Nutzen)	
	2027	
2030		0.30
2035		0.35
2037		
2043		
2047		
2050		

Preisbasis Betriebskosten Strasse 2016

nominale Teuerung Betriebskosten 1.0% (% / Jahr)

reale Veränderung Betriebskosten 0.75% (% / Jahr)

5

- 4 Um die Veränderungen auf der Kostenseite abzubilden, werden Sie gebeten, den Nettoeffekt auf die Betriebskosten der öffentlichen Strassenfahrzeuge einzutragen. Dazu sind die Betriebskosten im Referenzfall mit den Betriebskosten im Projektfall zu vergleichen. Eine verlässliche Schätzung bedingt spezifische Daten für die betroffene(n) Linie(n) und damit meist den Einbezug des ÖV-Betreibers. Für eine Grobschätzung für Linienbusse liefert die VSS 41 827 Daten.⁶¹

⁶¹ Falls Sie in einem Jahr einen Nullwert eingeben möchten und in anderen Jahren von Null abweichende Werte, so müssen Sie den Nullwert als z.B. 0.000001 eingeben, weil eNISTRA sonst meint, dass sie keine Eingabe getätigt haben.

VQ4n Auswirkungen auf den ÖV**KNA**

Detailbemerkung: Im Allgemeinen sind die Betriebskosten im Stammverkehr exkl. Treibstoffsteuern einzugeben, im Mehrverkehr jedoch inkl. Treibstoffsteuern und MWST (vgl. VQ3 und VQ7.2). Weil es sich bei den Betriebskostenänderungen im ÖV meist um Mehrverkehr handelt und weil das Ergebnis des Indikators VQ4 auch die Sicht des ÖV-Betreibers abbilden soll, sollten hier in der Regel die Betriebskosten inkl. Steuern ermittelt werden. Dabei ist zu beachten, dass der ÖV von der Mineralölsteuer (inkl. Zuschlag) befreit ist und somit nur die MWST relevant ist. Damit wird ein geringer Fehler im Bereich der Treibstoffsteuern im Stammverkehr akzeptiert.

- ⑤ Analog wie bei den Einnahmen sind die Preisbasis dieser Eingabe und die durchschnittliche jährliche nominale Teuerung einzugeben. Auch hier können reale Kostenveränderungen berücksichtigt werden. Als Vorgabe (Default) ist bei letzterem das Reallohnwachstum angegeben, da die Kosten von den Löhnen abhängen. Sie können jedoch einen anderen Wert eingeben.

Im Kommentarfeld sind auch allfällige Auswirkungen auf die Zuverlässigkeit im ÖV zu erwähnen.

Bau Die Bauphase wird nur im Falle von stark unter- oder überdurchschnittlichen Belastungen berücksichtigt. Dabei wird eine qualitative Beschreibung der Auswirkungen der Bauphase vorgenommen.

eNISTRA 2022

VQ4w	Auswirkungen auf den ÖV	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>In diesem Indikator werden die Auswirkungen eines Strassenprojektes auf den ÖV abgebildet.⁶² Dabei geht es insbesondere um die Veränderung der Nachfrage im ÖV: Strassenprojekte führen in der Regel zu einem Umsteigen vom ÖV auf den MIV (Mehrverkehr im MIV), wodurch sich Ertragseinbussen im ÖV ergeben.⁶³</p> <p>Allfällige Reisezeitgewinne im ÖV (z.B. bei einem Stauabbau auf einer Busstrecke) können im Indikator VQ1w berücksichtigt werden.</p> <p>Als Spezialeffekt wird zusätzlich die Veränderung der Betriebskosten im ÖV miteinbezogen, z.B. wenn auch der ÖV eine neue Strasse mitbenutzen kann.</p> <p>Bei diesem Indikator erfolgt keine separate Bewertung von Veränderung und Betroffenheit, sondern es wird direkt die Gesamtwirkung bewertet.</p>	
Gesamtwirkung	<p>Ausgangsbasis für die Bewertung bildet die Veränderung der Personenkilometer (pkm) im ÖV (die für die KNA ohnehin erhoben werden muss). Dabei werden Veränderungen im Strassen- und Schienen-ÖV im DTV zusammengezählt. Als Vorgabewerte werden die Ergebnisse berechnet aus den Eingaben im ersten Eingabejahr aus dem Blatt «VQ4n» (falls im Blatt VQ4n mit Personenfahrten (statt Personenkilometer) gerechnet wird, dann stimmen dieses Vorgabewerte nicht und müssen angepasst werden).</p> <p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p> $Punkte = \frac{\text{Veränderung der pkm im ÖV pro Tag}}{16'000}$ <p>wobei Veränderung als Projekt- minus Referenzfall im DTV zu verstehen ist und folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:</p> <p>15 Punkte (Maximum): +240'000 pkm pro Tag -15 Punkte (Minimum) -240'000 pkm pro Tag</p>	
Spezialeffekte	<p>Als Spezialeffekt können Auswirkungen auf die Betriebskosten des ÖV berücksichtigt werden. Diese können sich bspw. ergeben, wenn Busse die neue Strasse ebenfalls benutzen oder wenn dank Stauabbau die Reisezeiten sinken (und z.B. ein Fahrzeug eingespart werden kann). Dabei wird die folgende Skala verwendet:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ +/- 2 Punkte: Deutliche Veränderung der ÖV-Betriebskosten auf einer Buslinie oder spürbare Veränderung der ÖV-Betriebskosten auf mehreren Buslinien durch ein Projekt. ▪ +/-1 Punkt: Spürbare Veränderung der ÖV-Betriebskosten auf einer Buslinie. 	

⁶² Die Reduktion der ÖV-Einnahmen kann in der KNA bedeutende Ausmasse annehmen (bei drei klassischen Strassenprojekten beträgt der Anteil von VQ4n (+VQ7.1, vgl. folgende Fussnote) an den Kosten (DK1-DK4) 28%, 34% und 61%), so dass der Indikator VQ4 auch in die KWA aufzunehmen ist.

⁶³ In der KNA werden die Auswirkungen auf den ÖV in den Indikatoren VQ4n und VQ7.1n betrachtet, wobei in VQ7.1 die MWST-Einnahmen auf den Erlösen betrachtet werden. In der KWA werden die gesamten Auswirkungen auf die ÖV-Erlöse (inkl. MWST) im Indikator VQ4w berücksichtigt.

VQ5	Streckenredundanz	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Mit diesem Indikator wird beurteilt, ob und wie gut bei zukünftigen Bauarbeiten auf dem betroffenen Nationalstrassenabschnitt die bestehende Verkehrsmenge abgewickelt werden kann, d.h. wie gross die Netzredundanz ist.</p> <p>Für grössere zukünftige bauliche Unterhalts- und Erneuerungsmassnahmen ist relevant, welcher Anteil des Verkehrs trotz Sperrung aller Spuren einer Fahrtrichtung oder eines Tunnels im Richtungsverkehr auf der restlichen Nationalstrasse bewältigt werden kann. Aus Sicht ASTRA ist die Netzredundanz erfüllt, wenn im Fall grosser Unterhalts- und Erneuerungsarbeiten (definiert als Sperrung aller Spuren in einer Fahrtrichtung) 75% der Verkehrsmenge in der Spitzenstunde auf der Nationalstrasse behalten werden können. Dabei wird davon ausgegangen, dass der Pannestreifen mitbenutzt werden kann und schmalere Fahrstreifen sowie reduzierte Geschwindigkeiten in Kauf genommen werden. Bei der Bewertung ist zu berücksichtigen, dass im Tunnel normalerweise kein Pannestreifen vorhanden ist und die Breite der Fahrbahn im Tunnel und auf offener Strecke nicht gleich ist.</p>	
Veränderung	<p>Die beiden wichtigsten Kriterien zur Beurteilung der Netzredundanz sind:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Anzahl Fahrspuren (total beide Richtungen; mit Projekt vs. Ohne Projekt = Referenzfall) – %-Anteil der Verkehrsmenge, die während Unterhalts- & Erneuerungsmassnahmen in Spitzenstunden auf der Nationalstrasse verbleiben kann <p>Die folgende Operationalisierung bietet eine Richtschnur, die Facheinschätzung durch die Experten muss sich aber nicht strikt am Wortlaut ausrichten, sondern den konkreten Projektfall beurteilen.</p> <p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> +3 Punkte (stark positiv): Bei der Verkehrsführung während einer Instandhaltung / Erneuerung können dank des Projekts im Querschnitt mehr als zwei Fahrspuren mehr als heute eingerichtet werden. ODER: Es gibt dank des Projekts neu eine zusätzliche Verbindung im HLS-Netz (z.B. Bypass), ohne Rückbau der alten Strecke. +2 Punkte (positiv): Bei der Verkehrsführung während einer Instandhaltung / Erneuerung können dank des Projekts im Querschnitt zwei Fahrspuren mehr als heute eingerichtet werden. ODER: Es gibt dank des Projekts eine zusätzliche Verbindung im HVS-Netz (neue Überlandachse) ohne Rückbau bisheriger Netzabschnitte. +1 Punkt (schwach positiv): Bei der Verkehrsführung während einer Instandhaltung / Erneuerung kann dank des Projekts im Querschnitt eine Fahrspur mehr als heute eingerichtet werden. 0 Punkte (neutral): Durch das Projekt ergibt sich im Unterhaltsfall keine Veränderung der Netzredundanz gegenüber heute (Referenzfall). -1 Punkt (schwach negativ): Bei der Verkehrsführung während einer Instandhaltung / Erneuerung kann als Folge des Projekts im Querschnitt eine Fahrspur weniger als heute eingerichtet werden. -2 Punkte (negativ): Bei der Verkehrsführung während einer Instandhaltung / Erneuerung können als Folge des Projekts im Querschnitt zwei Fahrspuren weniger als heute eingerichtet werden. -3 Punkte (stark negativ): Bei der Verkehrsführung während einer Instandhaltung / Erneuerung können als Folge des Projekts im Querschnitt mehr als zwei Fahrspuren weniger als heute eingerichtet werden 	

VQ5	Streckenredundanz	KWA
Betroffenheit	<p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:⁶⁴</p> $Punkte = \frac{\text{Anzahl Fahrzeuge im DTV}}{10'000}$ <p>wobei folgendes Maximum zu beachten ist: Punkte (Maximum): DTV von 50'000 Fahrzeugen</p>	
Spezialeffekt bezgl. Betroffenheit	<p>Falls eine unbelastete Alternativroute mit wenig Zusatzumweg zur Verfügung steht, kann ein Punkt von der Betroffenheit abgezogen werden.⁶⁵ Hierzu ist in eNISTRA eine entsprechende Frage eingebaut.</p>	
eNISTRA 2022		

⁶⁴ Im Rahmen von STEP-NS hat sich gezeigt, dass es für künftige Aktualisierungen allenfalls prüfenswert wäre, anstatt dem DTV neu die Fzkm zu verwenden, um auch die Länge der Strecke mit zusätzlichen (oder wegfallenden) Fahrspuren mit zu berücksichtigen.

⁶⁵ Werte kleiner als Null sind bei der Betroffenheit nicht möglich. Entsprechende Werte unter Null (bei einem DTV kleiner 10'000 Fahrzeugen) werden deshalb auf Null gesetzt.

VQ6	Verkehrsentlastung nachgelagertes Netz	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Wenn aufgrund von Veränderungen auf dem Nationalstrassennetz das nachgelagerte Netz weniger stark oder stärker belastet wird, kann dies dazu führen, dass die Staus für den Autoverkehr im nachgelagerten Netz abgebaut werden oder weiter zunehmen, dass Busse mehr oder weniger zuverlässig verkehren oder dass sich die Verkehrssituation für die Fussgänger und Velofahrerinnen verbessert oder verschlechtert.</p> <p>Zudem kann die bei einer Tunnellösung oder Umfahrung für andere Nutzungen freigewordene Fläche (heutige Strassen, die entlastet werden oder künftig nicht mehr erforderliche oberirdische Strassenflächen) Optimierungen im ÖV, Fuss- und Veloverkehr ermöglichen. Dies kann nachgelagert auch ein Aufwertungspotenzial im Siedlungsgebiet zur Folge haben.</p>	
Veränderung	<p>Zuverlässigkeit und Reisezeit für MIV und ÖV sowie Attraktivität des Fuss- und Veloverkehrs: Entlastung auf dem / den wichtigsten Strassenabschnitt(en) des nachgelagerten Strassennetzes mit einer Spitzenstundenbelastung > 1'000 Fahrzeugen pro Stunde und Querschnitt (Summe beider Richtungen im Referenz- oder Projektfall).</p> <p>Zu beachten: Die massgebende Veränderung der Verkehrsbelastung (Projekt- minus Referenzfall) bezieht sich auf eine mit der Länge gewichtete Durchschnittsgrösse in Bezug auf das bei der Betroffenheit berücksichtigte Netz.</p>	
	<p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p> $\text{Punkte} = - \frac{\text{Veränderung der Verkehrsbelastung in \%}}{\frac{40\%}{3}}$ <p>wobei folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:</p> <p>+3 Punkte (stark positiv): Reduktion Verkehrsbelastung > 40 %</p> <p>-3 Punkte (stark negativ): Zunahme Verkehrsbelastung > 40 %</p>	
Betroffenheit	<p>Die Betroffenheit wird anhand der Summe der Streckenlängen mit einer minimalen Spitzenstundenbelastung von 1'000 Fz/h im Querschnitt und mindestens 10% Ent- bzw. Belastung (DTV) im Sinne eines Schwellenwerts bewertet. Nur Streckenabschnitte auf dem nachgelagerten Netz innerhalb des Siedlungsgebietes dürfen in die Bewertung einfließen.</p>	
	<p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p> $\text{Punkte} = \frac{\text{Streckenlänge (in km) mit mind. 10\% DTV-Veränderung}}{2}$ <p>wobei folgendes Maximum zu beachten ist:</p> <p>5 Punkte (Maximum): > 10 km mit mind. 10% DTV-Veränderung</p>	

VQ7n	Nutzen durch Mehrverkehr	KNA
------	--------------------------	-----

Der Indikator VQ7 «Nutzen durch Mehrverkehr» setzt sich aus drei Teilindikatoren zusammen:

- VQ7.1 MWST-Einnahmen im öffentlichen Verkehr
- VQ7.2 Nettonutzen des Mehrverkehrs
- VQ7.3 Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr

Da für diese Teilindikatoren unterschiedliche Inputdaten benötigt werden und andere Berechnungsweisen zur Anwendung kommen, werden sie auf drei eigenen Tabellenblättern berechnet. Zudem müssen die Ergebnisse differenziert hergeleitet werden, weil bei den sozioökonomischen Teilbilanzen VQ7.2 zur Teilbilanz BenutzerInnen gehört, VQ7.1 und VQ7.3 hingegen zur Teilbilanz Staat.

VQ7.1	MWST-Einnahmen ÖV	KNA
-------	-------------------	-----

Ziel	Durch Umsteigeeffekte vom öffentlichen Verkehr auf den motorisierten Individualverkehr oder umgekehrt, verändern sich die Einnahmen der ÖV-BetreiberInnen und somit auch die MWST-Einnahmen des Staates. Die Berücksichtigung erfolgt, um den Nettonutzen des Mehrverkehrs bei volkswirtschaftlichen Preisen abzubilden (vgl. Ecoplan, Metron 2005, Ziffer 17.1. und 17.3).
Einheit	CHF / Jahr
Bewertung	Kein Monetarisierungssatz notwendig

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Hier brauchen Sie nur den durchschnittlichen Mehrwertsteuersatz für den öffentlichen Verkehr auf der Strasse und der Schiene im Jahr der Inbetriebnahme einzugeben, da das Mengengerüst (Umsteigeeffekte) bereits auf dem Indikatorblatt VQ4 Auswirkungen auf den ÖV erfasst wurde. Sofern kein Umsteigeeffekt vorhanden ist, können Sie die Felder leer lassen. Zum durchschnittlichen Mehrwertsteuersatz folgende Hilfestellung:
- Der durchschnittliche Mehrwertsteuersatz im Bahnverkehr beträgt zurzeit 4.3% (Pauschalsteuersatz),⁶⁶ da einerseits der grenzüberschreitende Verkehr von der Steuer befreit ist und andererseits der Vorsteuerabzug berücksichtigt werden muss.

Ø MWSt-Satz Strasse (%)

Ø MWSt-Satz Schiene (%)

1

Bau Die Bauphase ist für diesen Indikator nicht relevant.

eNISTRA 2022

⁶⁶ ESTV (2018), Pauschalsteuersätze. MWST-Info 13, Kapitel 8, unter «Transportunternehmungen des öffentlichen und des touristischen Verkehrs».

VQ7.2	Nettonutzen Mehrverkehr	KNA
Ziel	<p>Der Nettonutzen des Mehrverkehrs gehört ebenfalls zu den direkten Nutzen eines Strasseninfrastrukturprojekts, die es zu maximieren gilt. Der Mehrverkehr umfasst neue Fahrten (Neuverkehr), Umsteiger von anderen Verkehrsträgern und Zielwahländerungen (vgl. SN 641 820, Ziffer 8.17). Der Nutzen des Mehrverkehrs für BenutzerInnen wird bei diesem Indikator erfasst. Die möglichen unerwünschten Folgen (z.B. Luftverschmutzung) werden bei den entsprechenden anderen Indikatoren erfasst.</p> <p>Der Nettonutzen des Mehrverkehrs umfasst die Veränderungen von Reisezeit und Betriebskosten Fahrzeuge. Der Indikator ergänzt also die Indikatoren VQ1n und VQ3, welche nur die Veränderungen im Stammverkehr enthalten (vgl. Abbildung bei VQ1n). Eine Aufteilung des Nettonutzens des Mehrverkehrs auf Reisezeitgewinne und Betriebskosten würde zusätzliche Verkehrsmodellberechnungen bedingen: Man müsste wissen, wie viel Verkehr sich ergeben würde, wenn nur die Reisezeiten sich verändern würden, aber nicht die Distanzen. Dieser Aufwand lohnt sich nicht. Der Nutzen im Mehrverkehr wird deshalb in einem Schritt berechnet (vgl. KNA-Kommentar, Ziffer 17.2).</p> <p>Hinweis: In heutigen Verkehrsmodellen kann nur im Personenverkehr der Mehrverkehr berechnet werden, im Güterverkehr hingegen nicht. Deshalb bleiben die Spalten für den Güterverkehr in der Regel leer.</p>	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	<p>Vgl. Angaben bei VQ1n «Reisezeitveränderungen Stammverkehr», VQ3 «Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr» sowie VQ7.3 «Einnahmen, Steuern und Maut Mehrverkehr». Zudem werden die Treibstoffverbrauchsfaktoren (Benzin, Diesel, Elektro sowie Diesel- und Elektroanteil) vom Indikator VQ3 übernommen.</p> <p>Im Gegensatz zum Indikator VQ3 müssen bei den Betriebskosten im Mehrverkehr die Treibstoffsteuern, die MWST⁶⁷ und die Maut (LSVA) bzw. bei Elektrofahrzeugen Steuern und Abgaben mitberücksichtigt werden (vgl. SN 641 820, Ziffern 35.1): Beim Indikator VQ3 werden die volkswirtschaftlichen Nutzen berechnet (deshalb exkl. Steuern und Maut, die einen reinen Transfer darstellen, vgl. VQ8.) Beim Indikator VQ7.2 hingegen wird der Nutzen der BenutzerInnen ermittelt, so dass die Kostensätze aus Sicht der BenutzerInnen (inkl. Steuern und Maut) verwendet werden müssen. Um den volkswirtschaftlichen Nutzen des Mehrverkehrs korrekt abzubilden, werden Steuern und Maut im Mehrverkehr im Indikator VQ7.3 berücksichtigt (vgl. Ecoplan, Metron 2005, Kapitel 17.1 und 17.2).</p>	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

Die Eingaben erfolgen analog zu den Eingaben bei den Indikatoren VQ1n «Reisezeitveränderungen Stammverkehr» und VQ3 «Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr». Deshalb sind hier die Erläuterungen zu diesen beiden Indikatoren ebenfalls relevant. Zudem werden die Treibstoffverbrauchsfaktoren vom Indikator VQ3 übernommen.

Hinweis: Die Betriebskosten des öffentlichen Verkehrs wurden bereits beim Indikator VQ4 «Auswirkungen auf den ÖV» berücksichtigt und dürfen hier nicht noch einmal aufgeführt werden. Die Reisezeitgewinne des Mehrverkehrs im ÖV sind jedoch noch in keinem anderen Indikator enthalten. Deshalb ist in der Spalte «Bus» nur bei den Reisezeitgewinnen (vgl. ❶) eine Eingabe möglich. Wie beim Indikator VQ1n ist bei den Reisezeitgewinnen aber keine Eingabe für die Fahrzeugkategorien Lieferwagen und «Ø PV und GV» möglich (wohl aber bei den Betriebskosten).

⁶⁷ Die MWST wird nur im Personenverkehr berücksichtigt, im Güterverkehr hingegen nicht, da der Güterverkehr die MWST als Vorsteuerabzug wieder abziehen kann (gemäss VSS 41 827, Ziffer 15 und Tab. 3).

VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr**KNA**

- ❶ Zuerst müssen die Reisezeitveränderungen eingegeben werden – im Gegensatz zum Indikator VQ1n nun aber diejenigen im Mehrverkehr (statt im Stammverkehr). Eingegeben werden wie beim Indikator VQ1n die Ergebnisse in Mio. CHF. Die Berechnung erfolgt mit Hilfe der folgenden Formel (vgl. SN 641 820, Ziffer 35.1, siehe auch EcoPlan, Metron 2005, Kapitel 36):

$$\text{Reisezeitgewinne Mehrverkehr} = 0.5 B \sum_{i,j} |\Delta F_{i,j}| \Delta ZK_{i,j}$$

wobei $|\Delta F_{i,j}|$ = Absolute Differenz der Anzahl Fahrzeugfahrten in der Projektvariante P im Vergleich zum Referenzfall 0 auf der Relation von i nach j

B = Besetzungsgrad (Anzahl Personen pro Fahrzeug) – siehe Detailnorm VSS 41 822a: Zeitkosten im Personenverkehr

$\Delta ZK_{i,j}$ = Veränderung der Zeitkosten in der Projektvariante P im Vergleich zum Referenzfall 0 auf einer Fahrt von i nach j (d.h. $\Delta ZK_{i,j} = ZK_{i,j}^0 - ZK_{i,j}^P$)

Diese Formel muss für alle relevanten Fahrzeugkategorien und für alle betrachteten Jahre berechnet werden.

Die Kostensätze für die Bestimmung von $\Delta ZK_{i,j}$ sind wie beim Indikator VQ1n der VSS 41 822a und der VSS 41 823 zu entnehmen. Die Preisbasen sowie die Anpassung an den Preisstand von eNISTRA werden bei der Eingabe vom Indikator VQ1n übernommen (und können für Personen- und Güterverkehr unterschiedlich sein).

Teil Reisezeitveränderungen (analog VQ1n)

Reisezeitveränderung im Mehrverkehr in Mio. CHF (pos. Werte = Nutzen, neg. Werte = Kosten)										
Jahr	Personenverkehr (Preisbasis 2007)				Güterverkehr (Preisbasis 2005)			Ø PV und GV	Total	
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF			Ø GV
2027	0.35	0.08	0.04	0.05		---			---	0.51
2030	0.39	0.08	0.04	0.06		---			---	0.56
2035	0.42	0.09	0.04	0.06		---			---	0.62
2037	0.44	0.10	0.04	0.06		---			---	0.65
2043	0.47	0.10	0.05	0.07		---			---	0.68
2047	0.49	0.11	0.05	0.07		---			---	0.71
2050	0.51	0.11	0.05	0.07		---			---	0.75

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

- ❷ Geben Sie anschliessend die Inputdaten für die Berechnung der Betriebskosten der Fahrzeuge im Mehrverkehr ein – analog zum Indikator VQ3 sind Eingaben zu den Fzkm auf Autobahnen, Fzkm ausserorts, Fzkm innerorts und Fahrzeugstunden nötig. Die Berechnung der Fzkm basiert auf folgender Formel (vgl. SN 641 820, Ziffer 35.1):

$$\text{Veränderung der Fzkm Mehrverkehr} = \sum_{i,j} |\Delta F_{i,j}| \Delta d_{i,j}$$

wobei $\Delta d_{i,j}$ = Distanz (in km) in der Projektvariante P im Vergleich zum Referenzfall 0 auf der Relation von i nach j (d.h. $\Delta d_{i,j} = d_{i,j}^P - d_{i,j}^0$)

(für den Rest siehe oben)

Diese Formel muss für alle betrachteten Fahrzeugkategorien, für alle betrachteten Jahre sowie für Autobahn, ausserorts und innerorts berechnet werden.

Vorsicht: Der Faktor 0.5 zur Berechnung des Mehrverkehrs wird also hier innerhalb von eNISTRA angewendet (bei den Zeitgewinnen muss er aber bei der Eingabe bereits berücksichtigt werden).

VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr

KNA

Teil Betriebskosten Fahrzeuge (analog VQ3)

Nettoeffekt Mehrverkehr in Mio. Fzkm (Projektfall - Referenzfall): Autobahn										
Jahr	Personenverkehr				Güterverkehr			Ø PV und GV	Total	
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF			Ø GV
2027	1.75	---	0.04	0.09					1.88	
2030	1.93	---	0.04	0.09					2.06	
2035	2.12	---	0.05	0.10					2.27	
2037	2.22	---	0.05	0.11					2.38	
2043	2.33	---	0.05	0.11					2.50	
2047	2.45	---	0.06	0.12					2.63	
2050	2.57	---	0.06	0.13					2.76	

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Bau Die Bauphase ist für diesen Indikator nicht relevant (der Effekt ist vernachlässigbar, da die Bauphase im Vergleich zu Betriebsphase klein ist und da der Mehrverkehr im Vergleich zum Stammverkehr klein ist).

eNISTRA 2022

VQ7.3	Einnahmen Steuern und Maut Mehrverkehr	KNA
Ziel	Um den Nutzen des Mehrverkehrs bei volkswirtschaftlichen Preisen abbilden zu können, wird neben dem Indikator VQ7.2 als Hilfskonstruktion noch die Veränderung der Treibstoffsteuern und der Maut im Mehrverkehr berücksichtigt (da Treibstoffsteuern und Maut volkswirtschaftlich keine Kosten darstellen; vgl. ausführlich EcoPlan, Metron 2005, Kapitel 17.1). Hinweis: In heutigen Verkehrsmodellen kann nur im Personenverkehr der Mehrverkehr berechnet werden, im Güterverkehr hingegen nicht. Deshalb bleiben die Spalten für den Güterverkehr in der Regel leer.	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	Die Bewertung wird der VSS 41 827 entnommen und beträgt zu Preisen des Jahres 2019: – Mehrwertsteuersatz: 7.7% – Mineralölsteuer (inkl. Zuschlag, Klimarappen und Carbura-Gebühr): 0.7312 CHF / l Benzin bzw. 0.7587 CHF / Liter Diesel – Die LSVA (leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe) beträgt durchschnittlich 0.70 CHF / Fzkm und wird nur bei den Fzkm der schweren Nutzfahrzeuge erhoben. – Die Abgaben und Steuern auf den Strompreis für Elektrofahrzeuge beträgt 1.75 Rp / MJ im Personenverkehr bzw. 1.25 Rp / MJ im Güterverkehr (für die Herleitung dieser Preise siehe Kapitel 8.7, Abschnitt VQ3).	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Berechnen Sie die Fahrtlängen im Mehrverkehr entsprechend folgender Formel (vgl. SN 641 820, Ziffer 35.2 – siehe auch EcoPlan, Metron 2005, Kapitel 39):

$$\text{Fahrtlängen Mehrverkehr} = \sum_{i,j} \Delta F_{i,j} d_{i,j}^P$$

wobei $\Delta F_{i,j}$ = Zunahme der Anzahl Fahrzeugfahrten in der Projektvariante P im Vergleich zum Referenzfall 0 auf der Relation von i nach j (d.h. $\Delta F_{i,j} = F_{i,j}^P - F_{i,j}^0$)

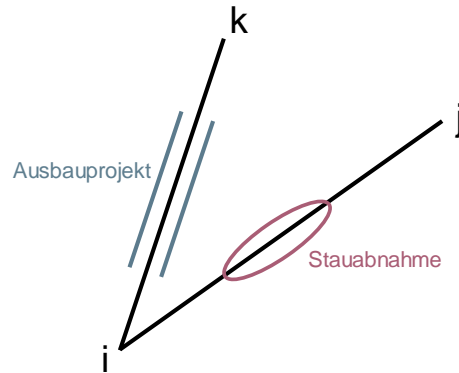
$d_{i,j}^P$ = Distanz (in km) in der Projektvariante P auf der Relation von i nach j (im Normalfall mit Mehrverkehr – falls Minderverkehr auf der Strecke von i nach j ist die Distanz im Referenzfall 0 zu verwenden)

Diese Formel muss wie beim Indikator VQ3 für alle betrachteten Fahrzeugkategorien, für alle betrachteten Jahre sowie für Autobahn, ausserorts und innerorts berechnet werden. Für die korrekte Eingabe verweisen wir auch auf die Ausführungen beim Indikator VQ3 (unter ❶).

Bemerkung: Die Formel unterscheidet sich von derjenigen beim Indikator VQ7.2. Grund dafür sind Zielwahländerungen: Nehmen wir an, eine Person fährt aufgrund des Projektes neu von i nach k statt von i nach j, obwohl das Projekt auch auf der Strecke von i nach j zu einer Verbesserung (Stauabnahme) führt (vgl. folgende Abbildung). Beim Indikator VQ7.2 muss die Verbesserung auf der ursprünglichen Strecke von i nach j berücksichtigt werden, weil die Person von der Stauabnahme profitiert, aber beim neuen Ziel vom Projekt noch mehr profitieren kann (deshalb schreibt die Formel bei VQ7.2 die Berechnung über den Absolutwert der Fahrtendifferenz vor). Hier beim Indikator VQ7.3 hingegen muss berücksichtigt werden, dass die Steuereinnahmen auf der alten Strecke wegfallen und durch diejenigen der neuen Strecke ersetzt werden (deshalb hier kein Absolutwert). Zudem wird hier die Distanz im Projektfall (oder Referenzfall) verwendet anstatt der Veränderung der Distanz wie beim Indikator VQ7.2.

VQ7.3 Einnahmen Steuern und Maut Mehrverkehr

KNA



Hinweis: Da der öffentliche Verkehr von der Mineralölsteuer (inkl. Zuschlag) befreit ist und da die MWST im ÖV bereits im Indikator VQ7.1 behandelt wird, ist bei den Bussen keine Eingabe möglich.

Die Treibstoffverbrauchsfaktoren werden vom Indikator VQ3 übernommen.

Fahrtlängen im Mehrverkehr in Mio. Fzkm: Autobahn										
Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
2027	1.60	----	0.04	0.08						1.71
2030	1.76	----	0.04	0.08						1.88
2035	1.94	----	0.04	0.09						2.07
2037	2.03	----	0.05	0.10						2.18
2043	2.13	----	0.05	0.10						2.28
2047	2.24	----	0.05	0.11						2.40
2050	2.35	----	0.05	0.11						2.52

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Bau Die Bauphase ist für diesen Indikator wie beim Indikator VQ7.2 nicht relevant.

eNISTRA 2022

VQ7w	Nutzen durch Mehrverkehr	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>In diesem Indikator sollen die Nutzen erfasst werden, die für die Fahrzeuglenker (und ihre Mitfahrer) im Mehrverkehr entstehen. Aufgrund des Projektes sind z.B. Zeitgewinne möglich, die dazu führen, dass gewisse Personen vom ÖV auf den MIV umsteigen oder ein anderes, tendenziell weiter entferntes Ziel wählen. Diese zusätzlichen Fahrten stiften einen Nutzen (sonst würden sie nicht unternommen).⁶⁸</p> <p>Bei diesem Indikator erfolgt keine separate Bewertung von Veränderung und Betroffenheit, sondern es wird direkt die Gesamtwirkung bewertet.</p>	
Gesamtwirkung	<p>Der Anreiz, eine zusätzliche Fahrt im MIV zu unternehmen, wird in erster Linie durch mögliche Zeitgewinne durch das Projekt gesetzt. Deshalb dienen die Zeitgewinne im Mehrverkehr durch das Projekt – sei es durch eine kürzere Strecke oder durch Stauabbau – als Grundlage für die Bewertung. Dabei werden die Zeitgewinne im Mehrverkehr benutzt, die auch für die KNA verwendet werden (keine zusätzlichen Datenanforderungen), ausgedrückt als Personenstunden pro Tag (im DTV).</p> <p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p> $Punkte = \frac{\text{Zeitgewinne in ph im Mehrverkehr pro Tag}}{80}$ <p>wobei Veränderung als Referenz- minus Projektfall im DTV zu verstehen ist und folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:</p> <p>15 Punkte (Maximum): 1'200 Personenstunden pro Tag (DTV)</p> <p>-15 Punkte (Minimum) -1'200 Personenstunden pro Tag (DTV) (in diesem Fall gäbe es Minderverkehr, nicht Mehrverkehr)</p>	
eNISTRA 2022		

⁶⁸ Im Indikator VQ7w nicht abgebildet sind hingegen die folgenden Effekte der KNA:

- VQ7.1 MWST-Einnahmen im ÖV: Diese sind in der KWA im Indikator VQ4w mitenthalten.
- Der Indikator VQ7.2 (Nettonutzen Mehrverkehr) setzt sich aus 3 Teilen zusammen:
 - Zeitgewinne Mehrverkehr (analog VQ1n im Stammverkehr)
 - Betriebskosten Mehrverkehr fahrleistungsabhängig (analog VQ3n)
 - Betriebskosten Mehrverkehr zeitabhängig (analog VQ3n bzw. VQ1w)

Im vorliegenden Indikator VQ7w werden die beiden zeitabhängigen Effekte betrachtet, die fahrleistungsabhängigen Betriebskosten jedoch vereinfachend weggelassen, da diese betragsmässig oft viel kleiner ausfallen.

- VQ7.3 Einnahmen Steuern und Maut Mehrverkehr: Die Einnahmen des Staates (Treibstoffsteuern) aus den neuen Fahrten im MIV statt ÖV werden in der KWA vereinfachend vernachlässigt.

VQ8	Einnahmen Steuern und Maut Stammverkehr	KNA
Ziel	Dieser Indikator ist nur für die Bildung der sozioökonomischen Teilbilanzen relevant. Die Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Stammverkehr stellen einen Transfer von den BenutzerInnen zum Staat dar.	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	Vgl. Angaben bei VQ7.3 (bzw. VSS 41 827).	
Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?		
❶	<p>Es ist keine Eingabe erforderlich, da die benötigten Daten zu den Fzkm aus dem Blatt «Inputdaten» automatisch eingelesen werden.</p> <p>Hinweise: eNISTRA berechnet mit Hilfe Ihrer Angaben zu den Fzkm im Gesamtverkehr sowie den Angaben zum Mehrverkehr bei VQ7.3 die Veränderung der Fzkm im Stammverkehr.</p> <p>Wie beim Indikator VQ7.3 ist im ÖV (Bus) keine Eingabe möglich (bzw. wird die Eingabe vom Blatt «Inputdaten» nicht übernommen). Zudem werden die Treibstoffverbrauchsfaktoren vom Indikator VQ3 übernommen.</p>	
Bau	Die Bauphase ist für diesen Indikator nicht relevant.	
eNISTRA 2022		

VQ9 Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr KNA

Ziel Die körperliche Betätigung im Fuss- und Veloverkehr wirkt sich positiv auf die Gesundheit aus. Durch körperliche Aktivität vermindert sich die Zahl der Spitalaufenthalte in der Bevölkerung und die Lebenserwartung nimmt zu. Konkret werden folgende Nutzen berücksichtigt:

- Geringere Gesamtmortalität, d.h. gewonnene Lebens- und Erwerbsjahre (bzw. verhinderte frühzeitige Todesfälle)
- Weniger Hospitalisationen wegen geringerer Anzahl Fälle von
 - Diabetes (Typ II – Altersdiabetes)
 - Herz-Kreislaufkrankungen
 - Brustkrebs
 - Kolonkrebs (Teil des Dickdarms)
 - Demenz
 - Depression

Es dürfen nur die externen Gesundheitsnutzen in einer KNA miteinbezogen werden, nicht die internen, weil die internen Nutzen bereits im Entscheid, den Fuss- oder Veloverkehr zu benutzen, bzw. im Zeitkostensatz enthalten sind.

Einheit CHF / Jahr

Bewertung Der Kostensatz für die externen Gesundheitsnutzen des Fuss- und Veloverkehrs ist praktisch identisch und beträgt 0.189 CHF / Personenkilometer (Preise 2019). Die externen Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr ergeben sich als eingesparte Kosten durch

- verminderte medizinische Behandlungskosten
- verminderte Nettoproduktionsausfälle
- verminderte Wiederbesetzungskosten
- verminderte Transferleistungen durch Versicherungen (Hinterlassenenrenten der AHV und IV-Renten für Demenzkranke)

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- Einzugeben ist die Veränderung der Personenkilometer im Fuss- und Veloverkehr. Eine Differenzierung nach Fuss- und Veloverkehr ist für die Berechnung nicht erforderlich, kann aber vorgenommen werden, um die Ergebnisse separat ausweisen zu können. In der Spalte «Total Fuss- und Veloverkehr» wird automatisch die Summe berechnet. Diese Summe kann aber überschrieben werden, wenn die Daten nicht nach Fuss- und Veloverkehr differenziert vorliegen (wobei dann die Spalten für Fuss- und Veloverkehr leer gelassen werden). Beim Veloverkehr werden die Pedelecs mit Tretunterstützung bis 25 km/h mitberücksichtigt, hingegen die E-Bikes mit Tretunterstützung bis 45 km/h ausgeschlossen. Es ist möglich, dass für den Fuss- und Veloverkehr weniger gute Grundlagen aus dem Verkehrsmodell zur Verfügung stehen als im MIV, z.B. könnten nicht für alle Jahre, für die MIV-Daten vorliegen, auch Daten für den Fuss- und Veloverkehr verfügbar sein. Entsprechend können die Vorgabewerte in der ersten Spalte bei Bedarf überschrieben werden.

Jahr	Veränderung der Personenkilometer (Projektfall - Referenzfall) in Mio. pkm		
	Fussverkehr	Veloverkehr	Total Fuss- und Veloverkehr
2027	0.80	1.50	2.30
2030	0.88	1.65	2.53
2035	0.97	1.82	2.78
2037	1.02	1.91	2.92
2043	1.07	2.00	3.07
2047	1.12	2.10	3.22
2050	1.18	2.21	3.38

VQ9	Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr	KNA
------------	---	------------

Bau	Auf die Berechnung von allfälligen Effekten durch Umwege in der Bauphase wird verzichtet. Denn meist sind die Umwege im Veloverkehr und insbesondere im Fussverkehr während der Bauphase eines Projektes so gering, dass sich die Programmierung dieses Effektes nicht lohnt. Zudem würde dessen Berechnung die Eingabe zusätzlicher Inputdaten (Länge des Umweges, Anzahl Betroffene und Dauer der Umleitung) erfordern, worauf verzichtet wird – auch weil die Planung des Baus möglicherweise noch nicht so weit fortgeschritten ist, dass diese Daten schon vorliegen. Eine qualitative Beschreibung der Effekte während der Bauphase ist jedoch möglich.	
-----	---	--

eNISTRA 2022

4.3 Indikatoren im Bereich Sicherheit

SI1n	Unfälle	KNA	
Ziel	Die Verbesserung der Verkehrssicherheit ist eines der wichtigsten Ziele einer nachhaltigen Mobilitäts politik. Insbesondere soll die Zahl der Getöteten und Schwerverletzten reduziert werden. Aber auch Leichtverletzte und Sachschäden sollten möglichst minimiert werden. Die Bewertung beruht auf der VSS 41 824 mit aktualisierten Kostensätzen.		
Einheit	CHF / Jahr		
Bewertung	Die Bewertung beruht auf 13 Kostensätzen pro Fahrzeugkilometer für Unfälle auf Strecken und 7 Kostensätzen pro Fahrzeug (das in den Knoten einfährt) für Unfälle an Knoten (für die vereinfachte Methode sind es 3 Kostensätze pro Fzkm). Die verwendeten Kostensätze werden neu berechnet: Mangels aktuellerer Datengrundlagen werden die Unfallraten (auf Strecken) bzw. Unfallziffern (auf Knoten) sowie die Dunkelziffern wie bisher der VSS 41 824 entnommen, die Kostensätze (pro Getöteten, pro Verletzten oder pro Unfall) hingegen werden aus Infrac, Ecoplan (2019) ⁶⁹ übernommen. Dies ist nötig, um den neuen, deutlich höheren VOSL (value of statistical life) zu berücksichtigen, der auch in den anderen Kostenbereichen (Luft- und Lärmbelastung) zum Einsatz kommt. ⁷⁰ Alle Kostensätze werden auf Preise 2019 angepasst. Für die Berechnung der sozioökonomischen Teilbilanzen		
Streckenabschnitte			
		Unfallraten 2005, Preise 2019	
CHF / 1000 Fzkm		Soziale Kosten	externe Kosten
Standardmethode			
Autobahn 2-streifig		71.4	5.8
Autobahn 3-streifig		62.5	5.3
Autostrasse		142.5	10.8
Ø Autobahn und Autostrasse		74.5	6.0
Hauptstrasse innerorts		314.0	26.1
ausserorts		448.0	37.9
Durchschnitt		434.6	36.7
Nebenstrasse innerorts		106.9	9.8
ausserorts		384.6	32.8
Durchschnitt		355.7	30.4
Ø Haupt- und Nebenstrasse innerorts		275.1	23.0
ausserorts		436.5	37.0
Durchschnitt		420.2	35.6
Knoten			
		Unfallziffern 2005, Preise 2019	
CHF / 1000 Fz		Soziale Kosten	externe Kosten
Einmündung mit Lichtsignalanlage		72.1	6.4
Einmündung ohne Lichtsignalanlage		381.4	29.2
Kreuzung mit Lichtsignalanlage		182.0	15.5
Kreuzung ohne Lichtsignalanlage		194.3	17.4
Kreisel dreiarmig		68.5	6.0
Kreisel vier- und fünfarmig		180.4	15.3
Ø Knoten		170.4	14.2

⁶⁹ Infrac, Ecoplan (2019), Externe Effekte des Verkehrs 2015.

⁷⁰ Damit steigen die sozialen Unfallkostensätze um ca. 40% (je nach betrachtetem Kostensatz), die Kostensätze für die externen Unfallkosten, die nur in den Teilbilanzen relevant sind, sinken jedoch um ca. 25%.

SI1n	Unfälle	KNA	
Vereinfachte Methode		Unfallraten 2005, Preise 2019	
CHF / 1000 Fzkm		Soziale Kosten	Externe Kosten
Autobahn		77.2	6.2
Innerorts		734.6	65.3
Ausserorts		369.0	31.2

werden neben den sozialen (oder volkswirtschaftlichen) Kosten auch die externen Kosten benötigt (für die Aufteilung der Kosten auf Benutzer und Allgemeinheit). Es ist zu beachten, dass in den folgenden Kostensätzen die Abnahme der Unfallraten- und Ziffern von standardmässig 2% pro Jahr ab 2005 nicht enthalten ist (diese wird erst in eNISTRA berücksichtigt, da eine Sensitivität für diese Annahme erfolgt).

In den Kostensätzen sind die folgenden Komponenten enthalten: Sachschäden, Polizeikosten, Rechtsfolgekosten, medizinische Heilungskosten, Wiederbesetzungskosten (Arbeitsplatz), Produktionsausfälle (da die Unfallopfer vorübergehend oder dauerhaft nicht als Arbeitskräfte eingesetzt werden können), immaterielle Kosten (Schmerz, Leid der Unfallopfer) sowie Administrativkosten von Versicherungen. Die Dunkelziffer ist ebenfalls in den Kostensätzen enthalten.

Im Rahmen der Sensitivität für einen höheren bzw. tieferen VOSSL ($\pm 50\%$) werden auch entsprechend angepasste Kostensätze (ca. $\pm 35\%$) verwendet.

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- Als erstes muss angegeben werden, mit welcher Methode die Bewertung erfolgen soll. Es stehen zwei Varianten zur Auswahl: Die Standardmethode und die vereinfachte Methode. Die Standardmethode bedingt eine Eingabe getrennt nach Streckenabschnitten und Knoten. Zudem werden sowohl Streckenabschnitte als auch Knoten weiter in verschiedene Kategorien unterteilt. Die vereinfachte Methode kommt dann zum Einsatz, wenn keine detaillierten Informationen aus dem Verkehrsmodell zu allen relevanten Streckenabschnitten und Knoten verfügbar sind. Dabei werden die Unfälle an Knoten nicht separat betrachtet, sondern in die Unfallraten der Strecken integriert. In der Praxis kommt meist die vereinfachte Methodik zu Anwendung. Die Wahl ist mit dem Drücken des Knopfes «Eingabe bestätigen» zu aktivieren.

Die nötigen Eingaben in der vereinfachten Methode werden direkt aus dem Blatt «Inputdaten» übernommen, so dass keine Eingaben mehr nötig sind. Im Folgenden wird deshalb die Eingabe für die Standardmethode besprochen.

Wahl der Bewertungsmethode Standardmethode

1

- Zu Beginn müssen die Jahre angegeben werden, für welche diese Zahlen vorhanden sind (vgl. Erläuterungen bei VQ1).
- Danach sind die Fahrzeugkilometer (Fzkm bei Strecken) bzw. Fahrzeuge (Fz bei Knoten, d.h. Anzahl Fahrzeuge, die in den Knoten einfahren) einzugeben. Dabei ist erstens zu beachten, dass jeweils der **Nettoeffekt** einzugeben ist, d.h. die Veränderung, welche das Projekt im Vergleich zum Referenzfall mit sich bringt. Zweitens kann die VSS 41 824 (Ziffer 1) nicht zwischen verschiedenen Fahrzeugkategorien (Personenwagen, Lastwagen etc.) unterscheiden, so dass die Summe aller Fahrzeugkategorien einzugeben ist. Drittens erlaubt eNISTRA die Eingabe sehr detaillierter Daten (z.B. Autobahn 2-streifig, Autobahn 3-streifig und Autostrasse) oder – wenn die Daten weniger detailliert sind – nur eines Durchschnitts (= \emptyset) für Autobahn und Autostrasse. **Jede Veränderung darf aber nur entweder detailliert oder als Durchschnitt eingegeben werden, ansonsten kommt es zu einer Doppelzählung.** Falls in einer der 5 Durchschnittszeilen für ein bestimmtes Jahr die Summe der oberhalb eingegebenen differenzierten Werte steht, erscheint eine Warnung, da es in diesem Fall wahrscheinlich ist, dass die Veränderungen doppelt eingegeben wurden. Sollte diese Eingabe zufälligerweise doch korrekt sein, kann die Warnung ignoriert werden, wobei dies in den Bemerkungen zu erläutern ist.

SI1n Unfälle KNA

Das Total der hier eingegebenen Fahrleistung muss mit dem Total der Fahrleistung im Blatt Inputdaten übereinstimmen. Falls dies nicht der Fall ist, erscheint in eNISTRA unterhalb der letzten Eingabe eine Fehlermeldung. Bitte passen Sie in diesem Fall Ihre Eingaben an, so dass die Fehlermeldung verschwindet.⁷¹

Eingabe Standardmethode

Streckenabschnitte		Veränderung Mio. Fzkm pro Jahr (Summe aller Fahrzeugkategorien)							
		Jahr	2027	2030	2035	2037	2043	2047	2050
Autobahn 2-streifig			27.00	29.70	32.67	34.30	36.02	37.82	39.71
Autobahn 3-streifig			9.00	9.90	10.89	11.43	12.01	12.61	13.24
Autostrasse			5.00	5.50	6.05	6.35	6.67	7.00	7.35
Ø Autobahn und Autostrasse									
Hauptstrasse	innerorts		-10.00	-11.00	-12.10	-12.71	-13.34	-14.01	-14.71
	ausserorts		-10.00	-11.00	-12.10	-12.71	-13.34	-14.01	-14.71
	Durchschnitt								
Nebenstrasse	innerorts		-2.00	-2.20	-2.42	-2.54	-2.67	-2.80	-2.94
	ausserorts		-2.00	-2.20	-2.42	-2.54	-2.67	-2.80	-2.94
	Durchschnitt								
Ø Haupt- und Nebenstrasse	innerorts								
	ausserorts								
	Durchschnitt								

Knoten		Veränderung Mio. Fz pro Jahr (Summe aller Fahrzeugkategorien)							
		Jahr	2027	2030	2035	2037	2043	2047	2050
Einmündung mit Lichtsignalanlage			-1.00	-1.10	-1.21	-1.27	-1.33	-1.40	-1.47
Einmündung ohne Lichtsignalanlage			-1.00	-1.10	-1.21	-1.27	-1.33	-1.40	-1.47
Kreuzung mit Lichtsignalanlage			-1.00	-1.10	-1.21	-1.27	-1.33	-1.40	-1.47
Kreuzung ohne Lichtsignalanlage			-1.00	-1.10	-1.21	-1.27	-1.33	-1.40	-1.47
Kreisel dreiarig			2.00	2.20	2.42	2.54	2.67	2.80	2.94
Kreisel vier- und fünfarmig			2.00	2.20	2.42	2.54	2.67	2.80	2.94
Ø Knoten									

Als Ergebnis wird die Veränderung der sozialen (oder volkswirtschaftlichen) Unfallkosten sowie der externen Unfallkosten ausgewiesen. Für die KNA sind nur die sozialen Unfallkosten relevant. Für die Aufteilung des Ergebnisses auf sozioökonomische Teilbilanzen (BenutzerInnen und Allgemeinheit) werden jedoch auch die externen Kosten benötigt.

Schliesslich ist noch zu erwähnen, dass in diesem Tabellenblatt ganz unten noch die **detaillierten Ergebnisse** dargestellt sind (entsprechend der Eingabe). So wird für die BenutzerInnen ersichtlich, welche Veränderungen für das Ergebnis entscheidend sind.

- Bau Die Auswirkungen von Umwegfahrten während der Bauphase auf das Unfallgeschehen können miteinbezogen werden.⁷² Dazu wird die vereinfachte Methode verwendet. Die dazu notwendigen Berechnungen können mit den im Blatt «Inputdaten» eingegebenen Daten durchgeführt werden (keine Eingabe mehr nötig). Lässt sich dieser Effekt nicht beziffern, so ist auch eine qualitative Beschreibung der Unfalleffekte während der Bauphase möglich.

eNISTRA 2022

⁷¹ Nur wenn bei SI1n und bei den Inputdaten unterschiedliche Eingabejahre verwendet werden (was kaum je der Fall sein dürfte), darf die Fehlermeldung ignoriert werden.

⁷² Nicht berücksichtigt wird hingegen, dass die Unfallraten bei Baustellen möglicherweise vom Gesamtdurchschnitt abweichen, da die Verkehrsführung bei Baustellen erschwert ist bzw. weil die Fahrzeuglenker bei Baustellen besser aufpassen und damit vorsichtiger fahren. Welcher Effekt stärker ist, ist nicht bekannt.

SI1w	Unfälle	KWA															
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Der Indikator beschreibt die Veränderung von Anzahl und Schwere der Unfälle auf dem Strassennetz. Dabei sollen sowohl Veränderungen auf dem Nationalstrassennetz wie auf dem nachgelagerten Strassennetz berücksichtigt werden.</p> <p>Für die Beurteilung erforderlich sind Auswertungen aus einem Verkehrsmodell, in welchem die Fahrleistungen je Strassentyp dargestellt sind. Ergänzend dazu können Auswertungen aus VUGIS bzw. Angaben zu Unfallschwerpunkten als Basis für die Beurteilung punktueller Defizite sinnvoll sein.</p> <p>Bei diesem Indikator erfolgt keine separate Bewertung von Veränderung und Betroffenheit, sondern es wird direkt die Gesamtwirkung bewertet.</p>																
Gesamtwirkung	<p>Bewertet wird die Veränderung eines Unfallindex über den gesamten betrachteten Perimeter. Massgebend ist ein gesamtes Jahr. Basierend auf der VSS 41 824 (Tab. 10) werden Unfallgleichwerte aus der Kombination von Unfallrate, Verletztenrate und Getötetenrate berechnet. Dabei wird einer verletzten Person das 3.5-fache Gewicht eines Unfalls zugeteilt und Getöteten das 169-fache Gewicht beigemessen (basierend auf den volkswirtschaftlichen Kosten in VSS 41 824, Tab. 5 bzw. den in SI1n aktualisierten Kostensätzen⁷³). Zudem wird die Dunkelziffer miteinbezogen (VSS 41 824, Tab. 4), die auf Autobahnen tiefer ausfällt als auf den übrigen Strassen. Daraus ergeben sich für das Jahr 2005 (Basisjahr der VSS 41 824) die folgenden Unfallgleichwerte:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Anzahl Unfallgleichwerte pro 100 Mio. Fzkm</th> </tr> <tr> <th></th> <th>2005</th> <th>2040</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Autobahn</td> <td>179.7</td> <td>88.6</td> </tr> <tr> <td>ausserorts</td> <td>858.9</td> <td>423.5</td> </tr> <tr> <td>innerorts</td> <td>1'709.9</td> <td>843.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Gemäss VSS 41 824 sinken die Unfallraten um 2% pro Jahr, so dass die Unfallgleichwerte pro Fzkm bis 2040 auf knapp die Hälfte fallen. Diese Werte für das Jahr 2040 sind für den Indikator SI1w zu verwenden.</p> <p>Als Vorgabewerte werden die Ergebnisse berechnet aus den Eingaben im ersten Eingabejahr aus dem Blatt «Inputdaten».</p> <p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p> $\text{Punkte} = - \frac{\text{Veränderung der Anzahl Unfallgleichwerte pro Jahr}}{10}$ <p>wobei Veränderung als Projekt- minus Referenzfall zu verstehen ist und folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:</p> <p>15 Punkte (Maximum): -150 Unfallgleichwerte pro Jahr -15 Punkte (Minimum): +150 Unfallgleichwerte pro Jahr</p>	Anzahl Unfallgleichwerte pro 100 Mio. Fzkm				2005	2040	Autobahn	179.7	88.6	ausserorts	858.9	423.5	innerorts	1'709.9	843.1	
Anzahl Unfallgleichwerte pro 100 Mio. Fzkm																	
	2005	2040															
Autobahn	179.7	88.6															
ausserorts	858.9	423.5															
innerorts	1'709.9	843.1															
Spezialeffekt: Korrektur für erhebliche lokale Effekte	<p>Um den Einfluss auf schwerwiegende punktuelle Sicherheitsdefizite (z.B. Unfallschwerpunkte) auf den Nationalstrassen abbilden zu können, kann die quantitative Beurteilung um max. 2 Punkte nach oben korrigiert werden. Für die volle Entschärfung von 1 oder 2 Unfallschwerpunkten kann 1 Zusatzpunkt vergeben werden, für 3 oder mehr Unfallschwerpunkte 2 Zusatzpunkte. Die maximale Punktzahl von 15 Punkten darf dabei nicht überschritten werden.</p>																

eNISTRA 2022

⁷³ Die Kostensätze wurden mit Infrac; Ecoplan (2019) aktualisiert. Damit ergeben sich Kostensätze von 41'916 CHF pro Unfall, 144'793 CHF pro Verletzten und 7'092'685 CHF pro Getöteten (zu Preisen 2015).

SI2	Betriebsqualität, Betriebssicherheit	KWA
Beschreibung, Ziel-funktion	<p>Dieses Kriterium misst, wie das Projekt die Betriebsqualität für das ASTRA als Betreiberin und die Betriebssicherheit für Blaulichtorganisationen und den kleinen Unterhalt verändert. Der Hauptfokus liegt auf der Sicht des Betreibers.</p> <p>Im Gegensatz zu VQ5 geht es dabei nicht um die Netzredundanz bei grossen baulichen Erneuerungsmassnahmen, sondern um die Bedingungen im laufenden Betrieb. Geprüft wird beispielsweise, wie die Sicherheitsbedingungen für das Betriebspersonal bei kleineren Unterhaltsmassnahmen wie Reinigung, Winterdienst, Grünpflege, Werkreparaturen, Wartung und Unterhalt der technischen Einrichtungen zu beurteilen sind. Ebenso ist die Betriebsqualität bei Unfällen zu prüfen (Zugang für Blaulichtorganisation, Sicherheit für Betriebspersonal und Verkehrsteilnehmende).</p>	
Veränderung	<p>Die Veränderung ist insbesondere abhängig von folgenden Kriterien:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Anzahl (zusätzlicher oder weniger) zur Verfügung stehender Fahrspuren inkl. zur Verfügung stehender Pannestreifen – neue bzw. abgebaute Verflechtungen (Gefahr, dass Mittelspur verstopft wird) – zusätzliche Anschlüsse (geben mehr Flexibilität für betrieblichen Unterhalt oder Blaulichtorganisationen) 	
	<p>Bewertung</p>	
	<p>Die Beurteilung ist durch einen Fachplaner vorzunehmen. Die folgenden Abstufungen für die Veränderung können dabei als Hinweise dienen.</p>	
	<p>+3 Punkte (stark positiv): Im Gesamtquerschnitt gibt es dank des Projekts mind. zwei Fahrspuren (inkl. Pannestreifen) mehr als heute UND zudem mindestens einen zusätzlichen Anschluss.</p>	
	<p>+2 Punkte (positiv): Im Gesamtquerschnitt gibt es dank des Projekts:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ entweder zwei Fahrspuren (inkl. Pannestreifen) mehr als heute, ▪ oder es gibt eine Fahrspur mehr als heute UND zudem mindestens einen zusätzlichen Anschluss. <p>Falls es infolge des Projekts zusätzliche kritische Verflechtungen gibt, ist dies mit einem Abzug von -1 Punkt („Maluspunkt“) zu bewerten.</p>	
	<p>+1 Punkt (schwach positiv): Im Gesamtdurchschnitt gibt es dank des Projekts:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ entweder eine Fahrspur (inkl. Pannestreifen) mehr als heute, ▪ oder es gibt mindestens einen zusätzlichen Anschluss. <p>Falls es infolge des Projekts zusätzliche kritische Verflechtungen gibt, ist dies mit einem Abzug von -1 Punkt („Maluspunkt“) zu bewerten.</p>	
	<p>0 Punkte (neutral): Es hat gleich viele Fahrspuren (inkl. Pannestreifen), Anschlüsse und kritische Verflechtungen wie heute (Referenzfall).</p>	
	<p>-1 Punkt (schwach negativ): Im Gesamtdurchschnitt gibt es infolge des Projekts zwar keine Veränderung der Anzahl Fahrspuren, aber dafür zusätzliche kritische Verflechtungen oder einen Rückbau eines Anschlusses.</p> <p>Falls es infolge des Projekts eine Reduktion kritischer Verflechtungen gibt, ist dies mit einem Zuschlag von +1 Punkt („Bonuspunkt“) zu bewerten.</p>	

SI2	Betriebsqualität, Betriebssicherheit	KWA
	<p>-2 Punkte (negativ): Im Gesamtquerschnitt gibt es als Folge des Projekts eine Fahrspur (bzw. Pannestreifen) weniger als heute.</p> <p>Falls es infolge des Projekts eine Reduktion kritischer Verflechtungen gibt, ist dies mit einem Zuschlag von +1 Punkt („Bonuspunkt“) zu bewerten.</p> <p>-3 Punkte (stark negativ): Im Gesamtquerschnitt gibt es als Folge des Projekts:</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ entweder mind. zwei Fahrspuren weniger als heute ▪ oder es gibt eine Fahrspur weniger als heute UND zudem gibt es zusätzliche kritische Verflechtungen oder den Rückbau eines Anschlusses. 	
Betroffenheit	<p>Die Betroffenheit wird anhand des Verkehrsaufkommens auf dem betroffenen Strassenabschnitt bewertet.</p> <p>Falls mehrere Abschnitte Veränderungen erfahren, werden die Beurteilungen gemäss dem vorangehenden Punkteraster mit der Fahrleistung je Abschnitt gemittelt und dann hier bei der Betroffenheit die Summe der Fahrleistung über alle Abschnitte zugrunde gelegt.</p> <p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p> $Punkte = \frac{Fzkm \text{ pro Tag auf dem betroffenen Streckenabschnitt}}{200'000}$ <p>wobei folgendes Maximum zu beachten ist:</p> <p>5 Punkte (Maximum): 1'000'000 Fzkm pro Tag auf dem betroffenen Streckenabschnitt</p>	

SI3n	Polizeiliche Verkehrsregelung	KNA
Ziel	Die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung umfasst alle Arbeiten, Anordnungen und Massnahmen im Zuständigkeitsbereich der Verkehrspolizei, soweit sie für den sicheren Verkehr auf den Strassen und zum Schutz der Umwelt unerlässlich sind. Sie dient dem Zweck, den Ablauf des Verkehrs flüssig und sicher zu ermöglichen. Auch die Kosten der polizeilichen Verkehrsregelung sollten so gering wie möglich sein.	
Einheit	CHF / Fzkm	
Bewertung	<p>Es werden gemäss VSS 41 826 die folgenden Kostensätze verwendet (Preisstand mit Nominallohnwachstum auf 2019 angepasst):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 8.73 CHF / 1000 Fzkm Autobahn und Autostrasse – 10.56 CHF / 1000 Fzkm ausserorts – 29.14 CHF / 1000 Fzkm innerorts <p>Diese Kostensätze gelten gemäss VSS 41 826 (Ziffer 10) für alle betrachteten motorisierten Fahrzeugkategorien (PW, Bus, Car, Motorräder, Lieferwagen, schwere Nutzfahrzeuge). Bei Bedarf können die Kostensätze im Blatt «Bewertungssätze KNA» angepasst werden.</p>	
Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?		
Es sind keine Eingaben erforderlich. Denn eNISTRA übernimmt automatisch die Eingaben zur Veränderung der Fzkm vom Blatt «Inputdaten». Die Daten werden aber trotzdem nochmals aufgeführt, damit klar wird, aus welchen Inputdaten das Ergebnis berechnet wird.		
Bau	<p>Die zusätzlichen Kosten der polizeilichen Verkehrsregelung, welche auf Umwegfahrten während der Bauzeit zurückzuführen sind, werden ebenfalls miteinbezogen. Dazu werden die Eingaben aus dem Blatt «Inputdaten» übernommen. Lässt sich dieser Effekt nicht beziffern, so ist auch eine qualitative Beschreibung während der Bauphase möglich.</p> <p>Nicht berücksichtigt werden hier allfällige spezifische Effekte auf die Polizeikosten während der Bauphase: Möglicherweise sind aufgrund der Baustelle spezifische Massnahmen notwendig, die mit den obigen Durchschnittskostensätzen nicht abgebildet werden können. Falls etwas dazu bekannt ist, können diese Kosten bei den Baukosten DK1 unter Planung und Bauleitung eingegeben werden.</p>	
eNISTRA 2022		

SI3w	Polizeiliche Verkehrsregelung	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	Verändern sich die Verkehrsleistungen auf der Strasse, so schwanken auch die Kosten der Polizei für Verkehrsregelung und Überwachung. Dem Indikator liegt die Annahme zu Grunde, dass das gegenwärtige Niveau der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung gehalten werden soll. Wie die VSS 41 826 zeigt, sind die Polizeikosten auf Innerortsstrassen besonders hoch (und auch auf Ausserortsstrassen sind sie höher als auf Autobahnen). Somit ist es denkbar, dass ein Autobahnausbauprojekt zu einer Abnahme der Kosten für die polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung führt, obwohl es mehr Fzkm erzeugt im Vergleich zum Referenzfall.	
Gesamtwirkung	Für die Bewertung wird die gewichtete ⁷⁴ Summe der Veränderungen (jeweils Projekt minus Referenzfall) der Fzkm pro Tag (DTV) auf Autobahnen, ausserorts und innerorts im Gesamtverkehr verwendet (d.h. inkl. der Effekte im Mehrverkehr). Diese Daten liegen aus der KNA bereits vor. Als Vorgabewerte werden deshalb die Ergebnisse berechnet aus den Eingaben im ersten Eingabejahr aus dem Blatt «SI3n».	
Bewertungsfunktion		
Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion: ⁷⁵		
$Punkte = \frac{-0.30 * \Delta Fzkm \text{ Autobahn} - 0.36 * \Delta Fzkm \text{ ausserorts} - \Delta Fzkm \text{ innerorts}}{4'000}$		
wobei folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:		
15 Punkte (Maximum): -60'000 gewichtete Fzkm pro Tag (DTV)		
-15 Punkte (Minimum) +60'000 gewichtete Fzkm pro Tag (DTV)		
eNISTRA 2022		

⁷⁴ Die Gewichtung ist wichtig, da Spurausbauten auf Autobahnen typischerweise zu einer Zunahme der Fzkm auf Autobahnen führen, während die Fzkm ausserorts und innerorts auch abnehmen können. Ohne Gewichtung besteht somit die Gefahr, dass die Bewertung das falsche Vorzeichen aufweisen könnte.

⁷⁵ Die Gewichtungen im Zähler basieren auf den Kostensätzen in der Norm VSS 41 826.

4.4 Indikatoren im Bereich Siedlungsentwicklung

SE1	Wohnlichkeit (im Projektperimeter)	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Der Indikator Wohnlichkeit bewertet Veränderungen der Raum- und Lebensqualität an den bestehenden Wohnstandorten entlang der betroffenen Nationalstrassenabschnitte sowie bei spürbaren Veränderungen der Belastungen auch im nachgelagerten Netz (z.B. bei Netzergänzungen). Der Indikator ist im Gegensatz zum „Lärm“ kein reiner Immission-sindikator. Mit dem Indikator werden Verbesserungen oder Verschlechterungen für die unmittelbar betroffene Bevölkerung beurteilt, wie z.B. Aufenthaltsqualität, Sicherheit, Querungsmöglichkeiten etc. Der Charakter des Indikators ist somit sehr lokal und bezieht sich nur auf den Wohnort.</p> <p>Die Wohnlichkeit kann beeinflusst werden durch Be- und Entlastungen für Wohnzonen direkt im Umkreis des Autobahnabschnitts. Dabei geht es bei diesem Indikator primär um Be- und Entlastungen entlang des projektierten Autobahnabschnittes (im Unterschied zu den folgenden Indikatoren SE2 und SE3 mit grösseren Radien), nur bei spürbaren Veränderungen der Belastungen wird auch das nachgelagerte Netz miteinbezogen. Je nach Projekt kann es auch hier eine Entlastung auf bestehenden Autobahnabschnitten geben. Wenn durch das Projekt bestehende Nationalstrassen deklassiert, eingehaust oder geschlossen werden, müssen diese in den Perimeter miteinbezogen werden (z.B. bestehende Stadtautobahnen).</p>	
Veränderung	<p>Die Veränderung wird gemessen anhand einer qualitativen Beurteilung zum Grad der Veränderung der Wohnlichkeit entlang der betroffenen Strassenabschnitte (bis ca. 200 Meter beidseits). Folgende Parameter / Faktoren haben einen Einfluss auf die Wohnlichkeit:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Positiv / negativ: Verkehrsmenge – Negativ: Spezifische Exposition eines Wohngebiets (Immissionen, Aussicht) – Positiv: Spezifische Massnahmen (z.B. Einhausungen) zur Reduktion der Immissionen (Lärm, Luft, Erschütterungen) – Positiv: zusätzliche Freiräume und / oder Grünräume – Positiv: Deklassierung von bestehenden Autobahnabschnitten – Positiv: Querungsmöglichkeiten wie Unter- oder Überführungen <p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> +3 Punkte (stark positiv) Massive Verbesserung der Wohnlichkeit: Starke Abnahme der Verkehrsmenge auf Strassenabschnitten die durch das Siedlungsgebiet führen (mind. -50%) und / oder Möglichkeit grosser Aufwertungen entlang des betroffenen Streckenabschnitts, z.B. durch Einhausung (Überdachung) oder Deklassierung eines grösseren Abschnitts sowie mögliche Querungsmöglichkeiten. +2 Punkte (positiv): Spürbare Verbesserung der Wohnlichkeit: Erhebliche Abnahme der Verkehrsmenge auf Strassenabschnitten die durch das Siedlungsgebiet führen (mind. -25%) und / oder Möglichkeit erheblicher Aufwertungen entlang des betroffenen Streckenabschnitts, z.B. durch punktuelle Einhausung (Überdachung) eines kleineren Abschnitts, Deklassierungen oder grössere Aufwertungen des öffentlichen Raums entlang des betroffenen Streckenabschnitts. Potenzial für zukünftige Querungsmöglichkeiten ist vorhanden. +1 Punkt (schwach positiv): Leichte Verbesserung der Wohnlichkeit: Leichte Abnahme der Verkehrsmenge auf Nationalstrassenabschnitten die durch das Siedlungsgebiet führen (-10%) und / oder Möglichkeit kleinerer Aufwertungen des öffentlichen Raums entlang des betroffenen Streckenabschnitts. 0 Punkte (neutral): Keine Veränderung der Wohnlichkeit 	

SE1	Wohnlichkeit (im Projektperimeter)	KWA
	<p>-1 Punkt (schwach negativ): Leichte Verschlechterung der Wohnlichkeit: Leichte Zunahme der Verkehrsmenge auf Nationalstrassenabschnitten die durch das Siedlungsgebiet führen (+2% bis +10%) und / oder leichte Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum entlang des betroffenen Streckenabschnitts. Eine Querung ist nur sehr umständlich möglich.</p> <p>-2 Punkte (negativ): Spürbare Verschlechterung der Wohnlichkeit: Deutliche Zunahme der Verkehrsmenge auf Strassenabschnitten die durch das Siedlungsgebiet führen (mind. +25%) und / oder erhebliche Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum entlang des betroffenen Streckenabschnitts (z.B. durch Zunahme offener Autobahnstrecken im Siedlungsgebiet). Querungen sind nicht möglich.</p> <p>-3 Punkte (stark negativ): Massive Verschlechterung der Wohnlichkeit: Massive Zunahme der Verkehrsmenge auf Strassenabschnitten die durch das Siedlungsgebiet führen (mind. +50%) und / oder starke Beeinträchtigung der Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum entlang des betroffenen Streckenabschnitts (z.B. durch starke Zunahme offener Autobahnstrecken im Siedlungsgebiet). Querungen sind neu nicht mehr möglich.</p>	
Betroffenheit	<p>Die Betroffenheit wird mit der Anzahl betroffener Personen (Einwohnende) entlang des projektierten Streckenabschnitts bewertet (exkl. Tunnelabschnitte). Die Betroffenen werden mittels GIS-Auswertung in einem Perimeter von 200 Meter beidseits des projektierten Streckenabschnitts ermittelt. Einzubeziehen sind alle Streckenabschnitte, die bei der Beurteilung der Veränderung berücksichtigt wurden.</p>	
	<p>Bewertungsfunktion</p>	
	<p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p>	
	$Punkte = \frac{\text{Anzahl betroffene Personen (Einwohnende)}}{1'000}$	
	<p>wobei folgendes Maximum zu beachten ist:</p>	
	<p>5 Punkte (Maximum): 5'000 Personen⁷⁶</p>	
<p>eNISTRA 2022</p>		

⁷⁶ Die maximale Anzahl Betroffene in einem 200 Meter Sektor beidseits einer Nationalstrasse wurde durch GIS-Auswertungen in Schweizer Städten (hohe Siedlungsdichte) ermittelt. Daraus wurde die Skalierung abgeleitet.

SE2	Potenzial für Siedlungsentwicklung	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Der Indikator beurteilt die zukünftigen Entwicklungspotenziale als Folge möglicher Entlastungen der Siedlungsgebiete aufgrund des Projekts. Der Perimeter beinhaltet somit auch das nachgelagerte Netz auf einem (gegenüber SE1) grösseren Perimeter entlang des Projektabschnitts (je 1km entlang des Nationalstrassenabschnitts).</p> <p>Die Beurteilung erfolgt in Abstimmung zur Konsistenz des Projekts mit den Entwicklungszielen gemäss den behördenverbindlichen Raumplänen (Nutzungspläne der Gemeinden, kantonale Richtpläne und Agglomerationsprogramme) und dem Grad der Abstimmung zwischen Verkehr und Siedlung (vgl. QI3 und QI4). Allerdings darf der Indikator nicht mit der Kohärenzfrage vermischt werden. Mögliche Doppelzählungen zwischen Kohärenz Raumpläne und Siedlungsentwicklung müssen umgangen werden, indem hier nicht die aus den Konzepten gewünschte Siedlungsentwicklung, sondern das Potenzial der zukünftigen Siedlungsentwicklung vor Ort bewertet wird. Aus diesem Grund ist der Perimeter lokal angelegt. Es sollen vor allem die direkten Auswirkungen des Bauwerks auf die nähere Umgebung bewertet werden. Entlastete Abschnitte mit Nationalstrassencharakter gehören ebenfalls dazu. Einen Beitrag für die Stärkung der Entwicklungspotenziale können verkehrliche Entlastungen sowie konkrete Aufwertungsprojekte leisten. Im Unterschied zu SE1 werden aber nicht die Qualität von bestehenden Siedlungen, sondern die Potenziale für zukünftige Siedlungen beurteilt.</p>	
Veränderung	<p>Die Veränderung wird gemessen anhand einer qualitativen Beurteilung bez. Ausmass der Förderung von Entwicklungspotenzialen. Folgende Parameter / Faktoren haben einen positiven Einfluss auf die (Siedlungs-)Entwicklungspotenziale:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Schaffung von Verdichtungspotenzialen – Aufwertung geplanter Siedlungserweiterungen, z.B. durch bessere Erschliessung und gleichzeitige Entlastung – Veränderte Strassennetze, welche Ausbauten oder Erweiterungen im ÖV oder LV ermöglichen, aber keine neuen Anreize für Zersiedelung schaffen. 	
	<p>Bewertung</p> <p>+3 Punkte (stark positiv): Starke Förderung von Siedlungsentwicklungspotenzialen: Grosses MIV-Reduktionspotenzial dank Verkehrsentlastung (über 50%) und besserer Erschliessung. Starke Aufwertung bestehender oder geplanter Siedlungsgebiete / Stadträume, z.B. durch umfassende Rückbauten von Strassen und / oder einer starken Reduktion der Trennwirkung und der lokalen Emissionen oder einer massiven Verbesserung der Sicherheit sowie der Rahmenbedingungen für den Fuss- und Veloverkehr.</p> <p>+2 Punkte (positiv): Spürbare Förderung von Siedlungsentwicklungspotenzialen: Mittleres MIV-Reduktionspotenzial dank Verkehrsentlastung (20-50%) und besserer Erschliessung. Spürbare Aufwertung bestehender oder geplanter Siedlungsgebiete / Stadträume, z.B. durch teilweise (punktuelle) Rückbauten von Strassen und / oder einer Reduktion der Trennwirkung (an mind. zwei Stellen) und der lokalen Emissionen oder einer deutlichen Verbesserung der Sicherheit sowie der Rahmenbedingungen für den Fuss- und Veloverkehr.</p> <p>+1 Punkt (schwach positiv): Leichte Förderung von Siedlungsentwicklungspotenzialen: Geringes MIV-Reduktionspotenzial dank Verkehrsentlastung (bis 20%) und besserer Erschliessung. Geringe Aufwertung bestehender oder geplanter Siedlungsgebiete / Stadträume, z.B. durch eine punktuelle Reduktion der Trennwirkung und der lokalen Emissionen oder einer leichten Verbesserung der Sicherheit sowie der Rahmenbedingungen für den Fuss- und Veloverkehr.</p> <p>0 Punkte (neutral): Keine Veränderung der Siedlungsentwicklungspotenziale</p> <p>-1 Punkt (schwach negativ): Leichte Einschränkung von Siedlungsentwicklungspotenzialen: Geringe Beeinträchtigung bestehender oder geplanter Siedlungsgebiete / Stadträume, z.B. durch eine punktuelle Erhöhung der Trennwirkung und der lokalen Emissionen oder einer leichten Verschlechterung der Sicherheit sowie der Rahmenbedingungen für den Fuss- und Veloverkehr.</p>	

SE2	Potenzial für Siedlungsentwicklung	KWA
-----	------------------------------------	-----

- 2 Punkte (negativ): Spürbare Einschränkung von Siedlungsentwicklungspotenzialen: Spürbare Beeinträchtigung bestehender oder geplanter Siedlungsgebiete / Stadträume, z.B. durch teilweise (punktuelle) Verbreiterungen von Strassen und / oder einer Erhöhung der Trennwirkung (an mind. zwei Stellen) und der lokalen Emissionen oder einer deutlichen Verschlechterung der Sicherheit sowie der Rahmenbedingungen für den Fuss- und Veloverkehr.
- 3 Punkte (stark negativ): Starke Einschränkung von Siedlungsentwicklungspotenzialen: Starke Beeinträchtigung bestehender oder geplanter Siedlungsgebiete / Stadträume, z.B. durch umfassende Verbreiterungen oder Ausbauten von Strassen und / oder einer starken Erhöhung der Trennwirkung und der lokalen Emissionen oder einer massiven Verschlechterung der Sicherheit sowie der Rahmenbedingungen für den Fuss- und Veloverkehr.

Betroffenheit Bei diesem Indikator berücksichtigt der Wirkungssperimeter auch das nachgelagerte Netz. Im Fokus stehen nicht nur die Gebiete unmittelbar entlang des Netzes, sondern auch benachbarte Gebiete mit verkehrlichen Schnittstellen. Als Basis dienen bewilligte kantonale Richtpläne, oder Grundlagen, die bei der nächsten Revision gesichert übernommen werden.

Für die Bewertung der Betroffenheit steht ein Dichtekriterium im Vordergrund. Um den künftigen Entwicklungspotenzialen genügend Gewicht zu geben, ist die Summe der Einwohnenden und Beschäftigten (Vollzeitäquivalente VZÄ) pro Hektare Bauzone (Dichtewert) entlang des projektierten Streckenabschnitts der Nationalstrasse eine gute Hilfsgrösse für die Betroffenheit. Die Differenz zwischen dem maximalem Dichtewert (welcher für jeden Raumtyp in eNISTRA vorgegeben ist – vgl. auch unten) und dem (mit GIS) gemessenen Dichtewerts ist das vorhandene Dichtepotenzial im Projektperimeter.

Auf den Einbezug der betroffenen Abschnitte des nachgelagerten Netzes wird aus Gründen des Aufwands und der Datenverfügbarkeit verzichtet. Dafür wird ein breiter Perimeter mit einem Abstand von jeweils ca. 1 km zum projektierten Strassennetz betrachtet (unabhängig davon, ob Tunnel oder offene Linienführung).

Wenn sich die Ermittlung der Dichtewerte entlang eines Strassenabschnitts evtl. schwierig gestaltet, könnte die Betroffenheit auch qualitativ ermittelt werden, indem die Grösse der vorhandenen Entwicklungsgebiete (bzw. dessen Reserven) qualitativ eingeschätzt werden.

Bewertungsfunktion

Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:

$$\text{Punkte} = \frac{\text{Dichtepotenzial bzw. Delta zum Maximum} \left[\frac{EW + VZÄ}{\text{ha Bauzone}} \right]}{30}$$

wobei folgendes Maximum zu beachten ist:

5 Punkte (Maximum): Differenz (Dichtepotenzial): > 150 [EW+VZÄ/ha Bauzone]
Allfällige negative Werte werden auf Null gesetzt.

SE2	Potenzial für Siedlungsentwicklung	KWA
Annahmen Maximale Dichtewerte nach Raumtypen ⁷⁷ :		
Grosszentren: 420 EW+VZÄ/ha		
Agglomerationskerngemeinde (Kernstadt): 340 EW+VZÄ/ha		
Agglomerationskerngemeinde (Hauptkern): 130 EW+VZÄ/ha		
Agglomerationskerngemeinde (Neben kern) und Kerngemeinde ausserhalb Agglomerationen 110 EW+VZÄ/ha		
Agglomerationsgürtelgemeinde und mehrfach orientierte Gemeinden 70 EW+VZÄ/ha		
Ländliche Gemeinde ohne städtischen Charakter: 40 EW+VZÄ/ha		
eNISTRA 2022		

⁷⁷ UVEK 2014: Technische Richtlinien Bauzonen

SE3	Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	Dieses Kriterium beschreibt, inwieweit ein Projekt zur besseren Erreichbarkeit und damit zur Realisierung von verbindlich festgelegten Siedlungs- und Entwicklungsgebieten (z.B. Entwicklungsschwerpunkte (ESP) für Wohnen und Arbeiten oder andere Schwerpunktgebiete Siedlung) beiträgt. Die Siedlungsschwerpunktgebiete müssen im Umfeld der betroffenen Nationalstrassenabschnitte bzw. -anschlüsse liegen (max. 2 km entfernt). Im Vordergrund steht eine Verbesserung der Erreichbarkeit mit MIV ohne Friktionen für das bestehende Strassennetz. Dabei ist die Kohärenz mit den Gesamtverkehrskonzepten und den raumplanerischen Leitlinien zu beachten. Die Beurteilung der Verbesserung der Erreichbarkeit soll unter Einbezug der Veränderung der ÖV-Erreichbarkeit erfolgen.	
Veränderung	Der Indikator wird gemessen am Ausmass der Verbesserung, der verbesserten Strassenkapazitäten für die Erschliessung und dem Grad der Abstimmung mit der Erschliessung mit öffentlichem Verkehr.	
	<p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> +3 Punkte (stark positiv): Starke Verbesserung der gesamtverkehrlichen Erreichbarkeit der Entwicklungsgebiete, grosse Reisezeitverbesserung von / zu den Siedlungsschwerpunkten, insbesondere auch in Spitzenzeiten⁷⁸, Sicherstellung der notwendigen Kapazität. Hohe Synergien zur gesamtverkehrlichen Erschliessung auf dem bestehenden Netz (wenig Zusatzausbauten notwendig, Entlastung von Buskorridoren). +2 Punkte (positiv): Spürbare Verbesserung der gesamtverkehrlichen Erreichbarkeit der Entwicklungsgebiete, mittlere Reisezeitverbesserung von / zu den Siedlungsschwerpunkten, Sicherstellung der notwendigen Kapazität, mittlere Synergien zur gesamtverkehrlichen Erschliessung und dem bestehenden Netz (wenig Zusatzausbauten notwendig, leichte Entlastung von Buskorridoren). +1 Punkt (schwach positiv): Geringe Verbesserung der gesamtverkehrlichen Erreichbarkeit der Entwicklungsgebiete (Sicherstellung der notwendigen Kapazität. Keine Widersprüche zur gesamtverkehrlichen Erschliessung und dem bestehenden Netz (Zusatzausbauten notwendig, Entlastung von Buskorridoren). 0 Punkte (neutral): Keine Veränderung, neutral -1 Punkt (schwach negativ): Keine Veränderung, Zusatzinvestitionen auf dem nachgelagerten Netz notwendig und leichte Konkurrenzierung des öffentlichen Verkehrs. -2 Punkte (negativ): Verschlechterung der Erreichbarkeit (längere Wege), mittlere Zusatzinvestitionen auf dem nachgelagerten Netz notwendig und mittlere Konkurrenzierung des öffentlichen Verkehrs. -3 Punkte (stark negativ): Spürbare Verschlechterung (längere Wege), grosse Zusatzinvestitionen notwendig und starke Konkurrenz zur Erschliessung mit öffentlichem Verkehr. 	

⁷⁸ Die Bewertung erfolgt qualitativ, basierend auf vorliegenden Verkehrsgrundlagen anderer Indikatoren (Reisezeiten, Zuverlässigkeit, Engpassanalyse). D.h. es müssen keine eigenständigen, auf einzelne Siedlungsschwerpunkte als Zielorte fokussierte Erreichbarkeitsmodellrechnungen durchgeführt werden. Grosse Reisezeitverbesserungen sind insbesondere mit neuen Anschlüssen erzielbar und falls ein Engpass eliminiert werden kann.

SE3	Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte	KWA
-----	--------------------------------------	-----

Betroffenheit Die Betroffenheit orientiert sich an der Grösse der (raumplanerisch ausgeschiedenen und planerisch sinnvollen) Entwicklungsgebiete im Umfeld von max. 2 km der betroffenen Strassennetzelemente.

Bewertungsfunktion

Es werden Null Punkte vergeben, wenn kein Siedlungsschwerpunkt betroffen ist (Eingabe von Null (oder leer lassen)). Ist ein Siedlungsschwerpunkt betroffen, wird mindestens 1 Punkt vergeben:

$$Punkte = 1 + \frac{Fläche\ der\ Siedlungsschwerpunkte\ in\ ha}{75}$$

wobei folgendes Maximum zu beachten ist:

5 Punkte (Maximum): Siedlungsschwerpunkte (Arbeiten und / oder Wohnen oder andere bedeutende im Richtplan definierte Schwerpunktgebiete Siedlung) über 300 ha

SE4	Orts- und Landschaftsbild, Naherholungsgebiete	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Dieser Indikator beurteilt die Beeinträchtigung von Ortsbild und Naherholungsgebieten durch Nationalstrassenprojekte. Ebenfalls Teil dieses Indikators sind mögliche Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes. Massgebend ist die Sicht Mensch, damit es zu keinen Doppelzählungen mit dem Indikator UW2 (Qualität von natürlichen Lebensräumen) kommt, dessen Fokus auf dem Schutz (Qualität) von Ökosystemen liegt. Einen Einfluss auf die Bewertung haben folgende Faktoren und Eigenschaften von Landschafts- und Ortsbild, Naherholungsgebieten: Einmaligkeit, Ästhetik, Vielfältigkeit, kulturhistorischer Wert.</p> <p>Der räumliche Wirkungssperimeter umfasst das Gebiet, von dem aus die projektierten Strassennetzelemente gesehen werden können.</p>	
Veränderung	<p>Die Beurteilung der Veränderung erfolgt qualitativ. Eine positive Veränderung kann sich primär dann ergeben, wenn eine bestehende Strecke aufgehoben, zurückgebaut <i>oder in einen Tunnel verlegt</i> wird. Bei der Erweiterung einer bestehenden Strecke kann es zwar ebenfalls Veränderungen der Landschafts- und Ortsbilder oder der Naherholungsgebiete geben, der Einfluss ist in der Regel aber geringer. Ein (oberirdischer) Neubau dagegen ist aus Sicht Landschafts- und Ortsbilder und Naherholungsgebiete klar negativ zu werten. Auch Tunnelportale und Verflechtungen bzw. Knoten können das Ortsbild negativ beeinflussen.</p> <p>Bewertet werden können auch Aufwertungen innerorts, die durch grosse Abnahmen der Verkehrsmenge möglich werden. Prinzipiell sind nur tatsächliche Aufwertungen miteinzubeziehen, doch in einem frühen Projektstadium sind die flankierenden Massnahmen noch nicht genau definiert. Es kann jedoch i.d.R. davon ausgegangen werden, dass bei massiven verkehrlichen Entlastungen ab ca. 30-50% auch eine Aufwertung in den Ortskernen erfolgen wird, auch wenn dies in einem frühen Projektstadium noch nicht im Detail geplant ist. Dies ist miteinzubeziehen.</p>	
	<p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> +3 Punkte: starke Verbesserung: Massive Abnahme der Beeinträchtigungen des Ortsbildes und / oder von Naherholungsgebieten Oder: klar wahrnehmbare (erhebliche) Abnahme der Beeinträchtigung von Landschafts- und Ortsbildern UND von Naherholungsgebieten. +2 Punkte: Erhebliche Verbesserung: Klar wahrnehmbare Abnahme der Beeinträchtigungen des Landschafts- und Ortsbildes oder von Naherholungsgebieten. +1 Punkt: Leichte Verbesserung: Geringfügige Abnahme der Beeinträchtigungen des Landschafts- und Ortsbildes und / oder von Naherholungsgebieten. 0 Punkte (neutral): keine Veränderung. -1 Punkt: Leichte Beeinträchtigung: Geringfügige Zunahme der Beeinträchtigungen des Landschafts- und Ortsbildes und / oder von Naherholungsgebieten. -2 Punkte: Erhebliche Beeinträchtigung: Klar wahrnehmbare Zunahme der Beeinträchtigungen des Landschafts- und Ortsbildes oder von Naherholungsgebieten. -3 Punkte: Starke Beeinträchtigung: Massive Zunahme der Beeinträchtigungen des Landschafts- und Ortsbildes und / oder von Naherholungsgebieten. Oder: klar wahrnehmbare / erhebliche Beeinträchtigung von Ortsbild UND Naherholungsgebieten. 	

SE4 Orts- und Landschaftsbild, Naherholungsgebiete KWA

Betroffenheit Als Mass für die Betroffenheit wird die Qualität bzw. Art der Ortsbilder und Naherholungsgebiete und wertvoller Landschaftsräume verwendet, die vom Nationalstrassenprojekt betroffen sind.

Bewertung

- +5 Punkte: Schutzwürdige Ortsbilder von nationaler Bedeutung (gemäss ISOS: Inventar der schützenswerten Ortsbilder der Schweiz) bzw. national bedeutsame Naherholungsgebiete und Landschaftsbilder (Landschaftsinventare BLN).
- +4 Punkte: Schutzwürdige Ortsbilder von regionaler Bedeutung bzw. regional bedeutsame Naherholungsgebiete und Landschaftsbilder (Landschaftsinventare KLN).
- +3 Punkte: Schutzwürdige Ortsbilder von lokaler Bedeutung bzw. lokal bedeutsame Naherholungsgebiete und Landschaftsbilder erheblich betroffen
- +2 Punkte: Schutzwürdige Ortsbilder von lokaler Bedeutung bzw. lokal bedeutsame Naherholungsgebiete und Landschaftsbilder geringfügig betroffen (z.B. nur auf kurzem Abschnitt)
- +1 Punkt: Landschafts- und Ortsbilder und Naherholungsgebiete ohne spezielle Schutzwürdigkeit betroffen
- 0 Punkte: Keinerlei Landschafts- und Ortsbilder und Naherholungsgebiete betroffen

eNISTRA 2022

4.5 Indikatoren im Bereich Umwelt

UW1n_Luft	Luftbelastung	KNA		
Ziel	Die durch den Strassenverkehr verursachte Luftbelastung führt zu Kosten an Gesundheit (Krankheits- und Todesfälle), Gebäuden (Renovations- und Reinigungskosten) und Vegetation (Ernteauffälle, Waldschäden, Biodiversitätsverluste, Bodenschäden). Die Gesundheitskosten und Gebäudeschäden werden über den Leitschadstoff PM ₁₀ (Feinstaub) bewertet, d.h. alle Schäden durch andere Schadstoffe werden durch PM ₁₀ approximiert. Ernteauffälle, Waldschäden und Biodiversitätsverluste werden über NO _x bewertet, die Bodenqualität über Zink. Zudem wird auch die Belastung aufgrund der Bauphase miteinbezogen (Bauemissionen (nur PM ₁₀) und Emissionen durch Umwegfahrten). Die Bewertung beruht auf der VSS 41 828 «Externe Effekte im Bereich Umwelt und Gesundheit».			
Einheit	CHF / Jahr			
Bewertung	Gemäss VSS 41 828 wird im Jahr 2019 folgendes Wertgerüst verwendet (auf 1'000 oder 100 gerundet):			
	Schadstoff	Lokale Schäden		Regionale Schäden
		CHF / t	Bebautes Gebiet	Unbebautes Gebiet
	PM ₁₀	Gesundheitskosten ⁷⁹	845'000	0
		Gebäudeschäden	145'000	0
	NO _x	Ernteauffälle, Waldschäden, Biodiversitätsverluste		7'100
	Zink	Bodenqualität		437'000
	Die Berechnungen zeigen, dass die Gesundheitskosten 82% bis 95% der Kosten ausmachen (je nach Bebauung, Fahrzeugkategorie und Geschwindigkeit), die Gebäudeschäden 0% bis 8%, Ernteauffälle, Waldschäden und Biodiversitätsverluste 0% bis 4% und die Bodenqualität 1% bis 15% (nur im GV so hoch, für PW maximal 5%).			

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

Die Eingaben zur Veränderung der Fzkm in der Betriebsphase (und allenfalls auch in der Bauphase) wurden bereits im Blatt «Inputdaten» eingegeben und werden hier automatisch eingelesen. Werden die Effekte in der Bauphase nicht im Detail bewertet und monetarisiert (keine Eingabe von Fzkm in der Bauphase im Blatt «Inputdaten»), so kann die Luftbelastung durch Umwegfahrten während der Bauphase hier im Blatt UW1n_Luft qualitativ (beschreibend) eingegeben werden.

Bemerkung zum HBEFA Für die Berechnung der Schadstoffemissionen aufgrund der Fahrleistungen werden Emissionsfaktoren aus dem Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA⁸⁰) verwendet.⁸¹ Das HBEFA wurde bereits beim Blatt «Inputdaten» und beim Indikator VQ3 erläutert (siehe dort). Im Folgenden einige ergänzende Erläuterungen zu den Schadstoffemissionen:

⁷⁹ Liegt der VOSL um 50% höher oder tiefer, steigen oder sinken die Gesundheitskosten (lokale Schäden: 1'182'000 bzw. 507'000 statt 845'000, regionale Schäden: 723'000 bzw. 310'000 statt 517'000 CHF / t).

⁸⁰ Infrac (2022), Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs HBEFA, Version 4.2.2.

⁸¹ Die einzige Ausnahme bilden die Zinkemissionen, die im HBEFA fehlen und deshalb aus der VSS 41 828 übernommen werden.

UW1n_Luft Luftbelastung**KNA**

- Bei den PM₁₀-Emissionen werden neben den Motoremissionen aus dem HBEFA auch die Emissionen durch Abrieb und Aufwirbelung berücksichtigt.⁸² Gemäss HBEFA wird unterstellt, dass diese über die Zeit konstant sind. Die in eNISTRA gezeigten Motoremissionen gelten nur für Benzin- und Dieselfahrzeuge – und werden so im HBEFA berechnet. Elektrofahrzeuge verursachen keine Motoremissionen, haben aber dieselben Emissionen aufgrund von Abrieb und Aufwirbelung wie Benzin- und Dieselfahrzeuge. Für den Anteil der Elektrofahrzeuge an den Fzkm werden deshalb keine Motoremissionen berechnet.
- Auch die in eNISTRA angegebenen NO_x-Emissionen gelten nur für Benzin- und Dieselfahrzeuge. Elektrofahrzeuge haben keine NO_x-Emissionen im Betrieb.
- Zinkemissionen sind auf den Abrieb von Bremsbelägen und Reifen zurückzuführen und entstehen deshalb bei Elektrofahrzeugen gleich wie bei herkömmlichen Fahrzeugen.
- Der Anteil der Elektrofahrzeuge (inkl. Fahrzeuge mit Brennstoffzellen) wird vom Blatt «Inputdaten» übernommen.⁸³

Die verwendeten Emissionsfaktoren werden zur Information ganz unten auf dem Tabellenblatt aufgeführt. Diese Werte können überschrieben werden. Dies sollte aber nur in Ausnahmefällen geschehen und ist dann im Kommentar zu erläutern (Begründung und Ausmass der Veränderung).

1**Berechnung der Kosten durch die Bauemissionen**

Anteil der Bauemissionen im bebauten Gebiet: (Rest in unbebauten Gebiet)

Um die Emissionen durch den Bau (Baumaschinen, Staubemissionen und Baustellen Transporte) berücksichtigen zu können, müssen die bereits beim Indikator DK1 (Baukosten) eingegebenen Investitionskosten noch nach bebautem und unbebautem Gebiet aufgeteilt werden.⁸⁴ Dazu ist die Lage der Baustelle entscheidend. Zudem werden hier auch die Emissionen durch Rückbauten und Ersatzinvestitionen (sowie bei etappierten Projekten durch spätere Bauetappen) automatisch mitberücksichtigt. Diese Bautätigkeiten können in den detaillierten Ergebnissen in der Spalte «Total inkl. Bau» zu Schwankungen der Ergebnisse in den einzelnen Jahren führen.⁸⁵

Bau

Die Bauphase (Emissionen beim Bau und durch Umleitungen) ist Bestandteil der Bewertung (vgl. oben und Eingabe im Blatt «Inputdaten»).

eNISTRA 2022

⁸² Infrac (2022), Handbuch Emissionsfaktoren des Strassenverkehrs HBEFA, Version 4.2.2.

⁸³ Zusätzliche Emissionen aufgrund von Kaltstarts werden nicht miteinbezogen, weil diese im Stammverkehr nicht berücksichtigt werden dürfen. Auch beim Mehrverkehr dürfen sie bei Zielwähländerungen nicht berücksichtigt werden, da keine zusätzlichen Starts erfolgen. Nur bei Neuverkehr und Umlagerungen vom öffentlichen Verkehr müssten die Kaltstart-Zuschläge berücksichtigt werden. Dies wäre jedoch mit grossem Aufwand verbunden, was sich hier nicht lohnt. Auch Verdampfungsemissionen werden nicht berücksichtigt.

⁸⁴ Zur Definition von bebautem und unbebautem Gebiet siehe Fussnote 26 (beim Blatt Inputdaten).

⁸⁵ Um zu sehen, in welchen Jahren Ersatzinvestitionen oder Rückbauten in der Spalte «Total inkl. Bau» enthalten sind, kann man im Blatt «Detailergebnisse KNA» (oder DK2 Ersatzinvestitionen) nachschauen.

UW1n_Lärm	Lärmbelastete Personen	KNA
Ziel	<p>Rund 84% der Schweizer Bevölkerung ist an ihrem Wohnort gesundheitsschädlichen Lärmbelastungen durch den Verkehr ausgesetzt (Ecoplan und Infras 2014, S. 567). Strassenverkehr führt zu Lärmemissionen. Dies führt einerseits dazu, dass belärmte Wohnungen entlang Verkehrsweegen zu einem weniger hohen Preis vermietet werden müssen als vergleichbare Wohnungen an ruhiger Lage. Andererseits führt der Lärm zu Gesundheitsschäden (Bluthochdruck, ischämische Herzkrankheiten (mangelnde Versorgung mit Blut) und Schlaganfälle). Die Bewertung beruht auf der aktualisierten VSS 41 828.⁸⁶</p> <p>Der Indikator bewertet nur Auswirkungen des Lärms am Wohnort. Auswirkungen in Schutz- und Erholungsgebieten werden im Indikator SE4 berücksichtigt. Weitere Auswirkungen des Lärms am Arbeitsplatz und an Schulen, Verluste durch Auszonung oder Nicht-Einzonung von Grundstücken in der Raumplanung sowie auch Auswirkungen auf nicht überbautes Bauland und der Baulärm sind im Kommentarfeld zu erwähnen. Die Kosten von Schallschutzwänden sind in den Investitionskosten enthalten.</p> <p>Zudem werden nur Auswirkungen auf die durchschnittliche Lärmbelastung (energieäquivalentem Dauerschallpegel L_{eq} bzw. Beurteilungspegels L_r) berücksichtigt. Dies im Wissen, dass Pegelspitzen, Frequenzzusammensetzungen der Geräusche, etc. ebenfalls einen Einfluss auf die Belästigung und Gesundheitseffekte haben können. Solche Auswirkungen können bisher jedoch weder lärmrechtlich beurteilt noch monetarisiert werden.</p>	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	<p>Gemäss VSS 41 828 wird folgendes Wertgerüst pro Jahr verwendet (zu Preisen 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduktion Wohnungspreise: 43.12 CHF pro belärmte Wohnung und dB(A) gemäss ZKB-Lärmass⁸⁷ • Gesundheitskosten: Über dem Schwellenwert von 48 dB(A) L_{den} 16.18 CHF pro belärmte Person und dB(A) L_{den}.^{88, 89} 	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Als erstes muss angegeben werden, mit welcher Methode die Bewertung erfolgen soll. Es stehen zwei Varianten zur Auswahl: Die Standardmethode und die vereinfachte Methode. Die Standardmethode bedingt die Eingabe der belasteten Wohnungen bzw. Personen nach 1 dB(A)-Klassen. Dazu wird ein Lärmmodell benötigt. Wenn möglich ist die Standardmethode zu verwenden. Die vereinfachte Methode, die auf Durchschnittskosten pro Fzkm beruht, kommt deshalb nur zum Einsatz bei (1) Grobevaluationen und bei (2) Projekten unter 500 Mio. CHF, in denen die nötigen Inputdaten für die detaillierte Methode nicht zur Verfügung stehen. Zudem wird die vereinfachte Methode gemäss VSS 41 828 (Ziffer 16.1) für die Bewertung der Umwegfahrten in der Bauphase verwendet. Die Wahl ist mit dem Drücken des Knopfes «Eingabe bestätigen» zu aktivieren.

⁸⁶ VSS 41 828, Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Externe Effekte im Bereich Umwelt und Gesundheit.

⁸⁷ Das ZKB-Lärmass ist wie folgt definiert (siehe VSS 41 828, Ziffer 13.2):

- Anzahl Dezibel über dem Schwellenwert von 40 dB(A) Nachtlärm bzw.
- Anzahl Dezibel über dem Schwellenwert von 50 dB(A) Taglärm, falls Nachtlärm unter 40 dB(A)

Grundlage bildet dabei die Lärmbelastung gemäss dem Beurteilungspegel L_r .

⁸⁸ Der L_{den} beschreibt ein durchschnittliches Lärmniveau, in dem der Abendlärm (18.00 – 22.00 Uhr) einen Zuschlag von 5 dB erhält und der Nachtlärm (22.00 – 6.00 Uhr) mit einem Zuschlag von 10 dB versehen wird (Taglärm 6.00 – 18.00 Uhr ohne Zuschlag). Grundlage bildet dabei die Lärmbelastung gemäss energieäquivalentem Dauerschallpegel L_{eq} .

⁸⁹ Wird im Rahmen einer Sensitivität ein 50% höherer oder tieferer VOSL verwendet, so verändert sich der Kostensatz für die Gesundheitskosten auf 22.97 bzw. 9.41 CHF pro belärmte Person und dB(A) L_{den} über 48 dB(A) L_{den} .

UW1n_Lärm

Lärmbelastete Personen

KNA

Wahl der Bewertungsmethode

1

Standardmethode

- 2 eNISTRA erlaubt maximal die Eingabe von Verkehrsmodell-Ergebnissen aus 7 verschiedenen Jahren. Deshalb können auch die Ergebnisse aus dem Lärmmodell für dieselben 7 Zeitpunkte eingegeben werden. Wird das Lärmmodell nur für weniger Zeitpunkte berechnet, können die Vorgabewerte überschrieben werden. Dabei ist zu beachten: Bitte machen Sie Ihre Eingabe chronologisch und lassen Sie keine leeren Zellen zwischen zwei Eingaben. Die erste Eingabe darf nicht vor dem Zeitpunkt der Inbetriebnahme sein.

Bei *etappten Projekten* wird das Lärmmodell möglicherweise nicht für alle Etappen ausgewertet. Es kann approximativ auch nur die Auswertung für den Endzustand (nach Eröffnung der letzten Etappe) ermittelt werden. In diesem Fall ist wie bei DK4 (vgl. erste Seite der Erläuterungen zu DK4) zu überlegen, ab welchem Jahr die Werte gelten sollen. Dies sei z.B. das Jahr 2025. Dann ist (bei Wohnungen und Personen jeweils) in der ersten Spalte 2024 und überall Null einzugeben und in der zweiten Spalte dann 2025 und die Ergebnisse aus dem Lärmmodell. Alternativ kann auch nur der Endzustand mit dem Lärmmodell berechnet werden und für die früheren Etappen ein grob geschätzter Anteil des Gesamteffektes eingegeben werden.

Eingabe Standardmethode

Lärmbelastung ZKB / L _{den} in dB(A)	Veränderung Anzahl Wohnungen (ZKB-Lärmass)						Veränderung Anzahl Personen (L _{den})							
	2027	2030	2035	2037	2043	2047	2050	2027	2030	2035	2037	2043	2047	2050
0.01-0.4 / 47.5-48.4	500	525	551					1'000	1'050	1'103				
0.5-1.4 / 48.5-49.4	450	473	496					900	945	992				
1.5-2.4 / 49.5-50.4	400	420	441					800	840	882				
2.5-3.4 / 50.5-51.4	350	368	386					700	735	772				
3.5-4.4 / 51.5-52.4	300	315	331					600	630	662				
4.5-5.4 / 52.5-53.4	250	263	276					500	525	551				
5.5-6.4 / 53.5-54.4	200	210	221					400	420	441				
6.5-7.4 / 54.5-55.4	150	158	165					300	315	331				
7.5-8.4 / 55.5-56.4	100	105	110					200	210	221				
8.5-9.4 / 56.5-57.4	50	53	55					100	105	110				
9.5-10.4 / 57.5-58.4	-	-	-					-	-	-				
10.5-11.4 / 58.5-59.4	-50	-53	-55					-100	-105	-110				
11.5-12.4 / 59.5-60.4	-100	-105	-110					-200	-210	-221				
12.5-13.4 / 60.5-61.4	-150	-158	-165					-300	-315	-331				
13.5-14.4 / 61.5-62.4	-150	-158	-165					-300	-315	-331				
14.5-15.4 / 62.5-63.4	-150	-158	-165					-300	-315	-331				
15.5-16.4 / 63.5-64.4	-150	-158	-165					-300	-315	-331				
16.5-17.4 / 64.5-65.4	-200	-210	-221					-400	-420	-441				
17.5-18.4 / 65.5-66.4	-200	-210	-221					-400	-420	-441				
18.5-19.4 / 66.5-67.4	-250	-263	-276					-500	-525	-551				
19.5-20.4 / 67.5-68.4	-250	-263	-276					-500	-525	-551				
20.5-21.4 / 68.5-69.4	-200	-210	-221					-400	-420	-441				
21.5-22.4 / 69.5-70.4	-200	-210	-221					-400	-420	-441				
22.5-23.4 / 70.5-71.4	-150	-158	-165					-300	-315	-331				
23.5-24.4 / 71.5-72.4	-150	-158	-165					-300	-315	-331				
24.5-25.4 / 72.5-73.4	-100	-105	-110					-200	-210	-221				
25.5-26.4 / 73.5-74.4	-50	-53	-55					-100	-105	-110				
26.5-27.4 / 74.5-75.4														
27.5-28.4 / 75.5-76.4														
28.5-29.4 / 76.5-77.4														
29.5-30.4 / 77.5-78.4														
30.5-31.4 / 78.5-79.4														
31.5-32.4 / 79.5-80.4														
32.5-33.4 / 80.5-81.4														
33.5-34.4 / 81.5-82.4														
34.5-35.4 / 82.5-83.4														
35.5-36.4 / 83.5-84.4														
36.5-37.4 / 84.5-85.4														

UW1n_Lärm

Lärmbelastete Personen

KNA

- ③ Für jedes Jahr sind nun die Veränderung der Anzahl lärmbelasteter Wohnungen gemäss ZKB-Lärmklassen nach 1-dB(A)-Lärmklassen (z.B. 0.50... 1.49 dB(A), 1.50... 2.49 dB(A), ... – vgl. Fussnote 87) sowie die Veränderung der Anzahl lärmbelasteter Personen über dem Schwellenwert von 48 dB(A) L_{den} nach 1-dB(A)-Lärmklassen (vgl. Fussnote 88) zu berechnen.

Gemäss VSS 41 828 sollen «nach Möglichkeit die Lärmberechnungen zum L_{den} auf dem effektiven Verkehr beruhen, optimalerweise auf stündlichen Daten. Liegen diese Daten nicht vor, sind folgende Vereinfachungen möglich:

Alle Inputdaten (zum ZKB-Lärmklassen und zum L_{den}) können vereinfachend auf Basis der Tag- und Nachtlärmbelastungen L_r ermittelt werden. Beim ZKB-Lärmklassen ist dies offensichtlich und einfach. Beim L_{den} müssen zunächst, falls erforderlich, die Beurteilungspegel L_r anhand der Pegelkorrektur K1 (gemäss Lärmschutzverordnung) auf den L_{eq} umgerechnet werden. Danach kann der L_{eq} für die verkürzte Tagzeit (06-18 Uhr) und der L_{eq} Abend (18-22 Uhr) basierend auf dem L_{eq} Tag (06-22 Uhr) mit Hilfe der folgenden Tabelle abgeschätzt werden.»⁹⁰

Signalisierte Geschwindigkeit	Korrekturwert zum L_{eq} Tag (06-22)	
	L_{eq} Tag (06-18)	L_{eq} Abend (18-22)
50 km/h	+0.4 dB(A)	-1.4 dB(A)
60 km/h	+0.3 dB(A)	-1.3 dB(A)
80 km/h	+0.3 dB(A)	-1.1 dB(A)
100 km/h	+0.2 dB(A)	-0.8 dB(A)
120 km/h	+0.1 dB(A)	-0.5 dB(A)

«Liegen keine Daten zu Lärmbelastungen unter 45 dB(A) Nachtlärm bzw. 55 dB(A) Taglärm vor (Planungswerte für Wohnen gemäss Lärmschutzverordnung bzw. Lärmniveau, ab dem üblicherweise Lärmmodelle vorliegen), so kann» gemäss VSS 41 828 (Ziffer 13.2) «folgende Approximation verwendet werden⁹¹: Ausgehend von den Ergebnissen ab 45 dB(A) Nachtlärm bzw. 55 dB(A) Taglärm wird

- die Zahl der belärmten Wohnungen um 11% erhöht
- die Zahl der belärmten Personen um 15% erhöht

Dies gilt jeweils für die gesamten Lärmdaten (d.h. die Zahl der Wohnungen bzw. Personen nach 1 dB(A)-Lärmklassen wird in allen Lärmklassen um 11% bzw. 15% erhöht). Dabei handelt es sich um eine Approximation, die in spezifischen Situationen (z.B. Talkessel) nicht anwendbar ist.»

«Das Lärmmodell soll die Veränderung des gesamten Strassenlärms beachten, d.h. auch andere Strassen berücksichtigen.»

Für die Abschätzung mit dem Lärmmodell muss gemäss VSS 41 828 (Ziffer 13.1) ein **Untersuchungsraum** definiert werden, der «zumindes alle Strassen mit einer Veränderung der Verkehrsmenge um mindestens den Faktor 1.25 umfasst (Zunahme um 25% oder Abnahme um 20%) – dies gilt bei gleichbleibendem Schwerverkehrsanteil und konstanter Geschwindigkeit). Bei Veränderungen des Schwerverkehrsanteils oder bei neuen Lärmschutzwänden, neuen lärmarmen Belägen, Anpassungen der zulässigen Höchstgeschwindigkeit oder anderen Massnahmen ist für die Ermittlung der Lärmkosten zumindest der Raum abzudecken, in dem die Lärmveränderung mindestens 1 dB(A) beträgt und der Schwellenwert von 48 dB L_{den} überschritten wird. Der Untersuchungsraum kann verkleinert werden, wenn andere Lärmarten den Strassenlärm für bestimmte Empfangsorte dauerhaft überdecken.»

⁹⁰ Siehe Ecoplan, Sinus (2022), Ergänzungen zur Berücksichtigung des Lärms in Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr.

⁹¹ Siehe Ecoplan (2020), Bewertung der externen Effekte im Strassenverkehr, S. 28-29 bzw. Ecoplan, Sinus (2022), Ergänzungen zur Berücksichtigung des Lärms in Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr.

UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen KNA

Vereinfachte Methode

- ④ eNISTRA übernimmt hier automatisch die Werte für die Veränderung der Fzkm, die Sie im Blatt «Inputdaten» eingegeben haben.
- ⑤ Tunnels oder Strassen, die durch unbewohntes Gebiet führen, haben keine Lärmbelastung von Personen am Wohnort zur Folge. Die dort gefahrenen Fahrzeugkilometer müssen deshalb abgezogen werden (dies ist vor allem bei Tunnelbauten oder Umfahrungsstrassen von Bedeutung). Geben Sie dazu den Nettoeffekt dieser Fahrzeugkilometer ein, d.h. die Fahrzeugkilometer in Tunnels und durch unbewohntes Gebiet im Projektfall abzüglich jener im Referenzfall. Dabei kann man sich auf ein relativ enges Gebiet um das Projekt beschränken.

Eingabe vereinfachte Methode

aus Blatt
Inputdaten
übernommen

Nettoeffekt in Mio. Fzkm (Projektfall - Referenzfall)										
Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
2027	20.00	-	-0.30	-0.60	-	-1.20	-0.90	-	-	17.00
2030	22.00	-	-0.33	-0.66	4	-1.32	-0.99	-	-	18.70
2035	24.20	-	-0.36	-0.73	-	-1.45	-1.09	-	-	20.57
2037	25.41	-	-0.38	-0.76	-	-1.52	-1.14	-	-	21.60
2043	26.68	-	-0.40	-0.80	-	-1.60	-1.20	-	-	22.68
2047	28.01	-	-0.42	-0.84	-	-1.68	-1.26	-	-	23.81
2050	29.42	-	-0.44	-0.88	-	-1.76	-1.32	-	-	25.00

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = Motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Nettoeffekt Tunnel / unbewohnte Gebiete in Mio. Fzkm (Projektfall - Referenzfall)										
Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
2027	0.03		0.01	0.01	5	0.01	0.01			0.07
2030	0.03		0.01	0.01	-	0.01	0.01			0.07
2035	0.03		0.01	0.01	-	0.01	0.01			0.07
2037	0.03		0.01	0.01	-	0.01	0.01			0.07
2043	0.03		0.01	0.01	-	0.01	0.01			0.07
2047	0.03		0.01	0.01	-	0.01	0.01			0.07
2050	0.03		0.01	0.01	-	0.01	0.01			0.07

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = Motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

Bemerkungen

- Im Kommentarfeld sind hier auch allfällige Auswirkungen des Lärms am Arbeitsplatz und an Schulen, Verluste durch Auszonung oder Nicht-Einzonung von Grundstücken in der Raumplanung, Auswirkungen auf nicht überbautes Bauland sowie der Baulärm zu erläutern.
- Wird die Standardmethode gewählt erscheint das Ergebnis in der Spalte «Ø PV und GV» weil in diesem Fall unklar ist, welche Fahrzeugkategorie für die Lärmveränderung verantwortlich ist.

Bau

Die zusätzliche Lärmbelastung, welche auf Umwegfahrten während der Bauzeit zurückzuführen ist, kann monetarisiert werden. Die Bauphase wird immer mit der vereinfachten Methode berechnet. Dabei sind keine Eingaben nötig, da die Eingaben vom Blatt «Inputdaten» übernommen werden. Lässt sich dieser Effekt nicht beziffern, so ist auch eine qualitative Beschreibung der Lärmbelastung durch Umwegfahrten möglich.

Der Baulärm muss qualitativ beschrieben werden.

UW1w	Lärm- und Luftbelastung	KWA
Beschreibung, Ziel- funktion	<p>Der Indikator beschreibt die Zu- oder Abnahme der Gesundheitsbelastung durch Lärm- und Luftschadstoffimmissionen. Es handelt sich also um einen Immissionsindikator. Weil keine Immissionsmodellierungen durchgeführt werden, erfolgt eine Abschätzung der Lärm- und Luftschadstoffbelastung auf Basis der Veränderung des gesamten Verkehrsaufkommens (DTV) sowie der Anzahl betroffener Personen. Auf eine Differenzierung nach Fahrzeugkategorien (z.B. Schwerverkehr, der überproportional für die Lärm- und Luftschadstoffemissionen verantwortlich ist) wird verzichtet. Weil sowohl für die Lärm- als auch die Luftschadstoffbelastung diese beiden Parameter (Verkehrsaufkommen, Betroffene) die wichtigsten Einflussfaktoren sind und die gleiche Zielrichtung aufweisen, kann die Bewertung näherungsweise für beide Umweltbelastungen gemeinsam erfolgen.</p> <p>Neben dem Verkehrsaufkommen auf dem Nationalstrassenabschnitt ist auch die Entwicklung auf dem nachgelagerten Netz entscheidend für die Gesamtveränderung der Lärm- und Luftschadstoffbelastung. Sowohl die Veränderung als auch die Betroffenheit können auf dem nachgelagerten Netz gegenteilig zum Nationalstrassenabschnitt des Projektes sein. Um diesem Aspekt Rechnung zu tragen, wird die Bewertung zweiteilig vorgenommen: Einmal für den projektierten Streckenabschnitt und einmal für das nachgelagerte Netz. Das Vorgehen bei der Bewertung ist zweispurig, d.h. die Veränderung bzgl. Nationalstrasse wird mit der Betroffenheit bzgl. Nationalstrasse multipliziert und das Gleiche findet beim nachgelagerten Netz statt.</p> <p>Der Durchschnitt der beiden Bewertungen (Nationalstrasse und nachgelagertes Netz) ergibt die Gesamtpunktzahl für die Lärm- und Luftbelastung.</p>	
Veränderung	<p>Die Veränderung (Projekt- minus Referenzfall) der Lärm- und Luftschadstoffbelastung ist – neben anderen Einflussfaktoren wie Geschwindigkeit, Reifen, Strassenbelag etc. – direkt von der Veränderung des Verkehrsaufkommens abhängig. Die Verlegung von Strecken in einen Tunnel hat vor allem in Bezug auf die Lärmbelastung eine sehr positive Wirkung.</p> <p>Für die Beurteilung können räumliche Auswertungen des Verkehrsmodells (Plots) beigezogen werden.</p> <p>Die Bewertung von Nationalstrassennetz und nachgelagertem Netz muss immer aufeinander abgestimmt erfolgen, damit die Gesamtaussage konsistent bleibt.</p> <p>Der Perimeter der Veränderungen umfasst den Projektperimeter des NS-Projektes und einen Umkreis von max. 5 km des nachgelagerten Netzes.</p>	
Natio- nalstrasse	<p>Bewertungsfunktion</p> <p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion für die Verkehrsbelastung auf der Nationalstrasse (DTV) – kombiniert mit dem Anteil der bisherigen (offenen) Strecke, der in einen Tunnel verlegt wird (Tunnellänge im Verhältnis zur bisherigen Streckenlänge (Bestandesstrecke)):</p>	

UW1w	Lärm- und Luftbelastung	KWA
-------------	--------------------------------	------------

$$Punkte = MAX \left\{ - \frac{\text{Veränderung der Verkehrsbelastung in \%}}{10\%}; \frac{\text{Anteil Tunnelstrecke an bisheriger offener Strecke}}{\frac{50\%}{3}} \right\}$$

wobei folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:

+3 Punkte (stark positiv): Reduktion der Verkehrsbelastung > 30 % oder
Anteil Tunnelstrecke > 50%

-3 Punkte (stark negativ): Zunahme Verkehrsbelastung > 30 %

Ist kein Tunnel betroffen, handelt es sich um eine einfache Funktion abhängig von der Verkehrsbelastung auf der Autobahn. Wird jedoch ein grösserer Teil einer bisher offenen Strecke in einen Tunnel verlegt, können auch allein deshalb 3 Punkte vergeben werden. Bei sehr kurzen Tunnels und einer Verkehrszunahme darf bei der Tunnelstrecke nichts eingegeben werden, um die negative Bewertung zu ermöglichen.

nachgelager-
tes Netz

Bewertungsfunktion

Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion für die Verkehrsbelastung auf dem nachgelagerten Netz (DTV):

$$Punkte = - \frac{\text{Veränderung der Verkehrsbelastung in \%}}{10\%}$$

wobei Veränderung als Projekt- minus Referenzfall zu verstehen ist und folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:

+3 Punkte (stark positiv): Reduktion Verkehrsbelastung > 30%

-3 Punkte (stark negativ): Zunahme Verkehrsbelastung > 30%

Betroffenheit

Die Betroffenheit wird mit der Anzahl betroffener Personen auf dem projektierten Streckenabschnitt der Nationalstrasse, sowie auf dem nachgelagerten Netz bewertet. Für die Bewertung der Nationalstrasse dient eine absolute Skalierung. Die Betroffenen werden mittels GIS-Auswertung in einem Perimeter von 200 Meter beidseits des projektierten Streckenabschnitts ermittelt (exkl. Tunnelabschnitte; analog SE1). Das nachgelagerte Netz wird, in Anlehnung an die Skalierung der Nationalstrasse, durch eine Experteneinschätzung bewertet. Wiederum muss die Bewertung von Nationalstrassennetz und nachgelagertem Netz aufeinander abgestimmt erfolgen, damit die Gesamtaussage konsistent bleibt.

Natio-
nalstrasse

Bewertungsfunktion

Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:

$$Punkte = \frac{\text{Anzahl betroffene Personen (Einwohnende)}}{1'000}$$

wobei folgendes Maximum zu beachten ist:

5 Punkte (Maximum): 5'000 oder mehr Personen⁹²

⁹² Die maximale Anzahl Betroffene in einem 200 Meter Sektor beidseits einer Nationalstrasse, wurde durch GIS Auswertungen in Schweizer Städten (hohe Siedlungsdichte) ermittelt. Daraus wurde die Skalierung abgeleitet.

UW1w	Lärm- und Luftbelastung	KWA
------	-------------------------	-----

nachgelager- tes Netz	<p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none">+5 Punkte (sehr gross): Das nachgelagerte Netz besteht hauptsächlich aus dichtem Siedlungsgebiet (Stadtgebiet).+4 Punkte (gross): Grosse Teile des nachgelagerten Netzes liegen in dichtem Siedlungsgebiet (Stadtränder).+3 Punkte (mittel): Das nachgelagerte Netz liegt zu erheblichen Teilen in dünn bebautem Siedlungsgebiet, teilweise aber auch in dichtem Siedlungsgebiet (Agglomerationen / Streusiedlungen).+2 Punkte (gering): Das nachgelagerte Netz tangiert dünn bebautes Siedlungsgebiet (Dörfer).+1 Punkt (sehr gering): Das nachgelagerte Netz streift praktisch kein Siedlungsgebiet (Weiler, kleine Dörfer und Dorfränder).0 Punkte (keine Betroffenheit): Keine betroffenen Personen.
--------------------------	---

eNISTRA 2022

UW2	Qualität von natürlichen Lebensräumen und Gewässern	KWA
-----	---	-----

Beschreibung, Zielfunktion Der Indikator bewertet die Zu- oder Abnahme der Qualität von natürlichen, geschützten Lebensräumen und Landschaften sowie den darin enthaltenen Gewässern. Der generelle Kulturlandverlust ist Gegenstand des Indikators UW3w. Im Mittelpunkt der Beeinträchtigung natürlicher Lebensräume durch Projekte stehen die Habitatfragmentierung (Zerschneidung, Trennwirkung), der Verlust natürlicher Ökosysteme sowie betroffene Oberflächengewässer, wobei die Art bzw. Qualität der Lebensräume zu berücksichtigen ist. Bezüglich der Auswirkung des Projektes auf die Gewässerqualität steht die Beeinträchtigung von Grundwasserströmen und Gewässerverschmutzung im Vordergrund. Als Datengrundlage ist ein Inventar der betroffenen Landschaft und Lebensräume notwendig. Zudem sollte die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) des Projektes konsultiert werden.

Veränderung Grad der Beeinträchtigung natürlicher, geschützter und / oder schützenswerter Lebensräume aufgrund qualitativer Experteneinschätzung (Zerschneidung / Trennwirkung von Ökosystemen, negative Auswirkung auf geschützte sowie nicht geschützte Naturräume (nationale Naturdenkmäler, Gewässerschutzgebiete etc.)). Ausgleichsmassnahmen können positiv angerechnet werden.

Bewertung

- +3 Punkte (Maximum): Sanierung von bestehenden Trennwirkungen, Hindernissen; Erstellung neuer Schutzgebiete, Renaturierung von Oberflächengewässern.
- +2 Punkte (positiv): Teilweise Sanierung von bestehenden Trennwirkungen, Verlagerung von Eingriffen auf Randgebiete von Naturlebensräumen, teilweise Renaturierung von Oberflächengewässern.
- +1 Punkt (leicht positiv): Geringe Sanierung von bestehenden Trennwirkungen, kleine Aufwertungen in bestehenden Biotopen
- 0 Punkte (neutral): Keine Änderung
- 1 Punkt (gering negativ): Geringfügige zusätzliche Trennwirkungen, leichte Beeinträchtigung des Grundwassers (z.B. Durchflusskapazität), kleine Beeinträchtigung von Oberflächengewässern, oder leichte Beeinträchtigung eines schützenswerten Objektes

Wenn mehrere der obigen Punkte zutreffen, werden -2 Punkte vergeben, oder wenn Folgendes zutrifft:

- 2 Punkte (negativ): Grosse zusätzliche Trennwirkungen (z.B. für Wildtierkorridore), erhebliche Beeinträchtigung des Grundwassers (z.B. Durchflusskapazität), mittlere Beeinträchtigung von Oberflächengewässern, grosse Beeinträchtigung eines schützenswerten Objektes

Wenn mehrere der obigen Punkte zutreffen, werden -3 Punkte vergeben, oder wenn Folgendes zutrifft:

- 3 Punkte (Minimum): Unterbrechung Wildtierkorridore, oder starke Beeinträchtigung des Grundwassers (z.B. Durchflusskapazität), oder starke Beeinträchtigung von Oberflächengewässern (z.B. Kanalisierung), oder Zerstörung oder äusserst starke Beeinträchtigung eines schützenswerten Objektes

UW2 Qualität von natürlichen Lebensräumen und Gewässern KWA

Betroffenheit Art bzw. Qualität des betroffenen natürlichen Lebensraums, bewertet auf folgender Skala.

Bewertung

- +5 Punkte (sehr gross): Biotopschutzinventare des Bundes (z.B. Trockenwiesen und -weiden (TWW), Amphibienlaichgebiete), Wildtierkorridore von überregionaler Bedeutung, oder Grundwasserschutzzone (S2-S3) direkt betroffen
- +4 Punkte (gross): Mehrere schützenswerte Objekte von regionaler oder lokaler Bedeutung sowie schutzwürdige Lebensräume (z.B. kleinere Biotope, die als Amphibienlaichgebiete dienen, Hecken etc.) oder Grundwasserschutzzone (S2-S3) am Rande betroffen
- +3 Punkte (mittel): Ein schützenswertes Objekt von regionaler oder lokaler Bedeutung oder eine Gewässerschutzzone Au betroffen
- +2 Punkte (gering): Ein schützenswertes Gebiet von regionaler oder lokaler Bedeutung oder ein schutzwürdiger Lebensraum ist am Rand und in nur geringem Ausmass vom Projekt betroffen
- +1 Punkt (sehr gering): Keine speziell schutzwürdigen Lebensräume betroffen
- 0 Punkte (keine Betroffenheit): Keinerlei natürliche Lebensräume betroffen

eNISTRA 2022

UW3n	Bodenversiegelung	KNA
Ziel	Der Verkehr nimmt rund 30% der Schweizer Siedlungsfläche in Anspruch; 88% davon entfallen auf den Strassenverkehr. Die Böden spielen als Nährstoff- und Wasserspeicher sowie als Puffer und Lebensraum eine zentrale Rolle im Naturhaushalt. Verkehrsflächen führen zu einer Versiegelung des Bodens, so dass sie diese Funktion nicht mehr erfüllen können. Eine der Nachhaltigkeit verpflichtete Planung der Strasseninfrastruktur strebt daher einen möglichst geringen Flächenbedarf an.	
Einheit	Hektaren	
Bewertung	3'480 CHF / Hektare (zu Preisen 2019 – 3'000 CHF / ha zu Preisen des Jahres 2005 – siehe VSS 41 828)	

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Geben Sie für die einzelnen neuen Strassenabschnitte die Länge,...
- ❷ ...die Breite und...
- ❸ ...den Strassentyp ein. Beim Strassentyp können Sie wählen zwischen drei Typen. Durch die Wahl des Strassentyps berechnet eNISTRA den Flächenverbrauch gemäss der in nachstehender Tabelle beschriebenen Art automatisch (vgl. VSS 41 828, Tabelle 5).

Autobahn	Eine Autobahn ist kreuzungsfrei, zwei- oder mehrspurig und hat eine bauliche Richtungstrennung.	Flächenverbrauch: Platzbedarf der Strasse plus je doppelte Strassenbreite links und rechts der Strasse
Autostrasse	Eine Autostrasse ist kreuzungsfrei und ein- oder mehrspurig, aber ohne bauliche Richtungstrennung.	Flächenverbrauch: Platzbedarf der Strasse plus je einfache Strassenbreite links und rechts der Strasse
übrige Strassen	Diese Kategorie reicht von gut ausgebauten Strassen 1. Klasse (mehr als 6m breit und mit Lastwagen / Bus im Gegenverkehr befahrbar) bis zu weniger gut ausgebauten Strassen 3. Klasse (mind. 2.5m breit, jedoch mit Lastwagen / Bus nur einspurig befahrbar).	Flächenverbrauch: Platzbedarf der Strasse plus je 10 m links und rechts der Strasse

Beim **Rückbau** von bestehenden Strassen geben Sie die entsprechende Strasse mit einer negativen Länge ein. Dies ist nur zulässig, wenn beim Indikator Baukosten (DK1) die Kosten für den Rückbau enthalten sind.

Reichen die zur Verfügung stehenden 20 Strassenabschnitte nicht aus, kann wie folgt vorgegangen werden: In diesem Fall müssen innerhalb der drei Kategorien Autobahn, Autostrasse übrige Strasse Strassenabschnitte aggregiert werden, indem ihre Länge zusammengezählt wird und bei der Breite der mit der Länge gewichtete Durchschnitt eingegeben wird (Neubauten und Rückbauten dürfen nicht aggregiert werden).

Strassenabschnitt	Länge (m)	Breite (m)	Strassentyp	ab Jahr	Versiegelte Fläche (m ²)	
H-wilen	1'000	20.0	Autobahn	2021	100'000	
B-hausen	5'400	15.0	Autostrasse	2021	243'000	
M-dorf	2'350	8.0	übrige Strassen	2023	65'800	
R-heim: Rückbau	-1'500	6.0	übrige Strassen	2028	-39'000	
Ausgleichs- oder Ersatzmassnahmen (m ²)					2023	-17'520
Total (m ²)						352'280

UW3n	Bodenversiegelung	KNA
<p>④</p> <p>⑤</p>	<p>In der Spalte «ab Jahr» ist einzugeben, ab welchem Jahr der Effekt in den Berechnungen zu berücksichtigen ist. Dies ist meist das Jahr des Baubeginns (deshalb wird dies als Vorgabewert eingefügt, sobald die anderen drei Spalten ausgefüllt sind – der Wert kann aber bei Bedarf (z.B. bei etappierten Projekten) überschrieben werden). Bei Rückbauten (bzw. bei Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen) ist es das erste Jahr, nachdem die Arbeiten abgeschlossen sind.</p> <p>Sollen auch Effekte, die nur in der Bauphase auftauchen (z.B. temporärer Flächenverbrauch für Installationsplätze), berücksichtigt werden, so ist der negative Effekt mit Beginn der Bauphase einzugeben, die Wiederherstellung im Jahr nach Abschluss der Arbeiten (in diesen beiden Zeilen ist die Länge einmal mit positivem und einmal mit negativem Vorzeichen einzugeben).</p> <p>Am Ende der Tabelle können Sie die Flächen für Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen eingeben (diese Fläche ist als negative Zahl einzugeben). Diese Flächen werden vom Flächenverbrauch durch die Strasse abgezogen. Dies ist nur zulässig, wenn beim Indikator Baukosten (DK1) die Kosten für diese Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen enthalten sind.</p>	
Bau	Gemäss VSS 41 828 (Ziffer 29) beginnt die Bodenversiegelung mit dem Baubeginn. Die Bauphase ist somit Bestandteil des Indikators.	
eNISTRA 2022		

UW3w	Flächenbeanspruchung und Bodenfruchtbarkeit	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	Der Indikator bewertet die Veränderung der beanspruchten Fläche und deren Qualität. Im Unterschied zu UW2 geht es hier nicht in erster Linie um Zerschneidung und Veränderung der Biodiversität, sondern um den Verlust natürlicher Flächen und land- / forstwirtschaftlichen Kulturlandes per se.	
Veränderung	Bewertung der Zu- oder Abnahme der versiegelten Fläche (Länge des Abschnitts * Breite der Nationalstrasse = Fläche in ha). ⁹³ Dies wird automatisch von der Eingabe bei UW3n übernommen.	
	Bewertungsfunktion	
	Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:	
	$Punkte = - \frac{\text{Veränderung der versiegelten Fläche (in ha)}}{\frac{10}{3}}$	
	wobei Veränderung als Projekt- minus Referenzfall zu verstehen ist und folgendes Maximum zu beachten ist:	
	3 Punkte (Maximum):	frei werdende Fläche > 10 ha
	-3 Punkte (Minimum):	zusätzlich versiegelte Fläche > 10ha
Betroffenheit	Die Betroffenheit entspricht bei diesem Indikator der Qualität / «Wertigkeit» der betroffenen Fläche bzw. der Bodenqualität. Folgende Regel gilt, wenn innerhalb des bewerteten Sektors verschiedene Bodentypen, Bodenqualitäten auftauchen: Entsprechen 50% der Fläche einem in der Skalierung aufgeführten Bodentyp, so gilt die jeweilige Punktzahl. Bei unter 50%-Anteil fällt die Bewertung auf die nächsttiefere Punktzahl.	
	Bewertung	
	5 Punkte (sehr gross):	Fruchtfolgeflächen oder Waldflächen
	4 Punkte (gross):	Extensiv genutzte Ökosysteme (Grünland), Ackerland mit leichter Hangneigung
	3 Punkte (mittel):	Intensiv genutzte Ökosysteme, Ackerland mit starker Hangneigung, zerschnittene kleine Kulturlandflächen
	2 Punkte (gering):	Schnittstellen zwischen intensiven Ökosystemen und Siedlungsflächen (Wegränder und Ruderalflächen)
	1 Punkt (sehr gering):	Unversiegelte Siedlungsflächen, Kiesflächen etc.
	0 Punkte (keine Betroffenheit):	Versiegelte Flächen

eNISTRA 2022

⁹³ Berücksichtigt werden soll lediglich die versiegelte Fläche, nicht aber die weitere angrenzende (und durch das Projekt betroffene) Fläche entlang der Strassen, d.h. es darf nicht direkt die für die KNA berechnete Fläche verwendet werden.

UW4n	Klimabelastung	KNA
Ziel	Der Ausstoss von Treibhausgasen führt weltweit zu einer Klimaerwärmung. Es werden gravierende Folgen (Zunahme von Extremwetterereignisse wie Überschwemmungen, Wirbelstürme, Dürren sowie ein Anstieg des Meeresspiegels, Gletscherabbrüche in den Alpen und infolgedessen Migrationsbewegungen von Menschen usw.) befürchtet. Eine Nachhaltigkeitsprüfung von Strasseninfrastrukturprojekten muss deshalb auch die Auswirkungen eines Projektes auf den Ausstoss von CO ₂ und anderer Treibhausgase (Methan CH ₄ und Lachgas N ₂ O) berücksichtigen. Die Bewertung beruht auf der VSS 41 828.	
Einheit	CHF / Jahr	
Bewertung	121.5 CHF / t CO ₂ -Äquivalent ⁹⁴ im Jahr 2015 (zu Preisen 2019 123.2 CHF / t), danach pro Jahr steigend um 3%. Es wird zudem eine Sensitivität berechnet auf der Basis von 70 und 217 CHF / t CO ₂ -Äquivalent (Preise 2019 – ebenfalls steigend um jährlich 3%).	
Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?		
eNISTRA übernimmt automatisch die Eingaben vom Blatt «Inputdaten». Die Daten werden aber trotzdem nochmals aufgeführt, damit klar wird, aus welchen Inputdaten das Ergebnis berechnet wird.		
Die für die Berechnungen verwendeten Emissionsfaktoren werden zur Information ganz unten auf dem Tabellenblatt aufgeführt. Diese Werte können wie bei UW1n_Luft überschrieben werden. Dies sollte aber nur in Ausnahmefällen geschehen und ist dann im Kommentar zu erläutern (Begründung und Ausmass der Veränderung). Weitere Erläuterungen zu den Emissionsfaktoren aus dem HBEFA finden sich beim Blatt «Inputdaten» sowie bei den Indikatoren VQ3 und UW1n_Luft.		
Die in eNISTRA gezeigten Emissionsfaktoren für CO ₂ -Äquivalente gelten nur für Benzin- und Dieselfahrzeuge, d.h. für den Anteil der Elektrofahrzeuge an den Fzkm werden keine CO ₂ -Emissionen berechnet. Die CO ₂ -Emissionen der Elektrofahrzeuge werden im Indikator UW6 (vor- und nachgelagerten Prozesse) berücksichtigt.		
Bau	Wie beim Indikator Luftbelastung (UW1n_Luft) kann die zusätzliche Klimabelastung, welche auf Umwegfahrten während der Bauzeit zurückzuführen ist, monetarisiert werden. Dazu werden die Eingaben aus dem Blatt «Inputdaten» übernommen. Lässt sich dieser Effekt nicht beziffern, so ist auch eine qualitative Beschreibung der Klimabelastung während der Bau-phase möglich.	
Die Kosten der Treibhausgase durch Bauemissionen werden bei den vor- und nachgelagerten Prozessen (UW6) betrachtet.		
eNISTRA 2022		

⁹⁴ Bei den CO₂-Äquivalenten werden neben den CO₂-Emissionen auch die Emissionen der Treibhausgase Methan CH₄ und Lachgas N₂O miteinbezogen, wobei ihr «global warming potential» berücksichtigt wird.

UW4w	Klimabelastung	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Der Indikator bewertet die Wirkung des Projekts auf das Klima bzw. die Emissionen von Treibhausgasen, wobei die Emissionen von CO₂-Äquivalenten zur Wirkungsmessung verwendet werden. Anhand der Veränderung der Fahrleistung aus dem Verkehrsmodell (Fzkm, differenziert nach Fahrzeugkategorien sowie Autobahn, ausserorts und innerorts) wird mit Hilfe des HBEFA ermittelt, wie sich die CO₂-Emissionen durch die Projektumsetzung verändern. Die Wirkung auf das Klima kann nicht wie bei anderen Umweltindikatoren in Veränderung und Betroffenheit unterteilt werden, da die Betroffenheit immer global ist. Deswegen wird der Indikator direkt in Form einer Gesamtbilanz bewertet, bei der die Skala zum Kompensieren der Betroffenheit ausgeweitet wurde (von -15 bis +15, wie bei der Multiplikation von Veränderung und Betroffenheit bei den anderen Indikatoren).</p> <p>Bei diesem Indikator wird die Gesamtwirkung des Projekts berücksichtigt, d.h. sowohl die Veränderung der Treibhausgasemissionen auf dem betroffenen Nationalstrassenabschnitt als auch auf dem nachgelagerten Netz.</p>	
Gesamtwirkung	<p>Die Gesamtwirkung wird aufgrund der Veränderung (Projekt- minus Referenzfall) der Emissionen von CO₂-Äquivalenten durch das Projekt ermittelt. Diese Veränderung wird direkt aus der KNA-Bewertung übernommen, so dass keine Eingabe nötig ist (die Formel kann aber bei einer reinen KWA-Bewertung überschrieben werden).</p>	
<p>Bewertungsfunktion</p>		
<p>Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:</p>		
$Punkte = - \frac{\text{Veränderung Emissionen von CO}_2\text{-Äquivalenten [in t / a]}}{500}$		
<p>wobei folgendes Maximum / Minimum zu beachten ist:</p>		
<p>+15 Punkte (Maximum): Reduktion CO₂ ≥ 7'500 t / a</p>		
<p>-15 Punkte (Minimum): Zunahme CO₂ ≥ 7'500 t / a</p>		
<p>eNISTRA 2022</p>		

UW5	Umweltbelastung während der Bauphase	KWA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Mit diesem Indikator sollen die Luft- und Lärmbelastung während der Bauphase sowie der Ressourcenverbrauch bewertet werden. Der Ressourcenverbrauch fliesst dabei primär über die Streckenlänge (Betroffenheit) in die Bewertung ein, weil die Streckenlänge ein wichtiger Indikator für die verbrauchte Menge an Baumaterial ist.</p> <p>Die Luft- und Lärmbelastung während der Bauphase dient als direkter Belastungsindikator. Dieser kann aufgrund von Umleitungen zu Beeinträchtigungen der Verkehrssicherheit führen. Die Luft- und Lärmbelastungen verteilen sich dann auf dem nachgelagerten Netz und auf Parallelrouten. Auch bei Transporten von gefährlichen Gütern wird die Verlagerung in Wohngebiete negativ beurteilt. Als Grundlage zur Bewertung dienen Experteneinschätzungen, da Modellauswertungen zum Baustellenverkehr in der Regel zu aufwändig sind bzw. in diesem Stadium der Planung nicht vorliegen.</p>	
Veränderung	<p>Die Veränderung der Luft- und Lärmbelastung durch den Bau, sowie der Verkehrsveränderung auf dem nachgelagerten Netz ist abhängig von der Dauer der Bauphase. Die Bewertung wird qualitativ durchgeführt.</p> <p>Eine positive Veränderung (Punkte +1 bis +3) kann es nicht geben. Im besten Fall ist die Belastung null.</p> <p>Bewertung</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 Punkte (neutral): Keine spürbaren Veränderungen. Keine Transporte gefährlicher Güter. -1 Punkt (leicht negativ): Spürbare Lärm- und Luftbelastung während der Bauphase und leichte Zunahme des DTV auf Parallelrouten des nachgelagerten Netzes während maximal ein bis drei Jahren. Wenige Fahrten gefährlicher Güter und kaum Fahrten durch Siedlungsgebiete. -2 Punkte (negativ): Spürbare Lärm- und Luftbelastung während der Bauphase und deutliche Zunahme des DTV auf Parallelrouten des nachgelagerten Netzes für die Dauer von drei bis fünf Jahren. Einige Fahrten gefährlicher Güter sowie ein Installationsplatz. Bedeutender Anteil von Fahrten durch Siedlungsgebiete. -3 Punkte (Minimum): Deutlich spürbare Lärm- und Luftbelastung während der Bauphase und starke Zunahme des DTV auf Parallelrouten des nachgelagerten Netzes während mehr als fünf Jahren. Viele Fahrten gefährlicher Güter sowie ein gross angelegter Installationsplatz. Hoher Anteil von Fahrten durch Siedlungsgebiete. 	

UW5	Umweltbelastung während der Bauphase	KWA
-----	--------------------------------------	-----

Betroffenheit Die Betroffenheit wird anhand der Länge des projektierten Streckenabschnitts gemessen. Die Länge des Streckenabschnitts ist ein guter Indikator für den Ressourcenverbrauch: Sowohl der Energieverbrauch als auch die Menge eingesetzter Baustoffe (z.B. für Kies) werden damit stellvertretend miteinbezogen. Auch für die Lärm- und Luftbelastung ist die Streckenlänge ein grober Indikator für die Betroffenheit. Für die Immissionsbelastung wäre zwar die Streckenlänge innerhalb des Siedlungsgebietes ein besserer Indikator. Durch die Verwendung der gesamten Streckenlänge wird aber der Ressourcenverbrauch explizit berücksichtigt. Die effektive Ressourcenmenge (z.B. Kiesmenge) wird nicht explizit berücksichtigt (Aufwand, Datenverfügbarkeit).

Bewertungsfunktion

Die Skalierung erfolgt mittels folgender linearer Funktion:⁹⁵

$$\text{Punkte} = \text{Länge des Streckenabschnitts (in km)} / 3$$

wobei folgendes Maximum zu beachten ist:

5 Punkte (Maximum): Streckenabschnitt länger als 15 km

eNISTRA 2022

⁹⁵ Bei Annahme einer Erweiterung um 2x1 Spur oder einen Neubau mit 2x1 Fahrspuren. Falls eine 2x2-spurige Erweiterung oder Neubau erfolgt, sind die km-Angaben zu verdoppeln.

UW6	Vor- und nachgelagerte Effekte	KNA												
Ziel	<p>Die Auswirkungen von vor- und nachgelagerten Prozessen werden in zwei Bereichen miteinbezogen</p> <ul style="list-style-type: none"> – Energie: Schäden durch die Emission von Klimagasen und Luftschadstoffen bei Herstellung, Transport und Bereitstellung der Antriebsenergie (Benzin, Diesel, Strom). – Infrastruktur: Schäden durch die Emission von Klimagasen und Luftschadstoffen bei Bau, Unterhalt und Entsorgung der Infrastruktur. <p>Die vor- und nachgelagerten Prozesse von Fahrzeugen werden hingegen nicht miteinbezogen, weil in einer KNA üblicherweise davon ausgegangen wird, dass sich durch ein einzelnes Verkehrsprojekt der Fahrzeugbestand nicht in relevantem Umfang verändert.⁹⁶</p>													
Einheit	CHF / Jahr													
Bewertung	<p>Die Klimakosten werden mit demselben Kostensatz bewertet wie der Indikator UW4n (inkl. Sensitivität – siehe UW4n).</p> <p>Für die Luftbelastung durch den Treibstoffverbrauch bzw. Stromverbrauch (Elektrofahrzeuge) werden die folgenden Kostensätze aus der VSS 41 828 verwendet (Preise 2019):</p> <ul style="list-style-type: none"> – 99.33 CHF / t Benzin – 54.72 CHF / t Diesel – 10.25 CHF / MWh Strom <p>Für die Luftbelastung der Infrastruktur lassen sich aus der VSS 41 828 die folgenden Kostensätze ablesen (Preise 2019):</p> <table border="0"> <tr> <td>– Strasse: offene Strecke Autobahn bis 3.-Klass-Strasse</td> <td style="text-align: right;">0.476</td> </tr> <tr> <td>– Brücke / Viadukt</td> <td style="text-align: right;">2.853</td> </tr> <tr> <td>– Tagbautunnel / Galerie</td> <td style="text-align: right;">3.805</td> </tr> <tr> <td>– Bergmännischem Tunnel</td> <td style="text-align: right;">4.757</td> </tr> <tr> <td>– Trottoir oder strassenbegleitender Veloweg innerorts</td> <td style="text-align: right;">0.365</td> </tr> <tr> <td>– Befestigtem Fuss- oder Veloweg</td> <td style="text-align: right;">0.284</td> </tr> </table>		– Strasse: offene Strecke Autobahn bis 3.-Klass-Strasse	0.476	– Brücke / Viadukt	2.853	– Tagbautunnel / Galerie	3.805	– Bergmännischem Tunnel	4.757	– Trottoir oder strassenbegleitender Veloweg innerorts	0.365	– Befestigtem Fuss- oder Veloweg	0.284
– Strasse: offene Strecke Autobahn bis 3.-Klass-Strasse	0.476													
– Brücke / Viadukt	2.853													
– Tagbautunnel / Galerie	3.805													
– Bergmännischem Tunnel	4.757													
– Trottoir oder strassenbegleitender Veloweg innerorts	0.365													
– Befestigtem Fuss- oder Veloweg	0.284													

Wie muss das Tabellenblatt ausgefüllt werden?

- ❶ Die Inputdaten für die vor- und nachgelagerten Effekte der Infrastruktur müssen neu eingegeben werden – und zwar differenziert nach 6 verschiedenen Strassentypen. Einzugeben ist die neu überbaute Fläche. Dabei sind Velostreifen den Strassenflächen zuzuordnen. Zudem dürfen Flächen von rückgebauten Infrastrukturen nicht abgezogen werden.⁹⁷

Eingabe für vor- und nachgelagerte Prozesse der Infrastruktur

Strassentypen	Neu überbaute Flächen in m ²	Emissionsfaktoren in kg CO ₂ -Äquivalente pro m ² und Jahr	Emissionen in t CO ₂ / Jahr	Schäden durch Luftschadstoffe	
				in CHF pro m ² und Jahr	in CHF pro Jahr
Strasse: offene Strecke Autobahn bis 3.-Klass-Strasse	119'800	5.7	682.9	0.476	56'971
Brücke / Viadukt	15'000	34.1	511.5	2.853	42'800
Tagbautunnel / Galerie	10'000	45.5	455.0	3.805	38'054
Bergmännischem Tunnel	50'000	56.9	2'845.0	4.757	237'827
Trottoir oder strassenbegleitender Veloweg innerorts	5'000	4.4	22.0	0.365	1'824
Befestigtem Fuss- oder Veloweg	3'000	3.4	10.2	0.284	852
Total			4'526.6		378'328

⁹⁶ Ecoplan (2020), Bewertung der externen Effekte im Strassenverkehr, Kapitel 6.1.

⁹⁷ Denn die Kosten des Rückbaus einer Infrastruktur sind im Kostensatz für die vor- und nachgelagerten Effekte enthalten, so dass die Kosten des Rückbaus bereits während dem Betrieb der Strasse verrechnet wurden und nun nicht nochmals angerechnet werden dürfen (Ecoplan 2020, Bewertung der externen Effekte im Strassenverkehr, Kapitel 6.2.1.b).

UW6	Vor- und nachgelagerte Effekte	KNA
	<p>Neben den neu überbauten Flächen werden die Emissionsfaktoren von CO₂-Äquivalenten pro m² und Jahr angegeben. Diese werden aus NISTRA-BASIC übernommen.⁹⁸ Daraus werden direkt die Emissionen von CO₂-Äquivalenten pro Jahr berechnet, die durch die neuen Infrastrukturen verursacht werden. Dieser Wert bleibt über die Zeit konstant.</p> <p>Ganz rechts folgen die Schäden durch Luftschadstoffe. Einerseits die Kostensätze, die im Blatt Bewertungssätze KNA angepasst werden könnten, andererseits die sich aufgrund der links eingegebenen Daten ergebenden Kosten pro Jahr.</p> <p>Bei den Inputdaten für die Berechnung der vor- und nachgelagerten Prozesse der Energie werden die Eingaben von eNISTRA automatisch vom Blatt «Inputdaten» übernommen. Die Daten werden aber trotzdem nochmals aufgeführt, damit klar wird, aus welchen Inputdaten das Ergebnis berechnet wird.</p> <p>Die für die Berechnungen verwendeten Emissionsfaktoren für die Emission von CO₂-Äquivalenten durch vor- und nachgelagerte Prozesse werden zur Information ganz unten auf dem Tabellenblatt aufgeführt. Diese Werte können wie bei UW1n_Luft und UW4n überschrieben werden. Dies sollte aber nur in Ausnahmefällen geschehen und ist dann im Kommentar zu erläutern (Begründung und Ausmass der Veränderung). Weitere Erläuterungen zu den Emissionsfaktoren aus dem HBEFA finden sich beim Blatt «Inputdaten» sowie bei den Indikatoren VQ3 und UW1n_Luft. So werden auch Daten von diesen Blättern übernommen (Benzin-, Diesel- und Stromverbrauch aus VQ3 und Anteil Diesel und Elektrofahrzeuge aus «Inputdaten»).</p> <p>Bei der Darstellung der Ergebnisse werden auch die Mengeneffekte in CO₂-Äquivalenten dargestellt. Eine Darstellung der Mengeneffekte bei den Luftschadstoffen ist nicht einfach möglich und muss deshalb entfallen.</p>	
Bau	<p>Vor- und nachgelagerte Effekte durch den Energieverbrauch durch Umwegfahrten in der Bauphase werden durch eNISTRA ebenfalls automatisch berechnet (Klimaschäden und Luftschadstoffe). Lässt sich dieser Effekt nicht beziffern, so ist auch eine qualitative Beschreibung der Belastung während der Bauphase möglich.</p> <p>Die Effekte durch Bau, Unterhalt und Entsorgung der Infrastrukturen werden in der gewählten Methodik der Betriebsphase der Infrastruktur zugeordnet. Damit werden die Effekte von Bau und Entsorgung (nach Rückbau / Erneuerung) streng genommen nicht im richtigen Zeitpunkt miteinbezogen. Eine exakte zeitliche Berücksichtigung wäre jedoch sehr aufwändig, so dass die gewählte Vereinfachung zielführend ist.</p>	

eNISTRA 2022

⁹⁸ Bei Bedarf können diese Emissionsfaktoren überschrieben werden. Dies dürfte aber nur sehr selten der Fall sein.

4.6 Qualitative Indikatoren im Bereich Realisierung und Kohärenz

QI1	Kostenrisiko, Bautechnisches Risiko	QA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Der Indikator umfasst mögliche Projektrisiken, insbesondere das Kostenrisiko sowie bautechnische Risiken. Umweltrisiken sind im Umweltteil bereits berücksichtigt. Die daraus resultierenden Kostenrisiken (v.a. Grundwasser) sind aber hier aufzunehmen. Nicht Bestandteil dieses Indikators sind Risiken aufgrund von Akzeptanzthemen (z.B. Verfahrensrisiken infolge Einsprachen).</p> <p>Bestimmte Faktoren führen tendenziell zu einem höheren Risiko, beispielsweise komplexe Bauwerke (v.a. Tunnels (Tagbau oder bergmännisch), Brücken) oder auch konkrete bautechnische Herausforderungen wie z.B. Naturgefahren oder geologische Unsicherheiten. Bautechnische Risiken erhöhen die Gefahr von Kostenüberschreitungen. Ein weiterer Risikofaktor sind mögliche Altlasten im betroffenen Bauabschnitt.</p>	
Ausprägung, Skala	<p>Wie gross werden das Kostenrisiko und das bautechnische Risiko des Projektes eingeschätzt? Das «positivste» Risiko ist kein Risiko (0 Punkte, keine relevanten Auswirkungen), weshalb die Skala nur von 0 bis -3 Punkte reicht. Risiken können aus folgenden Gründen entstehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> – hoher Tunnelanteil (z.B. geologische Risiken, Umgang mit Grundwasserquerungen) – Brücken: komplexe Brückenbauwerke – Naturgefahren: Komplexe Massnahmen zur Stabilisierung des Geländes – Komplexe Verflechtungsbauwerke (z.B. Portale, Anschlussbauwerke): Vor allem bei der Bewertung von Projekten relevant, die noch keinen detaillierten Planungsstand (mindestens Vorprojekt) aufweisen. These ist, dass mit einem Verflechtungsbauwerk das Risiko erhöht wird, dass weitere Massnahmen zur Bewältigung des Verkehrs nötig werden. <p>Bewertung⁹⁹</p> <ul style="list-style-type: none"> 0 Kein Risiko: Risiken von Tunnelanteilen, Brücken, Naturgefahren, Verflechtungsbauwerken minim. Hohe Robustheit der Kostenschätzung. -1 Geringes Risiko: Risiken von Tunnelanteilen, Brücken, Naturgefahren, Verflechtungsbauwerken vorhanden, aber überschaubar. Mittlere Robustheit der Kostenschätzung, Zusatzabklärungen im Rahmen der Projektierungsarbeiten umsetzbar. -2 Mittleres Risiko: Risiken von Tunnelanteilen, Brücken, Naturgefahren, Verflechtungsbauwerken vorhanden, und zum Teil erheblich. Geringe Robustheit der Kostenschätzung, Zusatzabklärungen relevant. -3 Grosses Risiko: Risiken von Tunnelanteilen, Brücken, Naturgefahren, Verflechtungsbauwerken erheblich, und zum Teil unwägbare. Robustheit der Kostenschätzung nicht gegeben, Zusatzabklärungen zwingend. 	

eNISTRA 2022

⁹⁹ Diese Skalierung hat sich in bisher 71 Projekten bewährt.

Q12	Etappierbarkeit	QA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Ein Projekt in Etappen aufzuteilen ist von Vorteil, da das Risiko von Verzögerungen z.B. infolge von Finanzierungsschwierigkeiten oder Problemen beim Bau reduziert wird. Durch einen gestaffelten Ausbau können zudem frühzeitig Teilnutzen realisiert werden.</p> <p>Eine Etappierung liegt dann vor, wenn ein Teilprojekt grundsätzlich unabhängig vom Rest gebaut und in Betrieb genommen werden kann und im schlimmsten Fall auch ohne den Ausbau der weiteren Teilprojekte möglich wäre. Es ist allerdings zu erwähnen, dass eigenständige Teilprojekte grundsätzlich eine separate Bewertung durchlaufen müssten.</p> <p>Ein Beispiel eines gestaffelten Ausbaus sind Anschlussbauwerke, die im ersten Ausbauschnitt noch nicht (oder z.B. nur einseitig) fertiggestellt werden.</p>	
Ausprägung, Skala	<p>Wie wird die Etappierbarkeit des geplanten Projekts eingeschätzt? Kann das Projekt in zwei oder mehr sinnvolle Etappen (Teilprojekte) aufgeteilt werden?</p> <p>Die Skala reicht nur von 0 bis +3, weil die Etappierbarkeit kein negatives Vorzeichen haben kann, sondern lediglich hoch / gut oder schlecht bzw. nicht möglich sein kann.</p>	
	<p>Bewertung¹⁰⁰</p> <ul style="list-style-type: none"> +3 Mehrfache Etappierung des Projekts möglich: Das Projekt ist in mehr als zwei sinnvolle Etappen aufteilbar und kann entsprechend bei Bedarf gestaffelt ausgebaut und in Betrieb genommen werden. +2 Eine Etappierung bzw. ein gestaffelter Ausbau ist möglich: Das Projekt ist in zwei sinnvolle Etappen (Teilprojekte) aufteilbar. Etwa die Hälfte (1/3 bis 2/3) des Projekts kann früher eröffnet werden. +1 Eine Etappierung bzw. ein gestaffelter Ausbau ist teilweise möglich: Das Projekt ist in zwei sinnvolle Etappen (Teilprojekte) aufteilbar. Eine der zwei Etappen umfasst aber nur einen kleinen Teil (max. 1/3) des Projekts. 0 Keine Etappierung bzw. kein gestaffelter Ausbau möglich. 	
eNISTRA 2022		

¹⁰⁰ Diese Skalierung hat sich in bisher 71 Projekten bewährt.

QI3	Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten	QA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>In Analogie zu den Indikatoren der Verkehrsqualität und der Wirkungen auf Raum und Siedlung soll dieser Indikator die Kohärenz aus konzeptioneller Sicht würdigen. Es geht um die Frage, ob das Projekt kompatibel ist mit bestehenden Vorstellungen der Verkehrsplanung, einerseits mit der Strassenverkehrsplanung, andererseits auch aus gesamtverkehrlicher Sicht. Auf nationaler Ebene (Programmebene) ist der Sachplan Verkehr, Teil Programm die Referenz.¹⁰¹ Auf lokaler Ebene sind es kantonale, regionale und städtische Gesamtverkehrskonzepte sowie Agglomerationsprogramme (Teilstrategien Verkehr). Da der Sachplan Verkehr die Thematik auf einer vergleichsweise hohen Flughöhe behandelt, spielen bei QI3 die häufig konkreteren, kantonalen und regionalen Grundlagen eine wichtige Rolle. Speziell zu beachten sind die Schnittstellen zwischen den Strassennetzhierarchien sowie vorliegende Konzepte zum Ausbau von multimodalen Drehscheiben.¹⁰²</p>	
Ausprägung, Skala	<p>Die Kohärenzabschätzung ist abhängig</p> <ul style="list-style-type: none"> – vom Vorhandensein von regionalen oder kantonalen Konzepten (z.B. kantonale Mobilitätsstrategie, kantonale Gesamtverkehrskonzepte, regionale Gesamtverkehrskonzepte, kantonale Netzkonzeptionen, Agglomerationsprogramme) – vom Vorhandensein von konkreten Zielvorgaben in diesen Konzepten (Infrastrukturziele, Qualitätsziele, Wirkungsziele) – von konkreten Projektabhängigkeiten (z.B. Be- und Entlastungen des nachgelagerten Netzes, Möglichkeiten von neuen Verknüpfungen bzw. Kostenfolgen für Verknüpfungen, Synergien / Konflikte mit Projekten im ÖV, Fuss- oder Veloverkehr) – vom Vorhandensein von Abstimmungsprozessen zwischen Bund und Kantonen zur Einpassung der verschiedenen Konzepte und des Umgangs mit Synergien oder Widersprüchen bei einzelnen Fragen. – vom Einbezug und Schnittstellen von Netzteilen im angrenzenden Ausland (zusätzliche Abstimmungsanforderungen). 	

¹⁰¹ UVEK Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2021).

¹⁰² Dabei ist beachten, dass Nationalstrassenprojekte – in der Regel – kaum einen direkten Einfluss auf Mobilitätshubs und die Multimodalität haben. Die Förderung von multimodalen Drehscheiben erfolgt hauptsächlich durch andere Massnahmen als den Ausbau der Nationalstrasseninfrastruktur.

Q13

Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten

QA

Bewertung

Wie wird die Kohärenz des Projekts mit Gesamtverkehrskonzepten eingeschätzt?

- +3 Sehr gute Übereinstimmung mit Gesamtverkehrskonzepten: Kantonale / regionale Konzepte liegen vor und gehen vom Ausbau von Nationalstrassennetzteilen aus. Das Projekt entspricht zudem den Zielen gemäss Sachplan Verkehr. Die Schnittstellen der Netzteile sind sehr gut abgestimmt und ermöglichen Chancen für die Entwicklung und das Management des nachgelagerten Netzes. Es ergeben sich keine Widersprüche zum Ausbau anderer Verkehrsmittel (ÖV, LV) bzw. der Ausbau von multimodalen Drehscheiben wird gefördert.
- +2 Gute Übereinstimmung mit Gesamtverkehrskonzepten: Kantonale / regionale Konzepte liegen vor und gehen vom Ausbau von Nationalstrassennetzteilen aus. Das Projekt entspricht zudem den Zielen gemäss Sachplan Verkehr. Die Schnittstellen der Netzteile sind gut abgestimmt und ermöglichen Chancen für die Entwicklung und das Management des nachgelagerten Netzes. Es ergeben sich keine Widersprüche zum Ausbau anderer Verkehrsmittel (ÖV, LV) und der Ausbau von multimodalen Drehscheiben wird nicht konkurrenziert.
- +1 Übereinstimmung mit Gesamtverkehrskonzepten: Kantonale / regionale Konzepte liegen vor und gehen vom Ausbau von Nationalstrassennetzteilen aus. Diese Netzteile ergeben keine Widersprüche zum regionalen Netz. Konflikte zu anderen Verkehrsträgern sind grundsätzlich erkannt und werden diskutiert.
- 0 Neutral: Kantonale / regionale Konzepte liegen vor. Das Projekt hat keinen Zusammenhang zu den kantonalen / regionalen Konzeptionen.
- 1 Konflikte mit Gesamtverkehrskonzepten: Das Projekt weist bezüglich Netzkonzeption (z.B. Anschlussbauwerke) und / oder in Bezug auf die anderen Verkehrsträger ÖV & LV, multimodale Drehscheiben Konflikte (Widersprüche) mit vorliegenden kantonalen / regionalen Konzepten auf. Die Prozesse zur Bewältigung der Konflikte sind aufgegleist.
- 2 Grosse Konflikte mit Gesamtverkehrskonzepten: Das Projekt weist bezüglich Netzkonzeption (z.B. Widersprüche zu eigenen Projekten, Anschlussbauwerken) und / oder in Bezug auf die anderen Verkehrsträger ÖV & LV, multimodale Drehscheiben grössere Konflikte (Widersprüche) mit vorliegenden kantonalen / regionalen Konzepten auf. Die Prozesse zur Bewältigung der Konflikte sind noch nicht aufgegleist. Das Projekt widerspricht zudem den Zielen gemäss Sachplan Verkehr.
- 3 Sehr grosse Konflikte mit Gesamtverkehrskonzepten: Das Projekt weist bezüglich Netzkonzeption (z.B. Widersprüche zu eigenen Projekten, Anschlussbauwerken) und / oder in Bezug auf die anderen Verkehrsträger ÖV & LV, multimodale Drehscheiben sehr grosse Konflikte (Widersprüche) mit vorliegenden kantonalen / regionalen Konzepten auf. Die Prozesse zur Bewältigung der Konflikte sind nicht aufgegleist und die Konflikte erscheinen nicht überwindbar. Das Projekt widerspricht zudem den Zielen gemäss Sachplan Verkehr.

eNISTRA 2022

QI4 Kohärenz mit Raumplänen (national, kantonal, regional)**QA**

Beschreibung, Ziel- funktion Der Indikator beurteilt die Kohärenz bzw. Kompatibilität von Nationalstrassenprojekten mit räumlichen Entwicklungszielen und Raumkonzepten (national, kantonal, regional). Im Zentrum steht dabei die Frage, ob das Projekt einen Beitrag zur geordneten Siedlungsentwicklung leistet oder nicht.

Liefert das Projekt einen Beitrag zur geordneten Siedlungsentwicklung oder widerspricht es im Gegenteil den Zielen einer geordneten Siedlungsentwicklung gemäss Raumkonzept Schweiz oder kantonaler und regionaler Raumkonzepte?

Ausprägung, Skala Die Beurteilung der Kohärenz mit den Raumkonzepten erfolgt primär durch den Abgleich bzw. die Überprüfung des Projekts mit den zur Verfügung stehenden Raumkonzepten (Karten und erläuternde Texte):

- Nationale Ebene: Raumkonzept Schweiz sowie «Basiskarte räumliche Entwicklung» im Sachplan Verkehr, Teil Programm.
- Kantonale / Regionale Ebene: Kantonale bzw. regionale Raumkonzepte sowie Zukunftsbilder der Agglomerationsprogramme (sofern Projekt in Agglomeration)

Wie wird die Kohärenz des Projekts mit den bestehenden Raumplänen bzw. den räumlichen Entwicklungszielen eingeschätzt? Für die Beurteilung sollen folgende **Checkfragen** helfen: Zentrale Frage: Leistet das Strassenprojekt einen Beitrag zur geordneten Siedlungsentwicklung? Auf nationaler Ebene liefert zu dieser Frage sowohl das Raumkonzept Schweiz als auch der darauf abgestimmte Sachplan Verkehr, Teil Programm – die notwendigen Hinweise. In der «Basiskarte» im Sachplan Verkehr, Teil Programm werden 6 Raumtypen, ländliche Zentren und Tourismuszentren definiert.¹⁰³ Aus Sicht Nationalstrassen sind u.a. folgende Aspekte wichtig:

- Die Nationalstrassen verbinden die Metropolitanräume und stärken die Kohärenz zwischen den Netzen im Städtenetz Schweiz.
- Die Nationalstrassen sichern insbesondere in den stark belasteten Agglomerationsräumen die Leistungsfähigkeit.
- Nationalstrassenanschlüsse gewährleisten die Funktionalität der Hochleistungsstrassen und bilden die Schnittstelle zum nachgelagerten Netz.
- Die Nationalstrasse nimmt, soweit ihre Durchleitungsfunktion und Funktionsfähigkeit gewahrt sind, die Überlast des nachgelagerten Netzes auf und entlastet so die städtischen Kerne.
- Die Anbindung der Klein- und ländlichen Zentren an die Agglomerationsräume ist zu erhalten.
- In den ländlichen Räumen sind weitere Erreichbarkeitsgewinne und damit das Risiko einer peripheren Siedlungsentwicklung zu vermeiden.

Zusatzthemen:

- Verbessert das Strassenprojekt die Einbindung der Schweiz ins internationale Strassenverkehrsnetz, z.B. durch die Anbindung der Schweiz an europäische Hauptachsen oder die bessere Erschliessung nationaler- und internationaler Flughäfen?
- Trägt das Strassenprojekt zur Optimierung des Logistiktransportsystems und zur besseren Erschliessung der auf die Strasse ausgerichteten übergeordneten Logistikzentren bei?

¹⁰³ Auf den Seiten 20-23 (und auch andernorts) Sachplans Verkehr, Teil Programm (UVEK Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation 2021) werden zu diesen Raumtypen und für deren Vernetzung verkehrliche Anforderungen beschrieben. Die Funktion der Nationalstrassen ist hier aber nur ein Aspekt unter anderen verkehrlichen Anforderungen (städtischer MIV, ÖV, Velo- und Fussverkehr).

QI4 Kohärenz mit Raumplänen (national, kantonal, regional)

QA

Die Aussagen kantonaler und regionaler Raumkonzepte sowie Agglomerationsprogramme sind anhand analoger Checkfragen auf die Kohärenz zwischen Raumentwicklung und Nationalstrassenausbau zu prüfen.

Bewertung

- +3 Sehr gute Übereinstimmung mit den räumlichen Entwicklungszielen: Das Projekt leistet einen hohen Beitrag zur geordneten Siedlungsentwicklung und ist vollständig kompatibel mit den räumlichen Vorgaben des Raumkonzepts Schweiz bzw. der kantonalen / regionalen Raumkonzeptionen.
- +2 Gute Übereinstimmung mit den räumlichen Entwicklungszielen: Das Projekt leistet einen spürbaren Beitrag zur geordneten Siedlungsentwicklung und ist vollständig kompatibel mit den räumlichen Vorgaben des Raumkonzepts Schweiz bzw. der kantonalen / regionalen Raumkonzeptionen.
- +1 Übereinstimmung mit den räumlichen Entwicklungszielen: Das Projekt ist grösstenteils kompatibel mit den räumlichen Vorgaben des Raumkonzepts Schweiz bzw. der kantonalen / regionalen Raumkonzeptionen und gefährdet die geordnete Siedlungsentwicklung nicht.
- 0 Neutral gegenüber den räumlichen Entwicklungszielen: Das Projekt hat keine nennenswerten positiven oder negativen Auswirkungen auf die räumliche Entwicklung.
- 1 Konflikte mit räumlichen Entwicklungszielen: Das Projekt widerspricht den räumlichen Vorgaben des Raumkonzepts Schweiz bzw. der kantonalen / regionalen Raumkonzeptionen leicht und hat einen tendenziell negativen Einfluss auf die geordnete Siedlungsentwicklung.
- 2 Grosse Konflikte mit räumlichen Entwicklungszielen: Das Projekt widerspricht den räumlichen Vorgaben des Raumkonzepts Schweiz bzw. der kantonalen / regionalen Raumkonzeptionen in mehr als einem Punkt und hat einen spürbar negativen Einfluss auf die geordnete Siedlungsentwicklung.
- 3 Sehr grosse Konflikte mit räumlichen Entwicklungszielen: Das Projekt widerspricht den räumlichen Vorgaben des Raumkonzepts Schweiz bzw. der kantonalen / regionalen Raumkonzeptionen in hohem Mass und gefährdet die geordnete Siedlungsentwicklung erheblich.

eNISTRA 2022

Q15	Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität	QA
Beschreibung, Zielfunktion	<p>Wenn bei einem Projekt die langfristige Ausbaufähigkeit bzw. Aufwärtskompatibilität gegeben ist, erhöht sich die Flexibilität für mögliche Folgeinvestitionen und zukünftig notwendige Netzergänzungen. Anders verhält es sich bei Projekten, die so konzipiert sind, dass weitere Ausbauschritte nicht mehr direkt und einfach möglich sind. In diesen Fällen sind später möglicherweise grössere Folgeinvestitionen notwendig, um weitere Ausbauten zu ermöglichen.</p> <p>Tendenziell eine eingeschränkte Ausbaufähigkeit haben Tunnelprojekte sowie Projekte an Abschnitten mit vielen Knoten / Anschlussbauwerken. Andererseits weisen Projekte eine hohe Aufwärtskompatibilität auf, wenn Möglichkeiten für künftige Spurerergänzungen, neue Verknüpfungsmöglichkeiten / Knoten bestehen und bauliche Vorhaben anderer Verkehrsträger (v.a. Bahn) nicht verunmöglicht werden. Generell weisen neue Netzelemente tendenziell eine bessere Aufwärtskompatibilität auf als Ergänzungen an bereits bestehenden Netzabschnitten.</p>	
Ausprägung, Skala	<p>Ist das Vorhaben ausbaufähig und aufwärtskompatibel, d.h. sind zukünftige Ergänzungen und Ausbauten möglich und werden durch das vorliegende Projekt nicht eingeschränkt?</p> <p>Die Skala reicht nur von 0 bis +3, weil die Ausbaufähigkeit bzw. Aufwärtskompatibilität kein unterschiedliches Vorzeichen haben kann, sondern lediglich hoch / gut oder schlecht bzw. nicht möglich sein kann.</p>	
	<p>Bewertung</p> <p>+3 Hohe Aufwärtskompatibilität & Ausbaufähigkeit: Das Projekt hat ein grosses Potenzial für zukünftige Erweiterungen / Ausbauten und ist aufwärtskompatibel mit zukünftig möglicherweise notwendigen Projekten (auch anderer Verkehrsträger). Das Projekt umfasst ein neues Netzelement oder einen Ausbau auf einem Abschnitt mit einer geringen Dichte an Knoten / Anschlussbauwerken. Künftige Spurerergänzungen sind problemlos möglich.</p> <p>+2 Mittlere Aufwärtskompatibilität & Ausbaufähigkeit: Das Projekt hat ein erhebliches Potenzial für zukünftige Erweiterungen / Ausbauten und ist grösstenteils aufwärtskompatibel mit zukünftig möglicherweise notwendigen Projekten (auch anderer Verkehrsträger) (d.h. kleinere Einschränkungen sind zu erwarten). Das Projekt umfasst einen Ausbau auf einem Abschnitt mit mittlerer Dichte an Knoten / Anschlussbauwerken. Künftige Spurerergänzungen sind grundsätzlich möglich.</p> <p>+1 Geringe Aufwärtskompatibilität & Ausbaufähigkeit: Das Projekt hat ein geringes Potenzial für zukünftige Erweiterungen / Ausbauten und ist nur beschränkt aufwärtskompatibel mit zukünftig möglicherweise notwendigen Projekten (auch anderer Verkehrsträger), z.B. weil es technische oder verkehrliche Einschränkungen gibt. Das Projekt beinhaltet eine Ergänzung eines bestehenden Netzabschnitts und führt zu einer hohen Dichte an Knoten / Anschlussbauwerken auf dem entsprechenden Abschnitt. Ebenfalls zu dieser Kategorie gehören Tunnelprojekte, die aber noch ein gewisses Potenzial für zukünftige Ausbauten aufweisen. Künftige Spurerergänzungen sind nur mit Einschränkungen möglich.</p> <p>0 Keine Aufwärtskompatibilität & Ausbaufähigkeit: Das Projekt hat kein Potenzial für zukünftige Erweiterungen / Ausbauten und ist nicht aufwärtskompatibel mit zukünftig möglicherweise notwendigen Projekten, z.B. aufgrund technischer oder verkehrlicher Restriktionen. Zu dieser Kategorie gehören Tunnelprojekte ohne zukünftiges Ausbaupotenzial oder Abschnitte ohne Möglichkeiten für künftige Spurerergänzungen.</p>	
<p>eNISTRA 2022</p>		

5 Resultate: Outputblätter

5.1 Darstellung der Ergebnisse

eNISTRA aggregiert die Ergebnisse automatisch und produziert mehrere Darstellungen. Die Ergebnisse können nicht nur entsprechend den spezifischen Bedürfnissen ausgedruckt werden, sondern es können auch ganze Zusammenstellungen (z.B. Tableau, Abbildungen usw.) exportiert werden. Zudem können die Zahlenergebnisse exportiert werden, so dass weiterführende Berechnungen auf den Originalwerten aufbauen können. Bevor die Druck- und Exportmöglichkeiten aufgezeigt werden, werden die einzelnen Outputblätter beschrieben. Wie erwähnt handelt es sich bei den dargestellten Zahlen um eine fiktives Beispiel.

NISTRA-Tableau

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Mit dem NISTRA-Tableau sollen die einzelnen Ergebnisse auf zwei Seiten in kompakter und standardisierter Form zusammengefasst werden. Nach einem kurzen Projektbeschreibung folgt eine Tabelle mit den wesentlichen Ergebnissen der KNA und KWA sowie der QA. Zum Schluss werden die Ergebnisse verbal beschrieben und interpretiert.

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

Im Kopf des Tableaus werden die wichtigsten Merkmale des Projekts aufgeführt: Projektname, Vergleichsjahr KNA, Erstinvestitionen (hier ist die politisch interessierende Grösse, nämlich die nicht diskontierten Kosten der Erstinvestition inkl. Landkosten ausgewiesen). Im Falle eines Provisoriums, eines etappierten Projektes oder eines Vergleichs wird dies ebenfalls im Kopf angezeigt.

Im ersten Teil des Tableaus – im sog. **Projektbeschreibung** – wird das Projekt sowie das Verkehrsmodell kurz beschrieben. Der Kurzbeschreibung stammt aus dem Inputblatt «Grunddaten», die Fragen und die Angaben zur Ermittlung der Verkehrseffekte vom Inputblatt «Verkehrsmodell».

1) Projektbeschreibung

Kurzbeschreibung

Zweck des Ausbaus: Abbau Stau und Rückverlagerung Verkehr auf Autobahn, Entlastung der Gemeinde XX vom Verkehr, Erhöhung der Sicherheit.

Verkehrseffekte und ihre Ermittlung

Routenumlagerungen berücksichtigt? ja

Unterscheidung Spitzen-Schwachlast berücksichtigt? nein

Zielwelanpassungen berücksichtigt? ja

Induzierter Verkehr berücksichtigt? ja

Den Ergebnissen liegt ein differenziertes Verkehrsmodell zu Grunde. Schwachpunkt: Die fehlende Unterscheidung zwischen Spitzenstunde, Haupt- und Nebenverkehrszeiten.

Der zweite Teil des Tableaus enthält eine Übersicht über die Ergebnisse. Dabei werden zuerst alle Indikatoren der KNA und KWA aufgeführt sowie ihre jeweiligen Ergebnisse.

- Bei der KNA kann dabei oben angegeben werden, ob man die Ergebnisse gerne als Annuitäten oder als Nettobarwert ausweisen möchte.

Bei der KWA werden einerseits die Punktwerte so angezeigt, wie sie in den einzelnen Indikatorblättern berechnet wurden. Diese liegen im Normalfall zwischen -15 und +15 – es sei denn, man hat im Blatt «Gewichtungen und Annahmen KWA» die Option «Kein Maximum» gewählt, dann sind auch grössere Absolutwerte möglich. Die dort getroffene Annahme wird oberhalb der Tabelle gezeigt (Beschränkung auf maximal 15 Punkte: ja oder nein). Andererseits werden die gewichteten Punkte ausgewiesen, wobei als Gewichte die Hauptgewichtung verwendet wird (wie oberhalb der Tabelle geschrieben steht).

NISTRA-Tableau

Bei KNA und KWA werden die Ergebnisse sowohl als Zahlenwerte als auch als Balken dargestellt. Dabei werden negative Werte als rote Balken und positive Werte als grüne Balken ausgewiesen. Die Totale der Bereiche «Direkte Kosten», «Verkehrsqualität», «Sicherheit», «Siedlungsentwicklung» und «Umwelt» werden als etwas dunkler schattierte rote oder grüne Balken dargestellt.

2) Ergebnisübersicht

Wahl Ergebnisdarstellung		Gewichtung der KWA basierend auf		Hauptgewichtung	
<input checked="" type="radio"/> Annuität <input type="radio"/> Nettobarwert		Beschränkung auf maximal 15 Punkte		ja	
1					
Indikatoren	Kosten-Nutzen-Analyse (KNA) Annuität in Mio. CHF pro Jahr		Kosten-Wirksamkeits-Analyse (KWA) Punkte gewichtete Punkte		
Direkte Kosten (KNA und KWA)		-20.13	← entspricht Ergebnis KNA		
DK1 Baukosten		-15.05			
DK2 Ersatzinvestitionen		-2.56			
DK3 Landkosten		-0.09			
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse		-2.42			
Verkehrsqualität		20.26			1.15
VQ1 Reisezeit Stammverkehr		18.25	6.3		0.57
VQ2 Zuverlässigkeit		0.97	4.4		0.48
VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr		6.20	-15.0		-0.31
VQ4 Auswirkungen auf den ÖV		-6.31	0.3		0.01
VQ5 Streckenredundanz			10.5		0.75
VQ6 Entlastung nachgelagertes Netz			-7.5		-0.45
VQ7 Nutzen durch Mehrverkehr		0.46	4.4		0.09
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen FV / VV		0.69			
Sicherheit		3.93			1.50
SI1 Unfälle		3.77	13.6		1.50
SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit			-0.8		-0.05
SI3 Polizeiliche Verkehrsregelung		0.16	2.8		0.05
Siedlungsentwicklung		-0.28			-0.28
SE1 Wohnlichkeit			9.0		0.50
SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung			-5.0		-0.22
SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte			-7.0		-0.39
SE4 Orts- und Landschaftsbild			-4.0		-0.16
Umwelt		0.15			-0.48
UW1 Lärm- und Luftbelastung		2.43	7.5		0.43
UW2 Lebensräume und Gewässer			-12.0		-0.36
UW3 Bodenversiegelung		-0.14	-12.0		-0.38
UW4 Klimabelastung		-0.22	-2.5		-0.15
UW5 Belastung während der Bauphase			-0.4		-0.01
UW6 Vor- und nachgelagerte Prozesse		-1.92			
Ergebnisse KNA			Ergebnisse KWA		
Annuität Total		4.22		1.88	Total gewichtete Punkte
Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV₁		1.21			
Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV₂		1.29			
Infrastrukturbudgeteffizienz		0.22		0.93	Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis
Indikator ist für die betrachtete Bewertungsmethode nicht relevant					

Unterhalb der einzelnen Indikatoren werden die Endergebnisse von KNA und KWA dargestellt. Bei der KNA sind dies Annuität bzw. Nettobarwert, Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV₁ und NKV₂) sowie Infrastrukturbudgeteffizienz. Zur Definition dieser Entscheidungskriterien und wann sie angewendet werden, siehe die Erläuterungen in Kapitel 8.2 und 1.5.6. Bei der KWA wird die Gesamtwirkung als Total der gewichteten Punkte und als Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis dargestellt. Das WKV ist dabei definiert als 10* Total gewichtete Punkte / Kosten als Annuität.

Darunter folgt eine weitere Tabelle mit den Ergebnissen der qualitativen Analyse.

Qualitative Analyse (QA): Realisierung und Kohärenz		Punkte
Q11 Kostenrisiko, bautechnisches Risiko		-3
Q12 Etappierbarkeit		1
Q13 Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten		3
Q14 Kohärenz mit Raumplänen		3
Q15 Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität		2

Damit sind alle wesentlichen Ergebnisse der NISTRA-Bewertung auf einer Seite zusammengefasst.

NISTRA-Tableau

Im **dritten Teil** folgt die kurze verbale **Beurteilung und Interpretation** des Projekts. Sie sind aufgefordert, Ihre Interpretation in 6 Felder einzugeben:

- ② Diskussion Ergebnisse KNA (Kosten-Nutzen-Analyse)
- ③ Diskussion Ergebnisse KWA (Kosten-Wirksamkeits-Analyse)
- ④ Diskussion Ergebnisse QA (Qualitative Analyse)
- ⑤ Zentralen Stärken
- ⑥ Zentralen Schwächen¹⁰⁴
- ⑦ Verbale Gesamtbeurteilung.

Diese Strukturierung der Interpretation soll sicherstellen, dass alle wesentlichen Entscheidungsgrundlagen berücksichtigt werden.

Wichtige Hilfsstellungen zur Interpretation der Ergebnisse werden in Kapitel 1.5.6 gegeben.

3) Verbale Beurteilung und Interpretation

Diskussion Ergebnisse KNA (Kosten-Nutzen-Analyse)

Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. Grosse Reisezeitgewinne wiegen Investitionskosten mehr als auf. **2**

Diskussion Ergebnisse KWA (Kosten-Wirksamkeits-Analyse)

Vorteile insbesondere bei Unfällen und Zuverlässigkeit dominieren die Nachteile im Umweltbereich. Vorteile insbesondere bei Unfällen und Zuverlässigkeit dominieren die Nachteile im Umweltbereich. Vorteile insbesondere bei Unfällen und Zuverlässigkeit dominieren die Nachteile im Umweltbereich. **3**

Diskussion Ergebnisse QA (Qualitative Analyse)

Das Projekt ist kohärent mit den Raumplänen und ist ausbaufähig, ist aber mit hohen Kostenrisiken verbunden. Das Projekt ist kohärent mit den Raumplänen und ist ausbaufähig, ist aber mit hohen Kostenrisiken verbunden. Das Projekt ist kohärent mit den Raumplänen und ist ausbaufähig, ist aber mit hohen Kostenrisiken verbunden. **4**

Zentrale Stärken

Das Projekt erlaubt hohe Zeitgewinne, eine Zunahme der Zuverlässigkeit, eine Abnahme der Unfälle und ist kohärent mit den Raumplänen. Das Projekt erlaubt hohe Zeitgewinne, eine Zunahme der Zuverlässigkeit, eine Abnahme der Unfälle und ist kohärent mit den Raumplänen. **5**

Zentrale Schwächen

Das Projekt ist mit hohen Investitionskosten und zusätzlichen Kostenrisiken verbunden und belastet die Umwelt. Das Projekt ist mit hohen Investitionskosten und zusätzlichen Kostenrisiken verbunden und belastet die Umwelt. Das Projekt ist mit hohen Investitionskosten und zusätzlichen Kostenrisiken verbunden und belastet die Umwelt. **6**

Verbale Gesamtbeurteilung

Insgesamt ist das Projekt positiv zu beurteilen. Insgesamt ist das Projekt positiv zu beurteilen. Insgesamt ist das Projekt positiv zu beurteilen. Insgesamt ist das Projekt positiv zu beurteilen. Insgesamt ist das Projekt positiv zu beurteilen. **7**

¹⁰⁴ Zentrale Stärken und Schwächen müssen gemäss SN 641 820, Ziffer 45, aufgenommen werden.

Zusammenfassung KNA-Indikatoren

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Auf diesem Blatt werden die Ergebnisse der KNA zusammengefasst. Dabei werden die Ergebnisse aller Indikatoren einzeln ausgewiesen.

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

Im Kopf werden wie schon beim Tableau die wichtigsten Angaben zum Projekt aufgeführt.

Im ersten Teil dieses Ergebnisblatts werden die Annahmen aufgelistet, welche der Bewertung zu Grunde liegen. Sofern es sich um Abweichungen von den Vorgabewerten gemäss KNA-Norm bzw. NISTRA-Bewertung handelt, werden die Werte farblich hervorgehoben (die abgebildeten Resultate unten werden aber wieder mit den Standardannahmen berechnet).

1) Annahmen

Diskontsatz (Vorgabe KNA: Basis)	2.0%	Abnahme Unfallkostenrate	Basis (=2%)
Reallohnwachstum (Vorgabe KNA: Basis)	0.75%	Genauigkeit Verkehrsmodell	Basis
Verkehrswachstum (Vorgabe KNA: hoch)	2%	VOSL (value of statistical life)	Basis
Sensitivität Baukosten	Basis	Klima-Kostensatz	Basis
Sensitivität Zeitwert	Basis	Wahl Bewertungssätze KNA	NISTRABASIC

Im zweiten Teil werden die Ergebnisse der Indikatoren aufgelistet. Pro Indikator wird der Mengeneffekt z.B. Anzahl Hektaren versiegelter Boden, die Annuität (im Fall eines Provisoriums, eines Vergleichs mit einem zu einem anderen Zeitpunkt eröffneten Projekt oder eines etappierten Projektes eignet sich wie bereits im Abschnitt 2.1 erwähnt die Annuität nicht zum Vergleich und die BenutzerInnen werden mit einem entsprechenden Hinweis gewarnt) sowie der Nettobarwert ausgewiesen.

2) KNA-Indikatoren

Indikator	Mengeneffekt im Jahr 2025	Annuität (Mio. CHF)	Nettobarwert (Mio. CHF)
Direkte Kosten		-20.13	-508.77
DK1 Baukosten	---	-15.05	-380.44
DK2 Ersatzinvestitionen	---	-2.56	-64.81
DK3 Landkosten	---	-0.09	-2.34
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	---	-2.42	-61.18
Verkehrsqualität		20.26	512.11
VQ1n Reisezeit Stammverkehr	2.22 Mio. h	18.25	461.25
VQ2n Zuverlässigkeit	---	0.97	24.43
VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	80 Mio. Fzkm	6.20	156.73
VQ4n Auswirkungen auf den ÖV	---	-6.31	-159.35
VQ7n Nutzen durch Mehrverkehr	---	0.46	11.67
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen FV / VV	2.3 Mio. pkm	0.69	17.37
Sicherheit		3.93	99.41
SI1n Unfälle	---	3.77	95.29
SI3n Polizeiliche Verkehrsregelung	---	0.16	4.13
Umwelt		0.15	3.85
UW1n_Luft Luftbelastung	-0.1 t PM10	-1.75	-44.14
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen	---	4.18	105.64
UW3n Bodenversiegelung	35.2 ha	-0.14	-3.62
UW4n Klimabelastung	1255 t CO2	-0.22	-5.62
UW6 Vor- und nachgelagerte Prozesse	4787 t CO2	-1.92	-48.41
Total		4.22	106.61

Im dritten Teil dieses Ergebnisblatts werden die ökonomischen Kennziffern angegeben (siehe die Bemerkungen zur Interpretation der Entscheidungskriterien in Kapitel 8.2).

Zusammenfassung KNA-Indikatoren

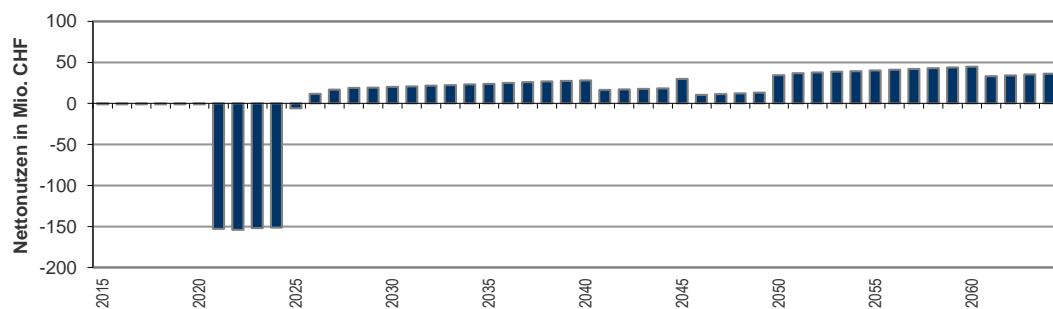
3) Ökonomische Kennziffern

Annuität Total (in Mio. CHF pro Jahr)	4.22	Belastung Infrastrukturbudget (Annuität in Mio. CHF)	19.36
Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV₁	1.21	Infrastrukturbudgeteffizienz	0.22
Nutzen-Kosten-Verhältnis NKV₂	1.29		

Im vierten und letzten Teil dieses Blatts wird die Entwicklung der volkswirtschaftlichen Nettonutzens über die betrachtete Zeit (Planungs- und Baubeginn bis Ende Betrachtungszeitraum) graphisch aufgezeigt.

eNISTRA berechnet zudem den rechnerisch-ökonomisch optimalen Eröffnungszeitpunkt des Projekts und zeigt das Ergebnis dieser Berechnung unterhalb der Abbildung. Diese Berechnung wird von der KNA-Norm gefordert (SN 641 820, Ziffer 46) und ihr Ziel ist, herauszufinden, ob der gewählte Eröffnungszeitpunkt in Anbetracht der prognostizierten Nettonutzen und ihrer Entwicklung über die Zeit gut gewählt ist oder ob es sich aus Sicht der KNA lohnt, mit der Investition noch etwas zuzuwarten. Kurz zusammengefasst lohnt sich eine Verschiebung der Eröffnung dann, wenn sich der Nettobarwert durch das Zuwarten erhöht. (vgl. Anhang C, Kapitel 8.3). Es handelt sich aber um eine rein rechnerische Aussage, die vor allem bei Projekten mit zeitlichem Handlungsspielraum die Grundlage für eine zeitliche Optimierung bildet und dort unter Umständen zu einer Anpassung des Zeitrahmens führen könnte. Zudem können die nicht monetär gemessenen Indikatoren bei diesen Berechnungen natürlich nicht berücksichtigt werden. Diese Indikatoren könnten aber den Entscheid beeinflussen. Bei etappierten Projekten macht die Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes keinen Sinn (vgl. Kapitel 7.1).

4) Entwicklung des volkswirtschaftlichen Nettonutzens über die Zeit



Aus Sicht der KNA ist die Inbetriebnahme im Jahr 2025 optimal (geplante Inbetriebnahme: 2025).

Zusammenfassung KWA- und QA-Indikatoren

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Auf diesem Blatt werden die Ergebnisse der KWA und der QA zusammengefasst.

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

Im Kopf werden wie schon beim Tableau die wichtigsten Angaben zum Projekt aufgeführt.

KWA Zuerst wird die Wahl der wesentlichen Annahme zur KWA dargestellt, d.h. ob die Wirksamkeitspunkte auf maximal 15 Punkte beschränkt werden oder nicht.

- 1) Danach werden im ersten Teil dieses Ergebnisblatts die Ergebnisse der einzelnen KWA-Indikatoren aufgeführt. Die Ergebnisse der einzelnen KWA-Indikatoren sind auf einer Farbskala von –15 bis +15 abgetragen. Zusätzlich wird das Ergebnis in Wirksamkeitspunkten auch als Zahl dargestellt (dies auch für den Fall, dass das Ergebnis – wie in der Sensitivität erlaubt – Werte über 15 erreichen sollte, die auf der Farbskala nur als 15 dargestellt werden können).

1) Wirksamkeit nach Indikatoren

Annahme zur KWA		Beschränkung auf maximal 15 Punkte		ja		Punkte														
						-15	-12	-10	-8	-6	-4	-2	0	2	4	6	8	10	12	15
Verkehrsqualität																				
VQ1w	Reisezeit Stammverkehr	6.3																		
VQ2w	Zuverlässigkeit	4.4																		
VQ3w	Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	-15.0																		
VQ4w	Auswirkungen auf den ÖV	0.3																		
VQ5	Streckenredundanz	10.5																		
VQ6	Entlastung nachgelagertes Netz	-7.5																		
VQ7w	Nutzen durch Mehrverkehr	4.4																		
Sicherheit																				
SI1w	Unfälle	13.6																		
SI2	Betriebsqualität, Betriebssicherheit	-0.8																		
SI3w	Polizeiliche Verkehrsregelung	2.8																		
Siedlungsentwicklung																				
SE1	Wohnlichkeit	9.0																		
SE2	Potenzial für Siedlungsentwicklung	-5.0																		
SE3	Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte	-7.0																		
SE4	Orts- und Landschaftsbild	-4.0																		
Umwelt																				
UW1w	Lärm- und Luftbelastung	7.5																		
UW2	Lebensräume und Gewässer	-12.0																		
UW3w	Flächenbeanspruchung und Boden	-12.0																		
UW4w	Klimabelastung	-2.5																		
UW5	Belastung während der Bauphase	-0.4																		

- 2) Danach folgt die gewichtete und aggregierte Wirksamkeit, das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (Gesamtwirkung *10 geteilt durch Annuität¹⁰⁵) und die qualitativen Erläuterungen zu den Indikatoren, die auf den einzelnen Indikatorblättern eingegeben wurden. Die Gewichtung erfolgt hierbei nach den im Blatt «Gewichtung und Annahmen KWA» aufgeführten Gewichten sowie einer allfälligen eigenen Gewichtung, welche in demselben Tabellenblatt erfasst wurde.
- 4) Danach folgt die gewichtete und aggregierte Wirksamkeit, das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (Gesamtwirkung *10 geteilt durch Annuität¹⁰⁵) und die qualitativen Erläuterungen zu den Indikatoren, die auf den einzelnen Indikatorblättern eingegeben wurden. Die Gewichtung erfolgt hierbei nach den im Blatt «Gewichtung und Annahmen KWA» aufgeführten Gewichten sowie einer allfälligen eigenen Gewichtung, welche in demselben Tabellenblatt erfasst wurde.

Am Ende des Bereiches 2) wird zudem aufgezeigt, welcher Beitrag am Gesamtergebnis der KWA von Indikatoren verursacht wird, die nicht in der KNA abgedeckt sind. Dieses Ergebnis kann bei der Gesamtinterpretation der NISTRA-Ergebnisse eine Rolle spielen, weil es aufzeigt, welche Effekte der KWA im Ergebnis der KNA fehlen. Siehe dazu die Ausführungen im Kapitel 1.5.6.

¹⁰⁵ Das Vorgehen bei der Berechnung der Annuität findet sich in Abschnitt 8.3.

Zusammenfassung KWA- und QA-Indikatoren

2) Wirksamkeit gewichtet und aggregiert

	Haupt- gewichtung	Investor ASTRA	Betreiber ASTRA	Strassen- benutzer	Anwohner	Region	Manuelle Gewichtung
Verkehrsqualität	1.15	1.08	1.82	1.85	0.00	0.53	0.71
Sicherheit	1.50	1.22	2.42	2.47	0.54	0.54	1.39
Siedlungsentwicklung, Städtebau	-0.28	-0.35	0.00	-0.28	0.30	-1.42	0.10
Umwelt	-0.48	-0.45	-0.82	-0.41	-0.28	-0.28	-0.72
Total	1.88	1.50	3.42	3.63	0.56	-0.63	1.47
Beitrag der Nicht-KNA-Indikatoren	-0.41	-0.55	0.46	-0.16	-0.47	-1.89	-0.48

Die Nicht-KNA-Indikatoren werden im Blatt "Gewichtungen und Annahmen KWA" definiert.

3) Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis

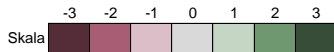
10 * Gesamtwirkung	18.8	15.0	34.2	36.3	5.6	-6.3	14.7
Direkte Kosten (Annuität)	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1	20.1
Wirksamkeit-Kosten-Verhältnis	0.93	0.75	1.70	1.80	0.28	-0.31	0.73

4) Qualitative Erläuterungen zu den einzelnen KWA-Indikatoren

Verkehrsqualität			
VQ1w	Reisezeit Stammverkehr	6.3	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.
VQ2w	Zuverlässigkeit	4.4	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.

QA Zum Abschluss folgen die Ergebnisse zu den QA-Indikatoren. Die numerische Bewertung zu den einzelnen QA-Indikatoren ist auf einer Farbskala von -3 bis +3 abgetragen. Zudem sind die qualitativen Erläuterungen zu den Indikatoren aufgeführt, die auf den einzelnen Indikatorblättern eingegeben wurden.

Ergebnisse der qualitativen Analyse (QA)



Q1	Kostenrisiko, bautechnisches Risiko	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.
Q2	Etappierbarkeit	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.
Q3	Kohärenz mit Gesamtverkehrskonzepten	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.
Q4	Kohärenz mit Raumplänen	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.
Q15	Langfristige Ausbaufähigkeit, Aufwärtskompatibilität	Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird. Hier steht eine Zusammenfassung, die im Ergebnisblatt gezeigt wird.

Detailergebnisse der KNA

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Auf diesem Blatt werden die detaillierten Ergebnisse der KNA (Ergebnisse in allen Jahren für alle Indikatoren) aufgelistet.

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

Für jeden KNA-Indikator werden die Ergebnisse pro Jahr aufgeführt. Am Ende dieses Ergebnisblatts werden für jeden Indikator der Nettobarwert und die Annuität ausgewiesen. Im Falle eines Provisoriums oder eines Vergleichs mit einem später eröffneten Projekt werden die BenutzerInnen vor der Verwendung der Annuität gewarnt.

Zudem werden unten auf dem Blatt die **Ergebnisse noch auf die Fahrzeugkategorien** aufgeteilt.

Zuunterst folgt die **Herleitung der beiden Nutzen-Kosten Verhältnisse NKV₁ und NKV₂** (vgl. untenstehende Tabelle). Damit wird ersichtlich, welche Indikatoren als Kosten bzw. als Nutzen berücksichtigt werden. Bei grösseren Differenzen zwischen NKV₁ und NKV₂ (unwahrscheinlich), erlaubt dies auch, die Ursachen der Differenz zu ergründen.

Herleitung der Nutzen-Kosten-Verhältnisse

Indikator	Herleitung des NKV ₁		Herleitung des NKV ₂	
	Annuität (Mio. CHF)		Annuität (Mio. CHF)	
	Kosten	Nutzen	Kosten	Nutzen
Direkte Kosten	20.13		20.13	
DK1 Baukosten	15.05		15.05	
DK2 Ersatzinvestitionen	2.56		2.56	
DK3 Landkosten	0.09		0.09	
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	2.42		2.42	
Verkehrsqualität		20.26	-5.48	14.78
VQ1n Reisezeit Stammverkehr		18.25		18.25
VQ2n Zuverlässigkeit		0.97		0.97
VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr		6.20	-6.20	
VQ4n Auswirkungen auf den ÖV		-6.31	0.41	-5.90
VQ7.1 MWST-Einnahmen ÖV		-0.25		-0.25
VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr		0.59	0.31	0.90
VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr		0.13		0.13
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen FV / VV		0.69		0.69
Sicherheit		3.93		3.93
SI1n Unfälle		3.77		3.77
SI3n Polizeiliche Verkehrsregelung		0.16		0.16
Umwelt		0.15		0.15
UW1n_Luft Luftbelastung		-1.75		-1.75
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen		4.18		4.18
UW3n Bodenversiegelung		-0.14		-0.14
UW4n Klimabelastung		-0.22		-0.22
UW6 Vor- und nachgelagerte Prozesse		-1.92		-1.92
Total	20.13	24.35	14.65	18.87
Saldo Annuität (Nettonutzen)		4.22		4.22
Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV)		NKV₁	NKV₂	1.29
		1.21		1.29

Sensitivitätsanalyse

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Auf diesem Blatt kann die KNA einer Sensitivitätsanalyse unterzogen werden, indem die einzelnen Annahmen variiert und der Effekt auf das Ergebnis beobachtet wird.

Wichtig: Bitte stellen Sie am Ende der Sensitivitätsanalyse alle Annahmen wieder auf das Basisszenario, sonst werden auf den anderen Outputblättern (z.B. Tableau) und den Indikatorblättern nicht die Ergebnisse im Basisszenario gezeigt.


Die KNA-Grundnorm (Ziffer 44) empfiehlt die Analyse der Sensitivität der Ergebnisse in Bezug auf folgende Annahmen:

- Diskontsatz
- Reallohnwachstum
- Verkehrswachstum
- Baukosten
- Zeitwert (Zeitkosten im Personen- und Güterverkehr)
- Genauigkeit des Verkehrsmodells
- VOSL (value of statistical life)

Zwei weitere Sensitivitätsanalysen werden in zwei Detailnormen gefordert:

- Abnahme der Unfallkostenrate und -ziffer (VSS 41 824)
- Höhe des Klimakostensatzes (VSS 41 828, Ziffer 25)

Auf diesem Blatt können Sie die von den drei Normen geforderten Sensitivitätsanalysen vornehmen und deren Ergebnisse dokumentieren. Sie können Ihre Ergebnisse aber weiteren Sensitivitätsanalysen unterziehen, z.B. indem Sie auf dem Inputblatt «Bewertungssätze KNA» die Kostensätze variieren.

Gemäss KNA-Grundnorm (Ziffer 44) sind mehrere dieser Sensitivitäten Approximationen (Zeitwert, Reallohnwachstum, Verkehrswachstum), da die verkehrlichen Auswirkungen der mit der Sensitivität geänderten Grössen nicht durch einen zusätzlichen Verkehrsmodell-Durchlauf berechnet werden. Eine genauere Analyse würde also Neuberechnungen mit dem Verkehrsmodell erfordern. Dies wäre bei grossen Projekten sinnvoll. Doch ist dies aufwendig und wurde deshalb unseres Wissens in der Praxis noch nie gemacht. Mit Neuberechnungen im Verkehrsmodell verändern sich viele Eingabedaten in eNISTRA. In diesem Fall müssen Sie das eNISTRA-File (erst nach dem vollständigen Abschluss aller anderen Arbeiten) kopieren und im kopierten File alle nötigen Eingabedaten bei allen Indikatoren anpassen. Erst dann kann im kopierten File das Ergebnis der Sensitivität berechnet werden und in das Hauptfile übertragen werden (dazu sind die entsprechenden Zellen nicht gesperrt, siehe  unten).

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

- ❶ Sie können entweder einen bestimmten Diskontsatz manuell eingeben oder sich für die Vorgabewerte gemäss KNA-Detailnorm (VSS 41 821) entscheiden. Sofern Sie die KNA-Vorgabe wählen, steht Ihnen eine weitere Wahl zu:

- Basis: 2%
- Hoch: 3%

Sobald Ihre Eingabe vom Basisszenario (das ist in diesem Fall der von der KNA vorgegebene Diskontsatz «Basis») abweicht, wird der verwendete Diskontsatz rosa und soll Sie auf diese Abweichung vom Basisszenario hinweisen. Dies gilt auch für die weiteren Annahmen auf diesem Blatt.

- ❷ Dasselbe Prinzip wie beim Diskontsatz gilt auch für das Reallohnwachstum. Innerhalb der KNA-Vorgabewerte können Sie wählen zwischen

- Tief: 0%
- Basis: 0.75%
- Hoch: 1.5%

Sensitivitätsanalyse

- ③ Auch beim Verkehrswachstum können Sie nach demselben Schema wie beim Diskontsatz und dem Reallohnwachstum auswählen. Gemäss KNA stehen Ihnen folgende Vorgabewerte zur Wahl:
- Tief: 0%
 - Basis: 1%
 - Hoch: 2%

Annahmen

Diskontsatz

Wahl Diskontsatz

manuell

Vorgabe KNA

1

Diskontsatz KNA Verwendeter Diskontsatz

Reallohnwachstum

Wahl Reallohnwachstum

manuell

Vorgabe KNA

2

Reallohnwachstum KNA Verwendetes Reallohnwachstum

Verkehrswachstum

Wahl Verkehrswachstum

manuell

Vorgabe KNA

3

Verkehrswachstum KNA Verwendetes Verkehrswachstum

Baukosten

4

Sensitivität Baukosten

Zeitwert

5

Sensitivität Zeitwert

Abnahme der Unfallkostenrate und - ziffer

6

Sensitivität Unfälle

Genauigkeit Verkehrsmodell

7

+/- Sensitivität Verkehrsmodell

VOSL (value of statistical life)

8

Klima-Kostensatz (pro Tonne CO₂)

9

- ④ Bei den Baukosten erfolgt die Sensitivitätsanalyse durch Auswahl von drei Szenarien:
- Szenario tief: Hier werden die Kosten pro Baubestandteil auf dem Blatt DK1 Baukosten um den dort bei der Genauigkeit der Kostenschätzung eingegebenen Prozentsatz vermindert. Entsprechend verändern sich auch die Ersatzinvestitionen (DK2). Dasselbe geschieht mit den Landkosten (Indikator DK3).
 - Basisszenario: Hier werden die eingegebenen Bau- und Landkosten verwendet.
 - Szenario hoch: Bei diesem Szenario werden die Bau- und Landkosten um den Prozentsatz der Kostenungenauigkeit erhöht.
- ⑤ Die Sensitivität des Zeitwertes wird mit Hilfe eines Faktors ermittelt (für den Personenverkehr (PV) vgl. VSS 41 822a, Ziffer 11, für den Güterverkehr (GV) vgl. VSS 41 823, Ziffer 8):
- Szenario tief: Hier wird der Zeitwert im PV bzw. GV mit dem Faktor 0.75 bzw. 0.80 multipliziert.
 - Basisszenario: Im Basisszenario bleibt der Zeitwert unverändert.
 - Szenario hoch: Der Zeitwert wird im PV bzw. GV mit dem Faktor 1.25 bzw. 1.20 multipliziert.

Sensitivitätsanalyse

- 6 Bei der Abnahme der Unfallkostenrate und -ziffer kann gemäss VSS 41 824 (Ziffern 18 und 19) ausgewählt werden zwischen der Basis-Abnahme von 2% pro Jahr und keiner Abnahme (0%).
- 7 Die Genauigkeit der Verkehrsmodellergenergebnisse kann hier eingetragen werden (als Standardwert ist 20% vorgegeben, das Ecoplan in verschiedenen Bewertungen bereits angewendet hat). In der Sensitivität werden dann alle Inputdaten aus dem Verkehrsmodell um den eingegebenen Prozentsatz erhöht bzw. reduziert.¹⁰⁶
- 8 Bei der Sensitivität zum VOSL (value of statistical life) kann zwischen drei Ausprägungen ausgewählt werden:
- Tief: 50% tieferer VOSL (3.5 Mio. CHF zu Preisen 2019)
 - Basis: Basis-VOSL (6.9 Mio. CHF)
 - Hoch: 50% höherer VOSL (10.4 Mio. CHF)
- 9 Auch beim Klimakostensatz gibt es drei mögliche Ausprägungen:
- Tief: Tiefere Kostensatz (70 CHF / t CO₂ zu Preisen 2019)
 - Basis: Basis-Kostensatz (123 CHF / t CO₂)
 - Hoch: Hoher Kostensatz (217 CHF / t CO₂)
- Soll ein anderer Wert eingegeben werden als einen der Vorgabewerte, so kann dies im Blatt «Bewertungssätze KNA» erfolgen. Der dort eingegebene Wert wird aber nur verwendet, wenn hier «Basis» gewählt wird. Bei der Wahl «tief» oder «hoch» werden immer die Vorgabewerte der tiefen bzw. hohen Sensitivität verwendet.
- 10 Nach dem Annahmeteil folgt auf diesem Blatt die Darstellung der Ergebnisse. Dabei kann in 10 gewählt werden, ob die Ergebnisse als Annuitäten oder Nettobarwerte dargestellt werden sollen. Die Abbildung der Ergebnisse soll den BenutzerInnen ermöglichen, einen schnellen Überblick über die Sensitivitäten zu erhalten. Zuerst werden die wichtigsten KNA-Kennzahlen aufgeführt. Danach werden je nach Wahl in 10 die Annuitäten oder die Nettobarwerte für alle KNA-Indikatoren aufgelistet.

Ergebnisse

Die wichtigsten Zahlen auf einen Blick (in Mio. CHF)

10 Wahl Ergebnisdarstellung
 Annuität Nettobarwert

Annuität	4.22	Belastung Infrastrukturbudget (Annuität)	19.36
NKV₁	1.21	Infrastrukturbudgeteffizienz (IBE)	0.22
NKV₂	1.29		

- 11 Die in den Normen vorgeschriebenen Standard-Sensitivitätsanalysen¹⁰⁷ werden automatisch berechnet, indem auf die Schaltfläche «Standard-Sensitivität berechnen» gedrückt wird. Dadurch werden die Resultate der Sensitivitätsanalysen in die Tabelle unterhalb des Knopfes (11) eingefüllt. Je nachdem was in 10 gewählt wird, erfolgt die Berechnung der Sensitivitätsanalyse für die Annuität oder den Nettobarwert.

Bei grossen Projekten, bei denen neue Verkehrsmodell-Berechnungen für die Sensitivitätsanalysen erfolgen (vgl. oben), können die Ergebnisse für das Reallohnwachstum, das Verkehrswachstum und den Zeitwert überschrieben werden.

¹⁰⁶ Es ist klar, dass sich die Unsicherheiten nicht auf alle Indikatoren gleich auswirken (z.B. Reiseziten und Fahrleistungen). Eine nichtlineare Berücksichtigung müsste jedoch durch eine nochmalige Auswertung des Verkehrsmodells erfolgen und würde den Aufwand massiv erhöhen.

¹⁰⁷ Sensitivitätsanalysen mit den Standardwerten von eNISTRA für Reallohnwachstum und Verkehrswachstum, die anderen Standard-Werte werden in den Normen vorgeschrieben.

Sensitivitätsanalyse

Ergebnisse der Sensitivitätsanalysen

Output im vorliegenden Szenario

	Annuität	NKV ₁	NKV ₂	IBE
Gewähltes Szenario	4.22	1.21	1.29	0.22

Hinweis: Die vier obenstehenden Ergebnisse markieren, kopieren und dann als Werte in die untenstehende Szenariotabelle einfügen!

Szenariotabelle

11

Standard-Sensitivität berechnen

Szenarien	Annuität	NKV ₁	NKV ₂	IBE
Basisszenario	4.22	1.21	1.29	0.22
Diskontsatz hoch (3% statt 2%)	-2.13	0.91	0.89	-0.09
Reallohnwachstum hoch (1.5% statt 0.75%)	17.29	1.86	3.24	0.89
Reallohnwachstum tief (0% statt 0.75%)	-6.25	0.69	0.69	-0.32
Verkehrswachstum hoch (2% statt 1%)	5.16	1.26	1.36	0.27
Verkehrswachstum tief (0% statt 1%)	3.36	1.17	1.23	0.17
Baukosten hoch	0.73	1.03	1.04	0.03
Baukosten tief	7.71	1.45	1.66	0.49
Zeitwert hoch	9.15	1.45	1.62	0.47
Zeitwert tief	-0.72	0.96	0.95	-0.04
Keine Abnahme Unfallkostenrate / -ziffer	8.94	1.44	1.61	0.46
Verkehrliche Effekte 20% grösser	9.19	1.46	1.68	0.47
Verkehrliche Effekte 20% kleiner	-0.75	0.96	0.95	-0.04
VOSL hoch (10.4 statt 6.9 Mio. CHF)	5.92	1.29	1.40	0.31
VOSL tief (3.5 statt 6.9 Mio. CHF)	2.52	1.12	1.17	0.13
Klima-Kostensatz hoch (217 statt 123 CHF/t CO ₂)	2.92	1.15	1.20	0.15
Klima-Kostensatz tief (70 statt 123 CHF/t CO ₂)	4.95	1.25	1.34	0.26

12

12 Die Tabelle enthält vier weitere Zeilen, in denen individuelle zusätzliche Sensitivitätsanalysen eingetragen werden können. Um diese Zeilen auszufüllen, ist wie folgt vorzugehen:

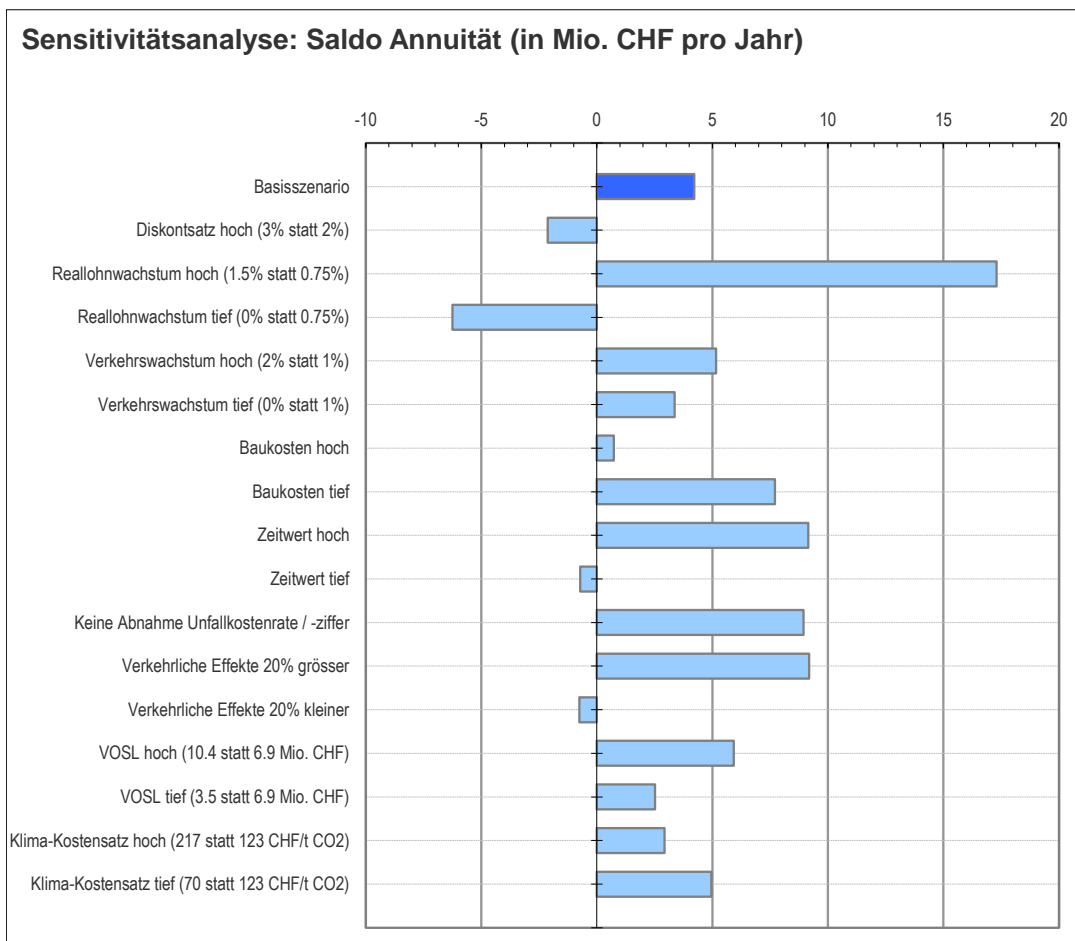
1. Beschreiben Sie links das zusätzliche Szenario (z.B. «Diskontsatz tief (1.5% statt 2%)»).
2. Gehen Sie in den Annahmeteil auf dem Blatt Sensitivitätsanalyse.
3. Nehmen Sie dort die Eingaben vor für das Szenario, das Sie berechnen wollen. Allenfalls können auch Annahmen / Eingaben im Blatt «Kostensätze KNA» oder andernorts angepasst werden.
4. Gehen Sie zum Output im vorliegenden Szenario, d.h. zur Zeile oberhalb der Schaltfläche «Standard-Sensitivität berechnen» (vgl. 11), in der die vier wichtigsten Kennzahlen der KNA mit den aktuellen, von Ihnen gewählten Annahmen dargestellt sind.
5. Markieren und kopieren Sie diese vier Zellen mit den Ergebnissen der ökonomischen Kennzahlen.
6. Gehen Sie in die Szenariotabelle 12 und fügen Sie die kopierten Ergebnisse in die vorgegebenen vier Zellen. Achtung: Fügen Sie diese Zahlen als Werte ein!¹⁰⁸

¹⁰⁸ Drücken Sie beim Einfügen die rechte Maustaste und wählen Sie bei den Einfügeoptionen Werte aus.

Sensitivitätsanalyse

Auf Grund der Ergebnisse in der Tabelle wird eine Abbildung erstellt, welche die Veränderung der Annuität bzw. des Nettobarwerts (je nach Wahl in ⊕) aufzeigt. Werden die vier individuellen zusätzlichen Sensitivitätsanalysen nicht berechnet (oder nicht alle vier), so kann auf den Knopf «Nur relevante Szenarien darstellen» gedrückt werden, dann werden in der Abbildung die untersten vier leeren Sensitivitäten ausgeblendet.

Wichtig: Bitte stellen Sie am Ende der Sensitivitätsanalyse alle Annahmen wieder auf das Basisszenario, sonst werden auf den anderen Outputblättern (z.B. Tableau) und den Indikatorblättern nicht die Ergebnisse im Basisszenario gezeigt.



Sozioökonomische Teilbilanzen

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Die KNA-Norm fordert die Bildung von sozioökonomischen Teilbilanzen, um die Verteilaspekte zwischen einzelnen Gruppen der Gesellschaft aufzuzeigen, die mit einem Projekt verbunden sind. eNISTRA unterscheidet folgende Teilbilanzen (welche Indikatoren zu welcher Teilbilanz gehören, zeigt das eNISTRA-Excel-File):

- Teilbilanz Staat: Da der Staat im Rahmen der KNA verschiedene Funktionen hat, wird diese Teilbilanz zudem in die beiden Unterteilbilanzen Staat als Betreiber einer Infrastruktur und übriger Staat unterteilt. Mit letztgenanntem ist der Staat als Empfänger von Steuer- und Mauteinnahmen gemeint.
- Teilbilanz BenutzerInnen: Dies sind alle Verkehrsteilnehmenden, die direkt oder indirekt von einem neuen Verkehrsweg betroffen sind.
- Teilbilanz Allgemeinheit: Dieser Teilbilanz gehören alle übrigen Personen der Gesellschaft an. Auch die Unterteilbilanz übriger Staat gehört dieser Teilbilanz an. Sofern der Staat zugleich Betreiber der Infrastruktur ist, so wird auch die Unterteilbilanz Staat als Betreiber der Allgemeinheit zugerechnet.

Die Ergebnisse der KWA (und der QA) werden nicht auf die sozioökonomischen Teilbilanzen aufgeteilt.¹⁰⁹

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

- ❶ Als erstes ist eine Zuordnung vorzunehmen, weil der Staat wie eingangs bereits erwähnt auch als Betreiber einer Infrastruktur auftreten kann. Ist dies der Fall, so wird der Indikator VQ4 der Unterteilbilanz Staat als Betreiber zugeordnet. Im anderen Fall fließen die Auswirkungen auf den ÖV in die Teilbilanz Allgemeinheit ein.
- ❷ Bestätigen Sie Ihre Eingabe, damit das Tabellenblatt Ihrer Wahl entsprechend aufgebaut wird.

Annahmen

Zuordnung der Auswirkungen auf den ÖV (VQ4):

❶

Zuordnung VQ4
 Staat als Betreiber
 Allgemeinheit

Eingabe bestätigen

❷

❸

Wahl Ergebnisdarstellung
 Annuität Nettobarwert

- ❸ Anschliessend kann in ❸ ausgewählt werden, ob die Resultate als Annuitäten oder Nettobarwerte ausgewiesen werden sollen. Entsprechend werden die Ergebnisse der einzelnen Teilbilanzen dargestellt. Zuerst in einem kurzen Überblick (vgl. nachstehende Abbildung), anschliessend ausführlich. Da die Teilbilanz Staat Bestandteil der Teilbilanz Allgemeinheit ist, ergibt sich das Total als Summe aus Teilbilanz BenutzerInnen und Teilbilanz Allgemeinheit.

Teilbilanzen	KNA
	Annuität (Mio. CHF pro Jahr)
Saldo Teilbilanz Staat	-20.64
Saldo Teilbilanz BenutzerInnen	30.00
Saldo Teilbilanz Allgemeinheit	-25.78
Total = BenutzerInnen + Allgemeinheit	4.22

Kommentare

Auf diesem Blatt können Kommentare eingegeben werden, die sonst nirgends Platz gefunden haben. Dies erlaubt es Ihnen, auch relativ komplizierte Herleitungen oder Bemerkungen, die in den Kommentarfeldern der einzelnen Indikatoren keinen Platz haben, zu beschreiben.

eNISTRA 2022

¹⁰⁹ Das Ziel der sozioökonomischen Teilbilanzen – aufzeigen, wie sich die Ergebnisse auf verschiedene Gruppen (Staat, BenutzerInnen, Allgemeinheit) aufteilen – wird in der KWA durch die fünf unterschiedlichen Gewichtungen für Investor ASTRA, Betreiber ASTRA, Strassenbenutzer, Anwohner und Region bereits abgebildet (je nach Sichtweise kann eine andere Variante optimal sein). Eine nochmalige Darstellung im Rahmen der sozioökonomischen Teilbilanzen wäre übertrieben.

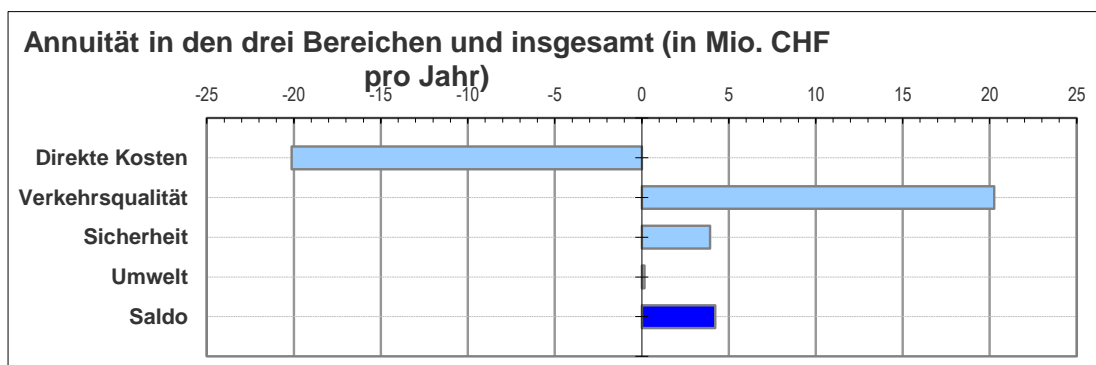
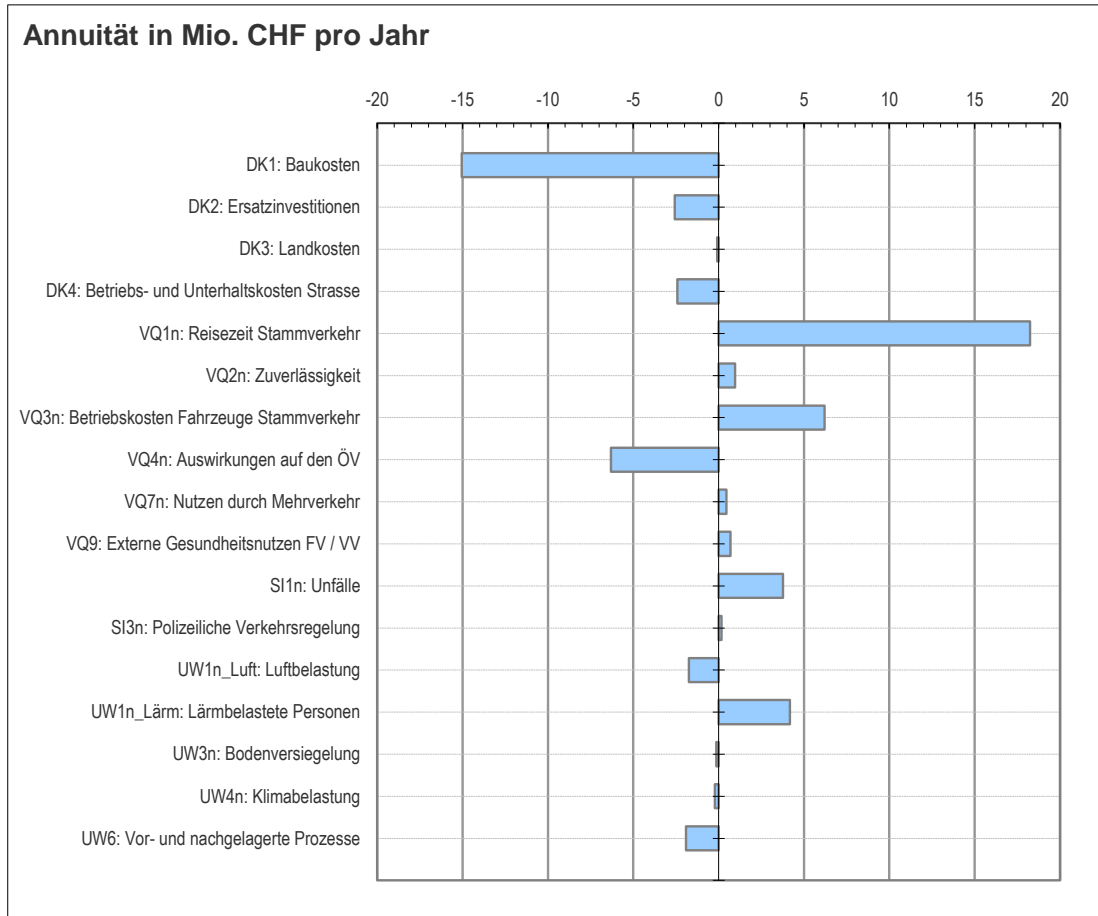
Abbildungen

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Dieses Blatt stellt die Ergebnisse der KNA- und KWA-Bewertung graphisch dar.

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

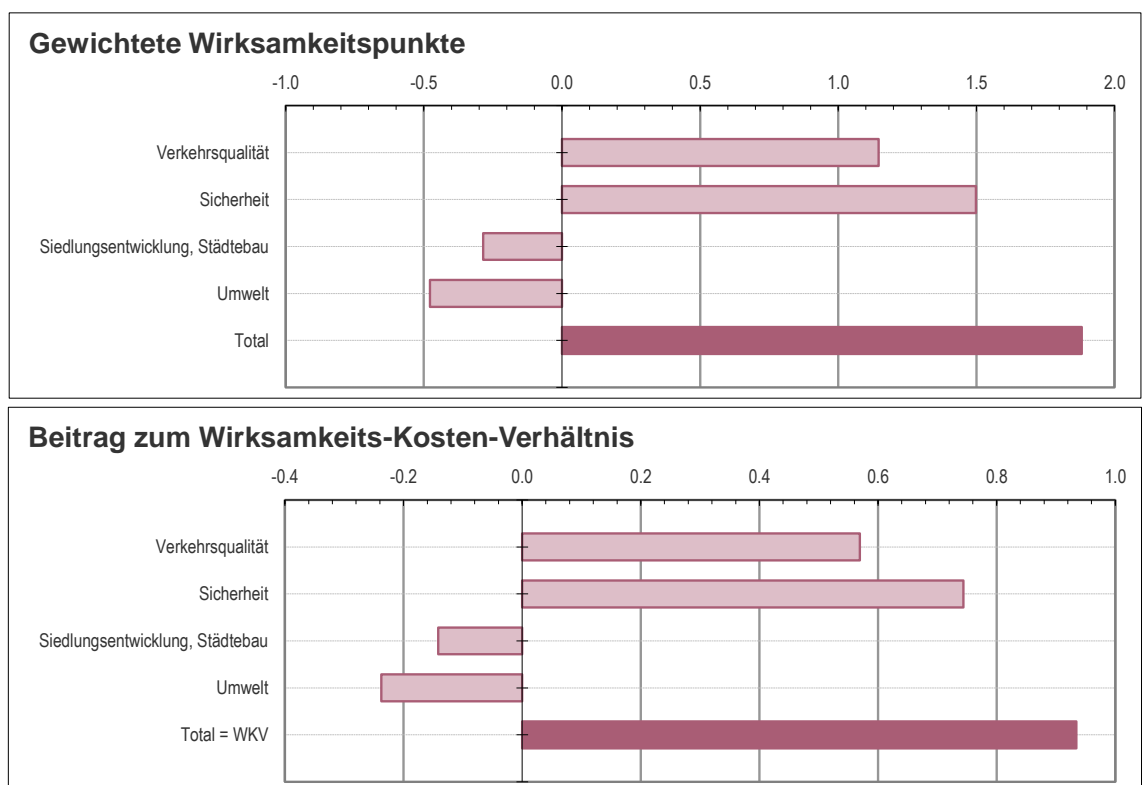
Im ersten Teil werden die Ergebnisse der KNA dargestellt. Wiederum kann zuerst gewählt werden, ob die Resultate als Annuitäten oder Nettobarwerte dargestellt werden sollen. Neben den Annuitäten (bzw. den Nettobarwerten) der einzelnen KNA-Indikatoren (vgl. untenstehende Abbildung) werden auch die Saldi in den drei Bereichen dargestellt.



Abbildungen

Danach folgen die Ergebnisse der KWA. Dargestellt werden die gewichteten Wirksamkeitspunkte nach den vier Bereichen sowie das Gesamttotal. Die Abbildung wird zweimal gezeigt – einmal für die gewichteten Wirksamkeitspunkte und einmal für den Beitrag zum WKV. Dabei wird jeweils die Hauptgewichtung verwendet. Beide Abbildungen sehen im Prinzip identisch aus, nur die Achsanschrift ist unterschiedlich. Die erste Abbildung ist etwas einfacher zu verstehen, die zweite eignet sich hingegen besser für einen fairen Vergleich grosser und kleiner Projekte. Dies ist bei der ersten nicht der Fall, da grosse Projekte tendenziell eine grössere Anzahl Wirksamkeitspunkte erreichen. Die erste Abbildung wird also empfohlen, wenn nur ein Projekt bewertet wird, die zweite hingegen, wenn verschiedene Projektvarianten oder verschiedene Projekte miteinander verglichen werden sollen.

Auf eine Darstellung der Wirksamkeitspunkte nach Indikatoren wird verzichtet, da dies bereits im Blatt «Zusammenfassung KWA und QA» dargestellt ist.



Für die QA-Indikatoren ist keine weitere Abbildung nötig (d.h. die Darstellung im Blatt «Zusammenfassung KWA und QA» ist Abbildung genug).

Detailergebnisse zu den Auswirkungen auf das Klima

Weshalb ist dieses Blatt notwendig?

Die Auswirkungen eines Projektes auf das Klima erhalten – gerade auch im öffentlichen Diskurs – eine immer wichtigere Bedeutung. Deshalb werden auf diesem Blatt die detaillierten Auswirkungen auf das Klima dargestellt. Dabei wird die Veränderungen der Emissionen der drei Treibhausgase CO₂ (Kohlendioxid), CH₄ (Methan) und N₂O (Lachgas) untersucht, die mit Hilfe des «global warming potential» zu CO₂-Äquivalenten aggregiert werden.

Es werden sämtliche Grundlagen der Klima-Berechnungen in NISTRA ausgewertet. Es werden die Auswirkungen berücksichtigt, die in den Indikatoren UW4 (Klima) und UW6 (Vor- und nachgelagerte Effekte) betrachtet wurden. Man beachte, dass bei den vor- und nachgelagerten Effekten hier nur die Auswirkungen auf das Klima berücksichtigt werden, die Effekte auf Luftschadstoffe hingegen nicht.

Die detaillierte Darstellung im vorliegenden Tabellenblatt kann als Input für mögliche weiterführende Berechnungen (ausserhalb von NISTRA) dienen. So könnten z.B. gewisse Daten weiter differenziert werden, um die Berechnungen zu verfeinern (z.B. Abnahme der Emissionen, wenn dank dem Projekt Stop-and-go-Verkehr neu wieder fliessen kann, was in NISTRA nicht berücksichtigt wird).

Welche Ergebnisse zeigt dieses Tabellenblatt?

Die Auswirkungen auf den Klimawandel werden sehr detailliert dargestellt. Auf dem Tabellenblatt werden zuerst die Veränderung der direkten Emissionen von Klimagasen während der Betriebsphase dargestellt. Ausgewiesen werden:

- Veränderung der Fahrzeugkilometer
- Verwendete Emissionsfaktoren von CO₂-Äquivalenten für Diesel- und Benzinfahrzeuge: Direkte Emissionen bzw. vor- und nachgelagerte Emissionen
- Verwendete Emissionsfaktoren von CO₂-Äquivalenten für Elektro- und Brennstoffzellenfahrzeuge in vor- und nachgelagerten Prozessen
- Anteil Elektrofahrzeuge an Fzkm
- Daraus abgeleitete Emissionen von CO₂-Äquivalenten: Direkte Emissionen, vor- und nachgelagerte Prozesse und Total aller Emissionen
- Kostensatz in CHF / t CO₂-Äquivalent
- Veränderung der Klimakosten in Mio. CHF: Direkte Emissionen, vor- und nachgelagerte Prozesse und Total aller Emissionen

All diese Ergebnisse werden differenziert nach Jahr und Fahrzeugkategorie. Zudem enthalten vier Tabellen untereinander die Ergebnisse für Autobahn, ausserorts und innerorts sowie das Total.

Ergänzt wird dies durch die vor- und nachgelagerten Emissionen der Infrastruktur. Dabei werden Schäden durch die Emission von Klimagasen bei Bau, Unterhalt und Entsorgung der Infrastruktur berücksichtigt. Diese Schäden fallen also beim Bau, beim Unterhalt bzw. bei der Entsorgung an. Konkret kann grob von folgender Aufteilung ausgegangen werden:¹¹⁰

- | | |
|--------------------|-------|
| - Bau / Produktion | 32.2% |
| - Unterhalt | 10.5% |
| - Entsorgung | 57.3% |

Die Schäden werden jedoch vereinfachend während der Benutzung der Infrastruktur, d.h. in der Betriebsphase, angerechnet, obwohl streng genommen nur gut 10% der CO₂-Emissionen durch die Infrastruktur tatsächlich in der Betriebsphase anfallen. Allerdings fallen bei einer Sanierung sowohl die Kosten der Entsorgung (Abbruch alte Strasse) als auch die Kosten der Erneuerung (Ersatz bisherige Strasse) an. Da schweizweit immer an diversen Orten Strassen saniert werden, kann die Approximation über die Verteilung auf die Betriebsphase als genügend genau und verursachergerecht bezeichnet werden.

Unten folgen die Klimagasemissionen und die dadurch verursachten Kosten durch Umwegfahrten in der Bauphase. Dabei wird dieselbe Darstellung gewählt wie oben. Werden keine Umwegfahrten eingegeben, ist dieser unterste Teil leer.

Jede Tabelle (von ca. 40 Zeilen) im Blatt «Klima» wird abgeschlossen mit einer Totalzeile, in der die Summe über den ca. 40-jährigen (je nach Eingaben im Blatt «Grunddaten») Betrachtungszeitraum bzw. die Bauphase ausgewiesen wird. Im Kopf des Blattes wird sozusagen als Endergebnis die Veränderung der Emissionen von CO₂-Äquivalenten dargestellt.

Detailergebnisse zu den Auswirkungen auf das Klima

Das gesamte Tabellenblatt ist ungeschützt. Damit können bei Bedarf weiterführende Berechnungen direkt in diesem Tabellenblatt vorgenommen werden. Fügen Sie aber bitte keine neuen Zeilen in das Tabellenblatt ein.¹¹¹

Dieses Tabellenblatt wird beim Drucken nicht ausgedruckt, da es einerseits ca. 60 Seiten wären (je nach Länge des Betrachtungszeitraums und Dauer der Umleitung) und da andererseits der Ausdruck nur sehr schwer lesbar wäre.

eNISTRA 2022

5.2 Drucken der Ergebnisse

Sie können die normalen Excel-Druckoptionen benutzen. Sofern Sie ein bestimmtes Tabellenblatt z.B. beidseitig ausgedruckt haben wollen oder mehrere Seiten auf einem Blatt wollen, so rufen Sie unter dem Menu «Datei», «Drucken» die entsprechende Dialogbox auf und nehmen die gewünschten Einstellungen vor. Möchten Sie nur einen Teil eines Tabellenblattes ausdrucken, so wählen Sie diesen an und drucken Sie ihn aus. Möchten Sie gleichzeitig mehrere Tabellenblätter ausdrucken, so wählen Sie die Reiter der gewünschten Tabellenblätter aus (während Sie gleichzeitig die «Ctrl»-Taste oder die Grossschreibetaste gedrückt halten¹¹²) und drucken Sie dann diese Blätter in der von Ihnen gewünschten Form aus.

5.3 Export der Ergebnisse

Die in eNISTRA berechneten Ergebnisse können Sie auf zwei Arten exportieren, d.h. einer weiterführenden Verwendung zuführen:

- Sie können die **Ergebnisse (Zahlen)** für weitere Berechnungen und / oder für vergleichende Darstellungen, z.B. im Fall von mehreren Projektvarianten in ein anderes **Excelfile** exportieren.
- Sie können die **Darstellungen** wie z.B. das NISTRA-Tableau oder die Abbildungen z.B. in ein **Wordfile** exportieren und sie in einen Bericht integrieren.

¹¹⁰ Ecoplan (2020), Bewertung der externen Effekte im Strassenverkehr, S. 85 bzw. Ecoinvent-Datenbank.

¹¹¹ Falls Sie dies trotzdem tun und danach auf dem Blatt „Grunddaten“ auf den Knopf „Werte übernehmen“ drücken, werden in diesem Tabellenblatt die falschen Zeilen ausgeblendet oder auszublendende Zeilen nicht ausgeblendet.

¹¹² Halten Sie die «Ctrl»-Taste gedrückt, können Sie jedes beliebige Blatt auswählen, halten Sie die Grossschreibetaste gedrückt, werden alle Blätter zwischen dem zuerst ausgewählten Blatt und dem zuletzt gewählten Blatt mitausgewählt. Sie können also z.B. zuerst das erste Tabellenblatt auswählen, dann das letzte, um das gesamte NISTRA auszudrucken. Wir empfehlen jedoch, das Blatt «Klima» nicht auszudrucken, da dies ca. 60 bis 130 Seiten ergeben würde, die zudem kaum lesbar wären. Die letzten beiden Export-Blätter sind zudem Wiederholungen, so dass für einen Ausdruck den gesamten NISTRA die letzten drei Blätter nicht gedruckt werden sollten.

5.3.1 Export von Ergebniszahlen

Damit Sie die Ergebniszahlen weiterverwenden können, um z.B. im Falle eines Variantenvergleichs mit den Ergebnissen der verschiedenen Varianten eigene Darstellungen machen zu können, wurden die beiden Tabellenblätter «Export KNA» und «Export KWA und QA» geschaffen. Diese Blätter sind nicht geschützt, d.h. Sie können dort nach Belieben einzelne Ergebnisse herauskopieren und in ein anderes Excelfile einfügen.

Auf dem Blatt «Export KNA» finden Sie nochmals alle wichtigen Ergebnisse der KNA:

- Annahmen
- Überblick über die Ergebnisse
- Ökonomische Kennziffern
- Detailergebnisse (nach einzelnen Jahren und nach Fahrzeugkategorien)
- Herleitung der Nutzen-Kosten-Verhältnisse

Auf dem Blatt «Export KWA und QA» finden Sie die Hauptergebnisse der KWA- und QA-Indikatoren:

- KWA
 - Wirksamkeit nach Indikatoren
 - Wirksamkeit gewichtet und aggregiert
 - Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis
 - Qualitative Erläuterungen zu den einzelnen Indikatoren
- Ergebnisse der qualitativen Analyse (QA)¹¹³

5.3.2 Export von Darstellungen

Wie bereits erwähnt, können Sie auch ganze Darstellungen exportieren, um sie z.B. in einen (Word-) Bericht zu integrieren. Möglicherweise möchten Sie das NISTRA-Tableau (Darstellung von KNA und KWA nebeneinander), die Zusammenfassung der KNA oder der KWA und QA, die Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse oder der Teilbilanzen oder die Abbildungen exportieren und z.B. im Bericht zur Bewertung integrieren. Dazu können Sie den gewünschten Teilbereich des Tabellenblattes anwählen, kopieren und in Ihr anderes Dokument einfügen.

Bei Bedarf können auch Darstellungen in eNISTRA aus den Tabellenblättern oder den Inputblättern exportiert werden. Denn alle Blätter sind zwar geschützt, Sie können jedoch auch geschützte Zellen auswählen und damit exportieren.

¹¹³ Ein Export des Blattes «Tableau» ist nicht erforderlich, da die Ergebnisse in den Blättern «Export KNA» und «Export KWA und QA» enthalten sind.

6 Anhang A: FAQ zu NISTRA

6.1 Häufige Grundsatzfragen

Was kann NISTRA und was nicht?

Siehe hierzu ausführlich Abschnitt 6.2.

Was hat sich an NISTRA seit der letzten Version geändert?

Siehe hierzu ausführlich Anhang D (Kapitel 9).

Wie verbindlich ist NISTRA?

NISTRA – bestehend aus einer KNA gemäss VSS-Normen sowie einer KWA und QA – gelten derzeit als «Stand der Technik» in der Schweiz, sie sind aber nicht zwingend vorgeschrieben, und es sind grundsätzlich auch andere Methoden zulässig.

Gemäss Artikel 8 Absatz 2 der Nationalstrassen-Verordnung (NSV, SR 725.111) gilt: «Bei der Planung sind die Auswirkungen auf Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft zu prüfen.» In Art 17, Absatz 2 steht zudem: «Beim generellen Projekt und beim Ausführungsprojekt sind Kosten und Nutzen zu bewerten». Für generelle Projekte wird sogar explizit eine Kosten-Nutzen-Analyse verlangt (NSV, Art. 11, Absatz 1d). NISTRA ist derzeit der Standard des ASTRA für die Bewertung – und zwar nicht nur für die KNA, sondern auch für die übrigen Indikatoren. Dies ist allerdings rechtlich nicht verankert.

Die in eNISTRA verwendeten Bewertungssätze und Aggregationsmethoden sind rechtlich nicht verbindlich, entsprechen aber dem aktuellen Stand der Diskussion. Es ist die Absicht des ASTRA, diese bei allen Nationalstrassenprojekten anzuwenden und kontinuierlich weiter zu entwickeln.

Die KNA in NISTRA ist in den VSS-Normen SN 641 820 bis VSS 41 828 festgelegt. VSS-Normen gelten als «Stand der Technik».

Gibt es Doppelzählungen im Indikatorensystem?

Nein. Das Indikatorensystem ist so aufgebaut, dass Auswirkungen jeweils nur einmal gezählt werden. Einige Indikatoren sind zwar in der KNA und der KWA enthalten, dies ist aber keine Doppelzählung. Vielmehr ist dies eine Folge davon, dass das Projekt im Rahmen von NISTRA mit zwei mehr oder weniger umfassenden Bewertungsmethoden untersucht werden. Dabei müssen alle Auswirkungen eigentlich in beiden Methoden berücksichtigt werden, was aber teilweise nicht möglich ist (z.B. weil nicht monetarisierbar).

Wird auf lokale Ziele Rücksicht genommen?

Grundsätzlich ist NISTRA als einheitliche und damit vergleichbare Bewertungsmethode konzipiert. Im Rahmen der Gesamtabwägung zwischen KNA-, KWA- und QA-Indikatoren können aber lokale Zielsetzungen einfließen.

Wird die Ausgangslage resp. die Vorbelastung berücksichtigt?

Grundsätzlich beurteilt NISTRA die Veränderungen zwischen Referenzfall (ohne Projekt) und Projektfall. Der Referenzzustand fliesst bei allen Indikatoren automatisch ein. Die Frage ist also nur, ob eine Veränderung zwischen Referenz- und Projektfall anders zu beurteilen ist, wenn die Ausgangslage «gut» oder «schlecht» ist.

Grundsätzlich macht NISTRA keine absoluten Aussagen zur Nachhaltigkeit eines Projektes oder zu Grenzwert-Überschreitungen. Solche Überlegungen können Teil einer Umweltverträglichkeitsprüfung oder einer umfassenderen Nachhaltigkeitsbeurteilung¹¹⁴ sein, sie können aber auch bei der Gesamtabwägung zwischen KNA-, KWA- und QA-Indikatoren einfließen. Ausserhalb des Umweltbereichs bestehen keine offiziellen Grenz- oder Schwellenwerte. Für Nicht-Umweltauswirkungen sind deshalb auch keine Minimalanforderungen vorhanden, die aus Sicht der Nachhaltigkeit nicht «verhandelbar» sind (wie soll z.B. festgelegt werden, wann eine Stadt über zu wenig Erholungsraum verfügt?).

Eine stärkere Gewichtung von Indikatoren, die besonders problematisch sind, würde die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen NISTRA-Untersuchungen beeinträchtigen. Es ist aber möglich, die Gewichtungen der KWA-Indikatoren im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse zu verändern. Bei den monetarisierbaren Indikatoren sind die Ergebnisse gemäss aktuellem Stand der Forschung unabhängig von der «Vorbelastung» resp. der Ausgangslage. Bei den KWA-Indikatoren wird als Eingabe die Veränderung (zwischen -3 bis +3) verlangt, so dass die Ausgangslage bei der Bewertung einfließt.

Als Beispiel für die Vernachlässigung der Ausgangslage wird manchmal die Luftverschmutzung genannt: Wissenschaftlich gibt es aber keine Hinweise darauf, dass zusätzliche Emissionen höhere Kosten verursachen, wenn eine höhere Grundbelastung vorliegt.¹¹⁵ Deshalb würde eine unterschiedliche Bewertung je nach Vorbelastung zu einem falschen Ergebnis führen: Luftverschmutzung führt unabhängig vom Belastungsniveau zu Schäden. Die Einhaltung der politisch festgelegten Grenzwerte wird in der UVP untersucht, die durch NISTRA nicht ersetzt werden kann.

Wie werden die Ergebnisse von KNA-, KWA- und QA-Indikatoren gewichtet?

Die Gesamtabwägung auf Grund von monetarisierten, bepunkteten und qualitativen Elementen ist eine politische Frage, die entsprechend beantwortet werden soll. Dies soll auf der Basis

¹¹⁴ Bezogen auf das allgemeine Vorgehen bei einer Nachhaltigkeitsbeurteilung mit den drei Hauptschritten 1. Relevanzanalyse, 2. Wirkungsanalyse und 3. Beurteilung und Optimierung ist NISTRA dem zweiten Schritt zuzuordnen, vgl. ARE (2004), Nachhaltigkeitsbeurteilung: Rahmenkonzept und methodische Grundlagen.

¹¹⁵ Ecoplan, Infras (2014), Externe Effekte des Verkehrs 2010. Monetarisierung von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten.

einer gut verdichteten, doch trotzdem transparenten Grundlage geschehen. In NISTRA werden die Informationen verdichtet, wo es vertretbar ist. Hingegen werden die politische Diskussion und der politische Entscheid nicht vorweggenommen, sondern es werden die allfälligen Spannungsfelder, die mit einem bestimmten Projekt verbunden sind, ersichtlich gemacht.

Für Hinweise zur Interpretation der KNA-, KWA- und QA-Ergebnisse siehe Kapitel 1.5.6.

Wie wurden die Indikatoren ausgewählt?

Die Indikatoren beruhen auf dem NISTRA 2010, sowie auf EBeN. Das NISTRA 2010 stützte sich auf das Ziel- und Indikatorensystem nachhaltiger Verkehr des UVEK (ZINV UVEK). NISTRA deckt alle Indikatoren ab, die sich aus den KNA-Normen SN 641 820 bis 828 ergeben. Sie wurden in einem langen, breit abgestützten Prozess erarbeitet.

6.2 Was kann NISTRA – was kann NISTRA nicht?

Kann mit NISTRA die Nachhaltigkeit der Verkehrspolitik beurteilt werden?

NISTRA ist für die Beurteilung von Projekten geschaffen worden, nicht für die Beurteilung der Verkehrspolitik insgesamt. NISTRA konzentriert sich auf die Bewertung von einzelnen Projekten oder die Priorisierung von mehreren gleichzeitig zur Diskussion stehenden Projekten. Daher liefert das vorliegende Instrument kein standardisiertes Vorgehen zur Überprüfung der Frage, ob z.B. ein Bereich der Nachhaltigkeit im Verlaufe der Zeit durch die Verkehrspolitik insgesamt systematisch benachteiligt wird.

Kann mit NISTRA eine verkehrsträgerübergreifende Analyse von Verkehrsproblemen vorgenommen werden?

NISTRA bewertet vor allem Neubau- und Ausbauprojekte der Strasseninfrastruktur. NISTRA ersetzt daher kein Gesamtverkehrskonzept, d.h. die verkehrsträgerübergreifende Analyse von Verkehrsproblemen muss auf einer höheren Ebene stattfinden. Mit NISTRA kann grundsätzlich auch eine Analyse von verkehrspolitischen Massnahmen (z.B. Abgaben) oder verkehrsorganisatorischen Massnahmen (z.B. Geschwindigkeitsbegrenzungen) vorgenommen werden. Die Bewertung ist dann einfacher, da sich einige der Indikatoren nicht verändern.

Ersetzt NISTRA eine Zweckmässigkeitsbeurteilung?

NISTRA ersetzt die bisherige Zweckmässigkeitsbeurteilung (ZMB) nicht. NISTRA oder EBeN ist vielmehr ein Beurteilungsverfahren, das innerhalb einer ZMB angewendet wird. Die Festlegung der Projektvarianten und des Wirkungssperimeters sowie die Erstellung von Verkehrsprognosen ist nach wie vor Aufgabe der jeweiligen BearbeiterIn.

Ersetzt NISTRA eine Umweltverträglichkeitsprüfung?

NISTRA beinhaltet keine Prüfung gesetzlicher Vorgaben (wie Grenzwerte) und kann daher die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) nicht ersetzen. Auch im Sicherheitsbereich und in der Raumplanung gibt es unter Umständen Anforderungen, die mit NISTRA nicht überprüft werden. Es ist daher unumgänglich, dass zusätzlich zu NISTRA auch die Einhaltung gesetzlicher Mindestanforderungen geprüft wird. Hingegen ergeben sich bei der Datenerhebung relativ grosse Überlappungen zwischen NISTRA und der UVP, so dass viele Daten sowohl für eine NISTRA-Beurteilung als auch für eine UVP verwendet werden können. NISTRA und die UVP ergänzen sich gegenseitig.

Können mit NISTRA absolute Aussagen zur Nachhaltigkeit eines Projekts gemacht werden?

NISTRA macht 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 Neubaulprojekt oder ein minimales Nutzen-Kosten-Verhältnis.

Ist NISTRA eine wissenschaftliche Methode?

NISTRA basiert auf wissenschaftlichen Grundlagen und entspricht den aktuellen internationalen wissenschaftlichen Standards, insbesondere im Bereich der Monetarisierung, enthält aber dennoch zahlreiche Werturteile. Dies ist bei einer Bewertung unvermeidlich. So beruht zum Beispiel bereits die Auswahl der Indikatoren auf einem Werturteil. Dies gilt auch für die Bewertungsfunktionen oder die Gewichtungen der KWA-Indikatoren. Auch für die Kostensätze bestehen immer gewisse Bandbreiten der Unsicherheiten.

Was ist NISTRA: Eine Entscheidungsmaschine oder eine Entscheidungshilfe?

NISTRA ist keine Entscheidungsmaschine, sondern eine Entscheidungshilfe. NISTRA ersetzt weder die politische Diskussion um Auswahl von Strassenbauprojekten noch ersetzt es den politischen Entscheid. Es liefert aber eine solide Entscheidungsgrundlage, die verschiedene Projekte vergleichbar macht.

7 Anhang B: Bewertung von Spezialfällen: Etappierte Projekte und Reserveinvestitionen

7.1 Etappierte Projekte

Wird ein Projekt nicht als Gesamtes in einem bestimmten Jahr eröffnet, sondern sind zwei oder mehr Teileröffnungen von Projektbestandteilen vorgesehen, wird die Bewertung etwas komplexer. Projekte mit bis zu vier Etappen können jedoch in eNISTRA bewertet werden.

Der grösste Aufwand bei etappierten Projekten dürfte die Ermittlung der verkehrlichen Auswirkungen der einzelnen Etappen sein. Dazu dürften zusätzliche Verkehrsmodell-Auswertungen nötig sein. Es ist sorgfältig abzuwägen, ob sich der Aufwand für die exakte Bewertung des etappierten Projektes lohnt – insbesondere wenn die Etappen relativ kurz hintereinander eröffnet werden sollen und somit die Zwischenzustände nur relativ kurz Bestand haben.

Um etappierte Projekte umfassend bewerten zu können, muss prinzipiell jede einzelne Etappe mit NISTRA einzeln bewertet werden.¹¹⁶ Nur so kann festgestellt werden, ob allenfalls auf den Bau einzelner Teiletappen auch verzichtet werden könnte, da deren Beitrag zum Gesamtnutzen zu klein ist.¹¹⁷ Im Folgenden geht es aber nicht darum, die einzelnen Etappen mit NISTRA einzeln zu bewerten (dies wäre für jede Etappe eine ganz «normale» Bewertung), sondern um die Bewertung des Gesamtprojektes bestehend aus verschiedenen Etappen mit unterschiedlichen Eröffnungszeitpunkten.

Grunddaten und Ermittlung der Inputdaten

Dass ein etappiertes Projekt bewertet werden soll, muss im Blatt «Grunddaten» angegeben werden, indem ein Häkchen bei der Frage «Erfolgt eine Teileröffnung vor Inbetriebnahme des Gesamtprojektes (etappiertes Projekt)?» gesetzt wird. Dann müssen die Eröffnungsjahre der ersten und letzten Etappe eingegeben werden (diese dürfen nicht mehr als 30 Jahre auseinanderliegen). Zudem muss die Dauer der Planungs- und Bauphase neu eingegeben werden, da diese bei einem etappierten Projekt als Dauer vor der ersten Teileröffnung interpretiert wird.

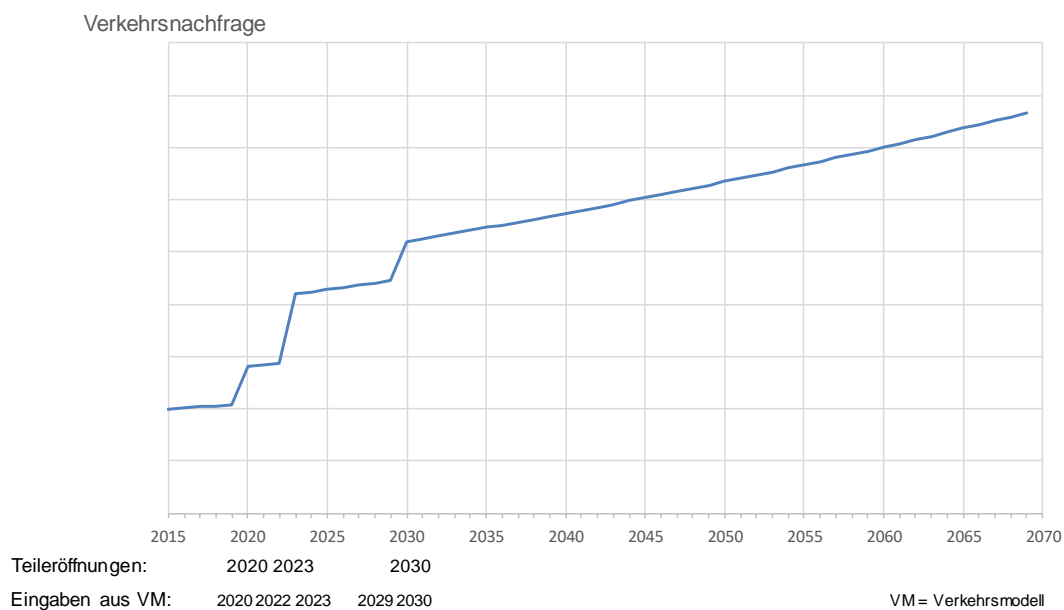
Die Hauptproblematik besteht wie erwähnt bei der Ermittlung der Auswirkungen der einzelnen Etappen. Das Vorgehen soll anhand der folgenden Abbildung erläutert werden. Es handelt sich um ein fiktives Beispiel mit 3 Etappen, die in den Jahren 2020, 2023 und 2030 eröffnet werden. Es genügt dabei nicht, Eingaben für diese 3 Jahre in NISTRA einzugeben, da NISTRA annimmt,

¹¹⁶ Dabei muss je nach Projekt überlegt werden, welcher Referenzfall für die einzelnen Etappen verwendet werden soll: Für die erste Etappe ist natürlich der Zustand ohne das Gesamtprojekt der Referenzfall. Bei der zweiten Etappe ist es entweder derselbe Referenzfall wie bei der ersten Etappe oder dann kann die erste Etappe als Referenzfall verwendet werden. Der Entscheid hängt massgeblich davon ab, ob die zweite Etappe ohne die erste überhaupt Sinn macht (bzw. ob die Etappen voneinander (un-)abhängig sind). Bei der dritten Etappe kommen schon drei Referenzfälle in Frage (ohne Gesamtprojekt, 1. Etappe, 2. Etappe). Der Entscheid hängt wiederum von den Abhängigkeiten der Etappen untereinander ab.

¹¹⁷ Die Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes der einzelnen Etappen kann ebenfalls nur ermittelt werden, wenn jede Etappe einzeln bewertet wird.

dass zwischen diesen Zeitpunkten linear interpoliert werden kann. Deshalb muss jeweils auch eine Eingabe im letzten Jahr vor der Eröffnung der weiteren Etappen erfolgen, d.h. in den Jahren 2022 und 2029. Nun kann NISTRA zwischen den Jahren 2020 und 2022 sowie 2023 und 2029 linear interpolieren und es ergibt sich die für etappierte Projekte typische Treppenfunktion (vgl. Abbildung – die 5 Jahre mit Eingaben (2020, 2022, 2023, 2029 und 2030) sind im Blatt «Verkehrsmodell» einzugeben). Da NISTRA Eingaben in insgesamt 7 Jahren zulässt, können so maximal 4 Etappen berücksichtigt werden.¹¹⁸ In der Abbildung steigt die Nachfrage auch unabhängig vom Projekt aufgrund des allgemeinen Verkehrswachstums um 1% pro Jahr.

Abbildung 7-1: Entwicklung der Nachfrage in einem etappierten Projekt mit 3 Etappen



Verkehrsmodelle sind meist nur für einen bestimmten Zeitpunkt (z.B. 2030) verfügbar (und den heutigen Zustand). Es wäre meist aufwendig, das Verkehrsmodell tatsächlich für mehrere Zeitpunkte auszuwerten. Alternativ kann mit dem Verkehrsmodell bestimmt werden, wie der Verkehr sich verhalten würde, wenn die entsprechende Etappe im Jahr 2030 gelten würde. Dieses Ergebnis kann dann mit Wachstumsraten auf die anderen Jahre umgerechnet werden: Für Jahre vor 2030 z.B. mit der durchschnittlichen Wachstumsrate zwischen dem heutigen Zustand und 2030 gemäss Verkehrsmodell. Für Jahre nach 2030 enthält NISTRA bereits eine Annahme zur Wachstumsrate des Verkehrs (1% pro Jahr), die übernommen werden kann. Dazu kann das Verkehrswachstum im Blatt «Sensitivitätsanalyse» geholt werden. Damit die Sensitivitätsanalyse für das Verkehrswachstum korrekt funktioniert, ist dies sogar zwingend, d.h. bei der Eingabe der Verkehrsmodellergebnisse muss jeweils folgende Formel eingegeben werden:

«= $X * (1 + \text{Verkehrswachstum}) ^ Y$ », wobei gilt:

¹¹⁸ Wenn die Dauer der Etappen teilweise nur 1 Jahr beträgt, wären theoretisch auch mehr Etappen möglich. Es fragt sich aber, ob sich der Aufwand der Ermittlung der Mengengerüste lohnt für Etappen, die so kurz nacheinander in Betrieb genommen werden. Stattdessen könnten diese beiden Etappen auch zusammengefasst werden.

- X = Verkehrsmo­dell­er­geb­nis
- Y = Ein­ga­be­jahr – Jahr des Ver­kehr­mo­dells
- Es ist direkt «Verkehrswachstum» in die Formel zu schreiben (da die entsprechende Zelle im Blatt «Sensitivitätsanalyse» so heisst und im Basisszenario 1% beträgt).

Dieses Vorgehen hat den zusätzlichen Vorteil, dass weniger Auswertungen mit dem Verkehrsmodell nötig sind, denn die Zustände 2020 und 2022 bzw. 2023 und 2029 (im obigen Beispiel) können basierend auf derselben Verkehrsmodellauswertung bestimmt werden, so dass (im Beispiel) nur 3 statt 5 Auswertungen nötig sind.

Eingabe der Inputdaten

Bei der Eingabe der Daten in den einzelnen Tabellenblättern ist auf Folgendes zu achten:¹¹⁹

- Bei vielen Indikatoren können die Daten aus dem Verkehrsmodell wie oben beschrieben eingegeben werden (z.B. Fzkm, Zeitveränderungen).
- DK1 Baukosten und DK3 Landkosten: Hier erscheinen zusätzliche Zeilen, um die Eingabe der Bau- und Landkosten der späteren Etappen nach Eröffnung der ersten Etappe eingeben zu können.
- DK4 und VQ2n: Bei diesen Indikatoren ist der Gesamteffekt nach Inbetriebnahme der letzten Etappe einzugeben. Zusätzlich kann ganz oben eingegeben werden, ab wann der Gesamteffekt berücksichtigt werden soll. Dies könnte z.B. das Jahr der Eröffnung der Hauptetappe sein. Für genauere Erläuterungen dazu siehe die Ausführungen zu DK4 (zweite Seite).
- UW3n: Bei der Bodenversiegelung kann bei jedem Teileffekt angegeben werden, ab welchem Jahr er zu berücksichtigen ist. Dies erlaubt nicht nur die Abbildung von etappierten Projekten, sondern auch bei normalen Projekten kann der zeitliche Anfall genauer abgebildet werden.

Weitere Besonderheiten

Die Berechnung des **optimalen Eröffnungszeitpunktes** (im Blatt Zusammenfassung KNA) macht bei etappierten Projekten keinen Sinn. Denn die Berechnung müsste annehmen, dass die Dauer zwischen zwei Teileröffnungen jeweils fix vorgegeben ist. Das Ziel der Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes ist es aber gerade, zu überprüfen, ob die Eröffnungszeitpunkte (der einzelnen Etappen) optimal gewählt wurden. Eine Berechnung, wann der optimale Eröffnungszeitpunkt des Gesamtprojektes ist unter der Bedingung, dass die Abstände zwischen den Etappen fix vorgegeben sind, macht deshalb wenig Sinn. Wenn die Frage des optimalen Eröffnungszeitpunktes wirklich geklärt werden soll, dann muss jede Etappe einzeln in NISTRA eingegeben werden.

¹¹⁹ Bei den Indikatoren VQ3, UW1n_Luft, UW1n_Lärm und UW4n ist es möglich, Umwegfahrten während der Bauphase einzugeben. Die Programmierung wurde so angepasst, dass auch Umwegfahrten während späteren Etappen eingegeben werden können. Für BenutzerInnen ändert sich nichts. Allerdings ist es nur möglich, eine Umleitung einzugeben. Bei Etappierungen wäre es möglich, dass in verschiedenen Etappen unterschiedliche Umleitungen gelten. Es wurde aber darauf verzichtet, dies in NISTRA zu ermöglichen, weil dies aufwändig wäre und weil unseres Wissens selten Umleitungen in der Bewertung berücksichtigt werden.

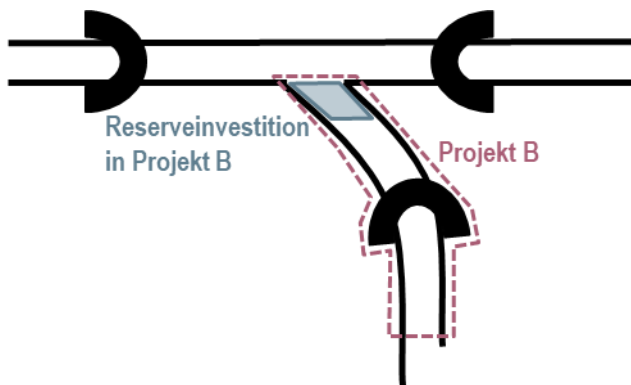
Der **Indikator Q12 «Etappierbarkeit»** bleibt trotz der Möglichkeit, etappierte Projekte genau abzubilden, erhalten: Erstens werden Etappierungen oft nicht genau berechnet. In diesem Fall können hier mögliche Etappen erläutert werden. Zweitens können hier die Etappen beschrieben werden.

Bemerkung zu den KWA-Indikatoren: Die KWA-Indikatoren werden normalerweise für das Jahr der Inbetriebnahme erstellt. Bei etappierten Projekten werden dementsprechend die KWA-Indikatoren für das Jahr der Inbetriebnahme der letzten Etappe erstellt, d.h. die KWA-Indikatoren gelten **für das Gesamtprojekt**. Sollen die KWA-Indikatoren für die einzelnen Etappen erhoben werden, so muss jede Etappe einzeln mit eNISTRA bewertet werden.

7.2 Reserveinvestitionen

Reserveinvestitionen sind Vorinvestitionen im Rahmen eines Projektes A, die aber eigentlich Teil eines anderen Projektes B sind, welches eventuell zu einem späteren Zeitpunkt gebaut wird. Dies ist ein seltener Fall, der z.B. auftritt, wenn im Rahmen des Hauptprojektes A ein neuer Tunnel gebaut wird und überlegt wird, ob innerhalb des Tunnels eine Abzweigung gebaut werden soll (Projekt B – siehe folgende Abbildung). Die Reserveinvestition besteht dann im Ausbruch eines Tunnelstummels, der später zum Projekt ausgebaut werden kann. Der Vorteil des Stummels ist, dass während dem Bau des Projektes B der Tunnel A nicht vorübergehend geschlossen werden muss.

Abbildung 7-2: Schematische Darstellung einer typischen Reserveinvestition



Reserveinvestitionen sind immer ein eigenes Projekt und dürfen nicht zusammen mit dem eigentlich zu bewertenden Hauptprojekt A bewertet werden.¹²⁰ Dadurch wird sichergestellt, dass nicht die optionale Reserveinvestitionen in das Projekt B als feste Bestandteile des Projekts A

¹²⁰ Eine Alternative wäre zwei Varianten zu bilden, eine mit und eine ohne Reserveinvestition (vgl. Ecoplan, Metron 2005, Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Kommentar zur VSS-Grundnorm, S. 33). Dies macht aber die Bewertung des Projektes A komplexer, weil dann mit dem Projekt B verglichen werden müsste, das später eröffnet wird. Deshalb ist die Trennung in zwei Projekte einfacher und zielführender.

eingeschlossen wird – und sich möglicherweise das Projekt A wegen der Kosten der Reserveinvestition nicht lohnt, obwohl das Projekt A alleine vorteilhaft wäre.

Die Projekte A und B müssen also bei der Bewertung mit NISTRA getrennt werden. Dabei kann aber für das Projekt B, das in der Zukunft gebaut werden soll und möglicherweise noch nicht genau definiert ist, eine deutlich vereinfachte Bewertung erfolgen: Es müssen nur die Baukosten und allfällige Effekte während der Bauphase miteinbezogen werden. Die eigentliche Bewertung des Projektes B muss aber nicht jetzt schon erfolgen: Vielmehr kann auf die Bewertung der Betriebsphase des Projektes B zum jetzigen Zeitpunkt verzichtet werden. Denn die jetzige Reserveinvestition hat keinen Einfluss auf die Nutzen des Projektes B nach dessen Eröffnung. Ziel der Reserveinvestition ist es vielmehr, die Baukosten zu reduzieren und allfällige Behinderungen während der Bauphase zu vermeiden. So kann es z.B. ohne Reserveinvestition nötig sein, dass der neu gebaute Tunnel von Projekt A während dem Bau des Projektes B vorübergehend geschlossen werden muss.

Vorgehen bei der Bewertung

Grunddaten ausfüllen

Es wird also im Wesentlichen überprüft, ob die Baukosten der Reserveinvestition die Baukosten des späteren Baus des Projektes B genügend reduzieren, so dass sich die Reserveinvestition lohnt. Zudem kann die Reserveinvestition Behinderungen während der Bauphase verhindern. Das Vorgehen wird im Folgenden – auch anhand eines fiktiven Beispiels – erläutert:

- Als erstes ist ein neues eNISTRA-file zu öffnen für die Bewertung der Reserveinvestition in das Projekt B.
- Beim Aufspannen des Zeitrahmens im Blatt «Grunddaten» sind zuerst folgende Grundfragen zu beantworten (vgl. folgende Abbildung):
 - In welchem Jahr X unterscheiden sich die Investitionskosten des Projektes A mit und ohne Reserveinvestition in das Projekt B erstmals? Für das Beispiel wird für X das Jahr 2020 verwendet.
 - In welchem Jahr Y unterscheiden sich die Investitionskosten des Projektes A mit und ohne Reserveinvestition letztmals? Für das Beispiel verwenden wir für Y das Jahr 2030.
 - Sollen neben den Bau- und Landkosten noch weitere Effekte während der Bauphase berücksichtigt werden? Dabei könnte es sich um Umwegfahrten während der Bauphase des Projektes B handeln, falls die Reserveinvestition jetzt nicht umgesetzt wird.

Beginn Planungsphase	2020	
Beginn Bauphase	2020	
Jahr der Inbetriebnahme	2027	der ersten Etappe
Vergleichsjahr	2020	

Erfolgt eine Teileröffnung vor Inbetriebnahme des Gesamtprojektes (etappiertes Projekt)?

Jahr der Inbetriebnahme 2030 der letzten Etappe

Etappen bei Q12 beschreiben: zu Q12

- Falls ja – z.B. Umwegfahrten in den Jahren U bis V, z.B. 2027 bis 2028 – ist das Blatt Grunddaten wie folgt auszufüllen:
 - Es ist ein Häkchen zu setzen bei der Frage «Erfolgt eine Teileröffnung vor Inbetriebnahme des Gesamtprojektes (etappiertes Projekt)?»
 - Bei der Inbetriebnahme ist das Jahr U (=2027) einzugeben (erstes Jahr mit Effekten aufgrund von Umwegfahrten). (Das Jahr V muss hier nicht eingegeben werden.)
 - Bei «Beginn Planungsphase» und «Beginn Bauphase» ist jeweils das Jahr X (=2020) einzugeben (die Planungsphase dauert (vereinfachend) Null Jahre).
 - Beim Jahr der Inbetriebnahme der letzten Etappe ist das Jahr Y (=2030) einzugeben.
- Falls nein, ist die Bewertung der Reserveinvestition deutlich einfacher.
 - Ist das Jahr Y maximal 25 Jahre nach dem Jahr X, kann bei «Beginn Planungsphase» und bei «Beginn Bauphase» je das Jahr X und bei Inbetriebnahme das Jahr Y eingegeben werden. Die Planungsphase dauert wiederum Null Jahre und es sind keine Häkchen zu setzen.
 - Beträgt die Differenz jedoch mehr als 25 Jahre, muss wiederum ein Häkchen gesetzt werden bei der Frage «Erfolgt eine Teileröffnung vor Inbetriebnahme des Gesamtprojektes (etappiertes Projekt)?». Die Planungsphase dauert dann wie immer Null Jahre, so dass bei «Beginn Planungsphase» und «Beginn Bauphase» je das Jahr X eingegeben werden kann. Als Jahr der Inbetriebnahme der ersten Etappe gilt das Jahr X+25 und das Jahr der Inbetriebnahme der letzten Etappe ist das Jahr Y.

Wie man sieht, muss also möglicherweise mit etappierten Projekten gearbeitet werden. Denn Reserveinvestitionen können als ein Spezialfall eines etappierten Projektes betrachtet werden.

- Im Blatt «Verkehrsmodell» sind nur Eingaben zu machen, wenn Umwegfahrten bewertet werden sollen. In diesem Fall sind die Jahre U, V und V+1 einzugeben, d.h. im Beispiel 2027, 2028 und 2029.¹²¹

Bau- und Landkosten

Für die Analyse der Unterschiede mit und ohne Reserveinvestition sind die Indikatoren DK1 bis DK3 zu analysieren. Falls keine Umwegfahrten (oder ähnliches) berücksichtigt werden müssen, kann man sich bei der Bewertung ganz auf diese drei Indikatoren konzentrieren:

- Im Blatt DK1 «Baukosten» sind einerseits die eigentlichen Reserveinvestitionen im Rahmen des Projektes A einzugeben.

Diese Kosten können am einfachsten ermittelt werden, indem sie nicht direkt bestimmt werden, sondern indem einmal die Investitionskosten des Projektes A ohne Reserveinvestitionen ermittelt werden und einmal die Investitionskosten mit Reserveinvestitionen. Die Differenz ist hier einzutragen.

- Im Beispiel betragen die Reserveinvestitionen je 78 Mio. CHF in den Jahren 2020 und 2021 (vgl. folgende Abbildung).

Andererseits sind bei DK1 die späteren, geringeren Kosten im Rahmen des Baus des Projektes B einzugeben – und zwar mit einem negativen Vorzeichen.

¹²¹ Falls es nur in einem Jahr Umwegfahrten gibt ($U = V$), so sind die beiden Jahre U und U + 1 einzugeben.

- Auch diese Kosten werden am einfachsten als Differenz der Kosten mit und ohne Reserveinvestition ermittelt.
- Im Beispiel kann das Tunnelbauwerk dank der Vorinvestition günstiger erstellt werden. Die Tunnelkosten fallen um insgesamt 20 Mio. CHF tiefer aus, womit auch die Planungskosten um 4 Mio. CHF sinken.
- Das Blatt DK2 «Ersatzinvestitionen» füllt sich wie üblich automatisch aus aufgrund der Eingaben von DK1. Aufgrund des früheren Bauens im Rahmen der Reserveinvestition werden auch die Ersatzinvestitionen früher fällig.
- Im Blatt DK3 «Landkosten» sind allfällige Veränderungen einzugeben. Es ist davon auszugehen, dass bei Reserveinvestitionen nicht zusätzliches Land benötigt wird, aber das beanspruchte Land muss möglicherweise schon früher einer alternativen Nutzung entzogen werden. Dies sei in unserem Beispiel nicht der Fall, da es sich um die Vorbereitung eines zusätzlichen Anschlusses im Tunnel handelt, wozu kein Land benötigt wird.

Preisbasis Eingabe Rückbaukosten in Mio. CHF
 nominale Bauteuerung (% / Jahr) Bauzeit für den Rückbau Jahre ab dem Jahr

Baukosten für verschiedene Baubestandteile in Mio. CHF bei Preisbasis 2019														
Phase	Jahr	Planung und Bauleitung	Fahrbahnbedecke	Brücke	Entwässerung	Tunnelbauwerk	Tunnelausrüstung	:	:	:	:	:	Rückbaukosten	Total
Bauphase	2020	13.00			10.00	50.00	5.00							78.00
Bauphase	2021	13.00			10.00	50.00	5.00							78.00
Bauphase	2022													-
Bauphase	2023													-
Bauphase	2024													-
Bauphase	2025													-
Bauphase	2026													-
Teilbetrieb	2027	-12.00			-10.00	-50.00								-72.00
Teilbetrieb	2028	-13.00			-10.00	-50.00	-5.00							-78.00
Teilbetrieb	2029	-3.00				-10.00	-5.00							-18.00
1. Jahr Vollbetrieb	2030	-2.00				-10.00								-12.00
Baukosten Total		-4.00	-	-	-	-20.00	-	-	-	-	-	-	-	-24.00
Reserve (%)		20%	20%	30%	20%	30%	30%							
Genauigkeit Kosten ±		10%	10%	20%	10%	25%	5%							
Lebensdauer		----	25	50	75	100	20							

Nachdem diese relativ wenigen Inputdaten eingegeben wurden, können die Schlussfolgerungen daraus gezogen werden. Dies sei anhand des Beispiels illustriert:

- Obwohl die Baukosten um 24 Mio. CHF tiefer sind mit der Reserveinvestition (inkl. Reserve gar um 31 Mio. CHF tiefer), ist der Nettobarwert um 10.1 Mio. CHF höher (wie die hier nicht abgebildeten NISTRA-Ergebnisse zeigen). Grund dafür ist die Diskontierung: Die Reserveinvestition im Rahmen des Projektes A muss früher getätigt werden als die spätere Umsetzung zusammen mit dem Projekt B.

- Zudem steigen die Ersatzinvestitionskosten um 4.1 Mio. CHF (Nettobarwert), weil diese nun früher anfallen (im Beispiel gibt es nur Ersatzinvestitionen bei der Tunnelausrüstung).
- Hingegen sinken die Emissionen von Luftschadstoffen beim Bau um 1.2 Mio. CHF (diese werden automatisch berechnet, es ist aber noch die Eingabe des Anteils der Emissionen im bebauten Gebiet nötig – unter UW1n_Luft, ❶ – hier 0%).
- Gesamthaft führt die Reserveinvestition also zu zusätzlichen Nettokosten von 12.9 Mio. CHF.

Eingabe von Umwegfahrten

Es ist möglich, dass durch die Reserveinvestition auch grössere Behinderungen während dem Bau von Projekt B verhindert werden sollen. Im Beispiel ist ohne Reserveinvestition eine Sperrung des Tunnels des Projektes A in den Jahren 2027 und 2028 nötig, um den zusätzlichen Anschluss (Projekt B) zu bauen. Diese (oder ähnliche) Behinderungen des Verkehrs während dem Bau des Projektes B können mit eNISTRA ebenfalls berechnet werden, wenn die nötigen Daten vorliegen bzw. (grob) abgeschätzt werden. Der Nutzen (bzw. die Kosten) der Umwegfahrten können allenfalls global abgeschätzt werden oder die Effekte können bei den einzelnen Indikatoren eingegeben werden.

- Bei einer globalen Abschätzung ist das Vorgehen relativ einfach (vgl. folgende Abbildung). Im Beispiel muss das Projekt A während zwei Jahren geschlossen werden. Der entgangene Nutzen kann deshalb aus der Bewertung von Projekt A übernommen werden: Im eNISTRA-File des Projektes A kann im Blatt «Detailergebnisse KNA» oder im Blatt «Export KNA» der Nettonutzen für das entsprechende Jahr abgelesen werden.¹²²
- Dieser Nettonutzen kann dann im Blatt VQ1n «Reisezeit Stammverkehr» eingegeben werden,¹²³ und zwar entweder in der Spalte «SNF» oder «ØGV» (dabei muss oben bei der Preisbasis im Güterverkehr «2019» eingegeben werden).¹²⁴
- Wichtig ist, dass im Jahr 2029 (bzw. V+1) unbedingt Null eingegeben werden muss.¹²⁵
- Im Beispiel ergeben sich Einsparungen von je ca. 20 Mio. CHF in den Jahren 2027 und 2028.
- NISTRA erlaubt natürlich auch die detaillierte Eingabe bei allen relevanten Indikatoren. Der Aufwand für die Beschaffung der Inputdaten dürfte jedoch in vielen Fällen zu hoch sein. Deshalb können – wie für Effekte während der Bauphase in normalen NISTRA-Bewertungen – vereinfachte Verfahren gewählt werden für die Beschaffung der Inputdaten (vgl. Blatt «Inputdaten», ❷). Möglich ist also, dass Zeitverluste und grössere Distanzen (Fzkm) der

¹²² Vorsicht: Falls in einem Jahr Ersatzinvestitionen im Projekt A anfallen, dürfen diese nicht bei der Berechnung des entgangenen Nutzens berücksichtigt werden. Muss die Strecke z.B. nur während X Monaten geschlossen werden, kann $X / 12$ des Jahresergebnisses eingesetzt werden.

¹²³ Es ist klar, dass in diesem Fall die Zahl mehr als Reisezeitveränderungen enthält. Dies ist dem Bewerter jedoch bewusst und ist im Kommentar zu erwähnen.

¹²⁴ Wird die Zahl beim Personenverkehr eingegeben, berücksichtigt eNISTRA noch das Reallohnwachstum zwischen 2019 und dem betrachteten Jahr, d.h. die Zahl wird angepasst. Dies ist nur dann sinnvoll, wenn es sich bei der eingegebenen Zahl tatsächlich um Zeitgewinne im Personenverkehr handelt.

¹²⁵ Wird dies vergessen, schreibt eNISTRA die letzte Eingabe bis zu Ende des Betrachtungszeitraums weiter, was zu komplett falschen Ergebnissen führen würde.

Umwegfahrten (grob) abgeschätzt werden. Die Ergebnisse können dann in den Blättern «Inputdaten», «VQ1n» und «VQ3» eingegeben werden, zudem ist bei den Indikatoren SI1n und UW1n_Lärm die vereinfachte Methode zu wählen.¹²⁶

Personenverkehr	Güterverkehr
Preisbasis Eingabe <input type="text" value="2019"/>	Preisbasis Eingabe <input type="text" value="2019"/>
Nominallohnwachstum (% / Jahr) <input type="text"/>	Teuerung (% / Jahr) <input type="text"/>

Reisezeitveränderung im Stammverkehr in Mio. CHF bei Preisbasis 2019 (pos. Werte = Nutzen, neg. Werte = Kosten)										
Jahr	Personenverkehr					Güterverkehr			Ø PV und GV	Total
	PW	Bus	Car	MZ	Ø PV	Li	SNF	Ø GV		
2027						---		20.00	---	20.00
2028						---		20.20	---	20.20
2029						---		-	---	-
0						---			---	-
0						---			---	-
0						---			---	-
0						---			---	-

PW = Personenwagen, Bus = Linienbus ÖV, Car = Privatcar, MZ = motorisierte Zweiräder, Li = Lieferwagen, SNF = Schwere Nutzfahrzeuge

In der Regel kann bei der Bewertung von Reserveinvestitionen auf die Auswertung der KWA-Indikatoren verzichtet werden – es sei denn, es sind bei einem Indikator grössere Effekte zu erwarten.

Interpretation der Ergebnisse

Im Beispiel belaufen sich die Nutzen der nicht nötigen Umwegfahrten mit Reserveinvestition auf einen Nettobarwert von 34.7 Mio. CHF (wie die hier nicht abgebildeten NISTRA-Ergebnisse zeigen). Gesamthaft erreicht die Reserveinvestition also einen Saldo von 21.7 Mio. CHF.¹²⁷ Auf den ersten Blick scheint die Reserveinvestition sich also zu lohnen. Falls der Saldo hingegen negativ sein sollte, lohnt sich die Reserveinvestition klar nicht.

Bei einem positiven Saldo ist allerdings zu beachten, dass es möglich ist, dass das Projekt B gar nicht oder (deutlich) später als vorgesehen umgesetzt wird. Vor allem wenn das Projekt B nicht umgesetzt wird, ist es klar, dass es besser wäre, die Reserveinvestition nicht zu tätigen. Die **Wahrscheinlichkeit, dass Projekt B umgesetzt wird**, spielt also ebenfalls eine **wichtige Rolle**. Es gibt also zwei mögliche Endzustände:

- Das Projekt B wird umgesetzt. Das Ergebnis haben wir soeben gesehen, es beträgt 21.7. Mio. CHF.

¹²⁶ Auf die Berechnung des Mehrverkehrs und der Auswirkungen auf den ÖV während der (kurzen) Bauphase dürfte in den allermeisten Fällen verzichtet werden.

¹²⁷ Falls nicht ein etappiertes Projekt gewählt werden muss, weist eNISTRA im Blatt «Zusammenfassung KNA» wie üblich einen optimalen Eröffnungszeitpunkt aus. Das Ergebnis darf bei der Berechnung von Reserveinvestitionen jedoch nicht beachtet werden. Die Frage, ob Projekt A verschoben werden sollte, wird in der Bewertung von Projekt A beantwortet. Bei Projekt B dürfte es sich in vielen Fällen aus Sicht der Reserveinvestition allein lohnen, es möglichst rasch zu eröffnen. Dies ist aber oft nicht möglich, weil es planerisch noch nicht so weit fortgeschritten ist – ansonsten sollte es als Variante in die jetzige Bewertung aufgenommen werden. Die Frage des optimalen Eröffnungszeitpunktes des Projektes B wird dann bei der späteren vollständigen Bewertung des Projektes B beantwortet.

- Das Projekt B wird nicht umgesetzt. In diesem Fall waren die zusätzlichen Kosten für die Reserveinvestition vergeblich – sie haben keinen Nutzen. Der Nettobarwert dieser Kosten kann einfach ermittelt werden, indem im Blatt DK1 die Eingaben für die Einsparungen beim Bau von Projekt B kurz gelöscht werden (Eingaben in den Jahren 2027 – 2030 löschen und dann gleich wieder einsetzen). Dann kann direkt im Blatt DK1 der Nettobarwert der Investition abgelesen werden, der im Beispiel 168.8 Mio. CHF beträgt.¹²⁸

Nehmen wir nun an, dass die Wahrscheinlichkeit, dass Projekt B umgesetzt wird, 75% betrage. In diesem Fall wird sofort ersichtlich, dass sich die Reserveinvestition nicht lohnt, da der Nettobarwert mit –25.9 Mio. CHF deutlich negativ ist.¹²⁹

Die Bestimmung der Wahrscheinlichkeit, dass Projekt B umgesetzt wird, dürfte in den meisten Fällen nicht einfach sein. Die Befürworter des Projektes betrachten die Wahrscheinlichkeit tendenziell als sehr hoch, die Gegner hingegen als eher tief. Eine Alternative kann es deshalb auch sein, zu berechnen, bei welcher Wahrscheinlichkeit sich ein Nettobarwert von Null ergibt.¹³⁰ Dies ist in unserem Beispiel bei 89 % der Fall.¹³¹ Das bedeutet, dass bei einer höheren Wahrscheinlichkeit sich die Reserveinvestition lohnt, bei einer tieferen Wahrscheinlichkeit hingegen nicht. Nun muss der politische Entscheidungsträger bestimmen, ob er glaubt, dass die Wahrscheinlichkeit höher ist oder nicht und je nachdem die Reserveinvestition umsetzen oder nicht.

Bei Bedarf kann z.B. auch bestimmt werden, wie sich das Ergebnis verändert, wenn das Projekt B z.B. sich um 10 Jahre verspätet.¹³² In unserem Beispiel lohnt sich in diesem Fall die Reserveinvestition nicht mehr, denn der Nettobarwert liegt bei –27.7 Mio. CHF (selbst wenn unterstellt wird, dass das Projekt B mit Sicherheit kommt).

¹²⁸ Die Ersatzinvestitionen in DK2 dürfen dabei nicht berücksichtigt werden, weil im Fall, dass Projekt B nicht umgesetzt wird, natürlich keine Ersatzinvestitionen erfolgen. Allenfalls sind noch Landkosten in DK3 dazuzurechnen. Es ist allerdings darauf zu achten, dass bei Nichtumsetzung des Projektes B das Land wieder an andere Nutzungen übergeben werden kann, d.h. das Land wird höchstens vorübergehend beansprucht.

¹²⁹ Dies muss ausserhalb von NISTRA berechnet werden: $75\% * 21.7 - 25\% * 168.8 = -25.9$.

¹³⁰ Ecoplan, Metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Kommentar zur VSS-Grundnorm, S. 33.

¹³¹ Diese Wahrscheinlichkeit p kann wie folgt berechnet werden: Aus $21.7 * p - 168.8 * (1 - p) = 0$ ergibt sich $p = 168.8 / (21.7 + 168.8) = 89\%$.

¹³² Dazu ist wie folgt vorzugehen:

- Im Blatt «Grunddaten» ist das Jahr der Inbetriebnahme der ersten und der letzten Etappe ist um je 10 Jahre nach hinten zu schieben (neu 2037 und 2040). Dann muss auf den Knopf «Werte übernehmen» gedrückt werden.
- Die Eingaben im Blatt «Verkehrsmodell» sind um je 10 Jahre nach hinten zu schieben (neu 2037 bis 2039).
- Bei DK1 sind die Kostendaten von Projekt B ebenfalls 10 Jahre nach hinten zu schieben (tatsächlich müssen die Werte der Reserveinvestition im Excel nach vorne geschoben werden, weil sich die Anschriften der Zeilen so verändern, dass die Investitionen für Projekt B weiterhin im richtigen Jahr eingetragen sind).
- Die Eingabedaten bei VQ1n (und allfälligen anderen berücksichtigten Indikatoren) sind falls erwünscht anzupassen (z.B. mit dem Verkehrswachstum).

Vorsicht: Wenn das ursprüngliche Ergebnis wiederhergestellt werden soll, müssen unbedingt zuerst die Eingaben im Blatt DK1 angepasst werden, bevor im Blatt «Grunddaten» wieder die alten Werte mit Knopfdruck übernommen werden (weil sonst die Eingabe im Blatt DK1 ausgeblendet wird, und damit das Ergebnis verfälschen würde). Falls dies trotzdem passieren sollte, steht beim Indikator DK1, wie das Problem zu lösen ist.

8 Anhang C: Methodischer Hintergrund KNA und KWA

In diesem Anhang wird der methodische Hintergrund zu allen KNA- und einigen KWA-Indikatoren gegeben. So wird insbesondere für alle KNA-Indikatoren die Entwicklung der Effekte über die Zeit (Kapitel 8.6) und der Berechnungsweg (Kapitel 8.7) vorgestellt. In Kapitel 8.8 wird noch auf die Grundlagen der KWA eingegangen. Oder mit anderen Worten: In Kapitel 4 wurden bewusst nur jene Angaben gemacht, die notwendig sind, um die Tabellenblätter korrekt ausfüllen zu können. Wie aus den Eingaben die Ergebnisse berechnet werden, ist jedoch nicht direkt nachvollziehbar. Dies wird prinzipiell für die KNA in den Normen des VSS und den dazugehörigen Forschungsberichten dokumentiert. Um die Benutzerfreundlichkeit zu erhöhen, sollen die wesentlichen Berechnungen jedoch hier zusammenfassend dargestellt werden. Damit werden auch Ergebnisse, die auf den ersten Blick vielleicht überraschend scheinen, für BenutzerInnen besser nachvollziehbar.

Zuvor werden aber einige weitere Punkte diskutiert:

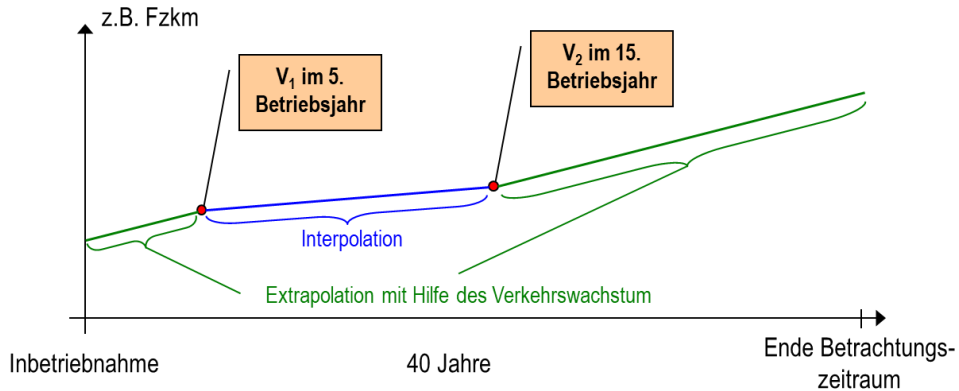
- das Aufspannen des Mengengerüsts in der dynamischen KNA (Kapitel 8.1),
- die Erläuterung der KNA-Entscheidungskriterien (Kapitel 8.2)
- die Verwendung der Annuität (Kapitel 8.3)
- die Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes (Kapitel 8.4) und
- die für eine KNA benötigten Inputdaten (Kapitel 8.5).

8.1 Dynamische KNA: Aufspannen des Mengengerüsts

Um das Mengengerüst über die im Normalfall betrachteten 40 Betriebsjahre aufzuspannen, müssen die vorliegenden Verkehrsmodellberechnungen extra- bzw. intrapoliert werden¹³³, d.h., auf der Basis der wenigen Verkehrsmodellergebnisse werden mit Hilfe von geeigneten Wachstumsraten, wie z.B. dem Verkehrswachstum, die Werte für die gesamte Betrachtungsperiode ermittelt. In Abbildung 8-1 wird das konkrete Vorgehen bei der Konstruktion des Mengengerüsts an einem Beispiel aufgezeigt: In diesem Beispiel liegen zwei Verkehrsmodellberechnungen vor. Die erste wurde für das 5. Betriebsjahr gemacht, die zweite für das 15. Betriebsjahr. Um nun das Mengengerüst für den gesamten Betrachtungszeitraum von 40 Jahren zu konstruieren, muss der erste Verkehrsmodellwert bis zum Jahr der Inbetriebnahme zurückgerechnet werden. Dies geschieht durch Extrapolation mit Hilfe des Verkehrswachstums. Ebenfalls mit Hilfe des Verkehrswachstums werden die Werte nach dem letzten Verkehrsmodellwert, also ab dem 16. Betriebsjahr, bis zum Ende des Betrachtungszeitraumes hochgerechnet. Für die Jahre zwischen den beiden Verkehrsmodellberechnungen wird (linear) intrapoliert, d.h. die einzelnen Datenpunkte werden so gewählt, dass ausgehend vom Startpunkt im 5. Betriebsjahr und unter Annahme eines linearen Wachstums im 15. Betriebsjahr gerade das Ergebnis der zweiten Verkehrsmodellberechnung erreicht wird.

¹³³ Unter **Extrapolation** wird die Berechnung eines Verhaltens über den gesicherten Bereich hinaus verstanden. Bei der **Intrapolation** werden innerhalb eines gesicherten Bereiches Fälle berechnet, die nicht untersucht wurden.

Abbildung 8-1: Aufspannen des Mengengerüsts



Legende: V_i = i-te Verkehrsmodellberechnung, d.h. $V_1 = 1$. Verkehrsmodellberechnung, Fzkm = Fahrzeugkilometer

Diese Berechnungen werden in eNISTRA automatisch vorgenommen. Die BenutzerInnen müssen lediglich die Verkehrsmodellergebnisse und die zugehörigen Jahre (z.B. 2030 und 2040) eingeben (vgl. Abbildung 8-2). Es sind maximal sieben Verkehrsmodelleingaben möglich. Ausserdem kann im Blatt zur Sensitivitätsanalyse die Annahme zum Verkehrswachstum verändert werden.

Soll vor und nach den beiden Verkehrsmodellergebnissen im Beispiel nicht dasselbe Verkehrswachstum unterstellt werden, so sind für den Eröffnungszeitpunkt weitere Eingaben bei allen betroffenen Indikatoren nötig (Rückrechnung des ersten Verkehrsmodellergebnisses mit dem angepassten Verkehrswachstum) und das Verkehrswachstum aus dem Blatt «Sensitivitätsanalyse» wird nur für die Zeit nach dem letzten Verkehrsmodellergebnis verwendet. In diesem Fall wären im Beispiel Eingaben für 2025, 2030 und 2040 erforderlich.

Abbildung 8-2: Eingabemaske zur Konstruktion des Mengengerüsts am Beispiel des Indikators VQ4 «Auswirkungen auf den ÖV»

Jahr	Personenkilometer		
	Referenz (Mio. pkm)	Projekt (Mio. pkm)	Differenz (Mio. pkm)
2030	150.00	140.00	-10.00
2040	175.00	164.00	-11.00
			-
			-
			-
			-

8.2 Erläuterung der KNA-Entscheidungskriterien

Im Folgenden wird kurz erläutert, in welcher Situation welches Entscheidungskriterium zur Anwendung kommen sollte:

- Die **Annuität** (A) eines Projektes ist die Differenz aller Nutzen und Kosten (jeweils als Annuität ausgedrückt – vgl. folgender Exkurs):

$$A = \text{Nutzen} - \text{Kosten}$$

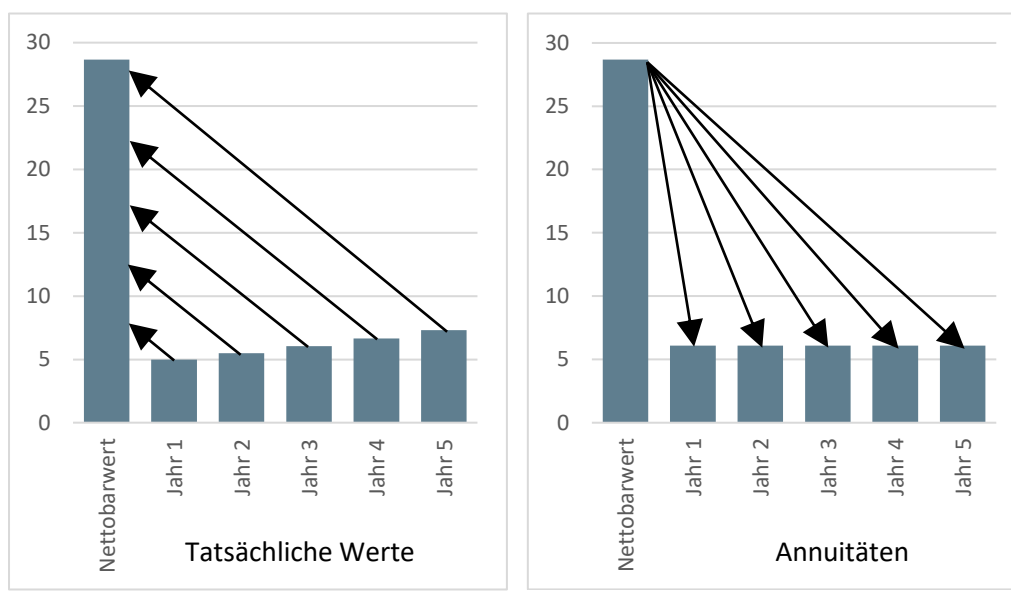
Eine positive Annuität (A) zeigt, dass die Nutzen eines Projektes höher sind als die Kosten und dass das Projekt somit grundsätzlich zur Realisierung empfohlen werden kann. Weitere Erläuterungen zur Annuität folgen in Kapitel 8.3.

Alternativ kann auch der **Nettobarwert** (NBW) ermittelt werden, der als Differenz aller Nutzen und Kosten, und zwar auf- bzw. abgezinst auf den Vergleichszeitpunkt definiert ist (vgl. folgender Exkurs). In der Praxis wird meist die Annuität verwendet, da diese für die Entscheidungsträger leichter verständlich ist. Nur in Ausnahmefällen (werden in NISTRA automatisch gekennzeichnet) ist die Annuität nicht geeignet für den Vergleich zweier Projekte (z.B. wenn die Annuitäten für unterschiedliche Zeiträume berechnet werden).

Exkurs: Berechnung des Nettobarwertes und der Annuitäten

Der linke Teil der folgenden Grafik 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 genau identisch sind.

Berechnung des Nettobarwertes und der Annuitäten



- Ist eine Rangliste verschiedener Projekte oder Projektvarianten zu erstellen, so kann das Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) oder die Infrastrukturbudgeteffizienz (IBE) verwendet werden.

Nicht geeignet sind dagegen die Annuität sowie der NBW, da diese bei gleicher Effizienz grosse Projekte bevorzugen.

- Das **Nutzen-Kosten-Verhältnis** (NKV) entspricht der Division der Annuität der Nutzen durch die Annuität der Kosten:¹³⁴

$$NKV = \frac{\text{Nutzen}}{\text{Kosten}}$$

Das Nutzen-Kosten-Verhältnis misst die Rentabilität eines Projektes unter Berücksichtigung aller Kosten und der monetarisierbaren Nutzen. Die Rangliste gemäss NKV zeigt also die gemäss KNA rentabelsten Projekte.

Das **NKV** entspricht den **Wirkungen eines Projektes geteilt durch dessen Kosten**. Die Wirkungen können dabei sowohl positive als auch negative Vorzeichen haben, denn es gibt erwünschte und unerwünschte Wirkungen. Entsprechend sind unerwünschte Wirkungen (z.B. mehr Lärmbelastung) nicht als Kosten zu bezeichnen, sondern vielmehr als negative Nutzen, die in den Zähler des NKV einfließen.

Gemäss SN 641 820 gibt es zwei alternative Definitionen des NKV:¹³⁵

- NKV₁: Als Kosten gelten folgende Indikatoren:
 - DK1 Baukosten
 - DK2 Ersatzinvestitionen
 - DK3 Landkosten
 - DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten der Strassen
 Alle anderen Indikatoren gelten als Nutzen.
- NKV₂: Als Kosten gelten alle Indikatoren des NKV₁ plus die Verkehrsmittelkosten (Betriebskosten der Fahrzeuge im Stammverkehr (VQ3¹³⁶) und Mehrverkehr¹³⁷ (Teil von VQ7.2¹³⁸) und Betriebskosten im ÖV (Teil von VQ4)).

NKV₁ ist für die Beurteilung typischer Strassenprojekte besser geeignet, NKV₂ für Projekte im öffentlichen Verkehr. Beim Vergleich verschiedener Projekte muss immer dasselbe NKV verwendet werden. Vergleiche des NKV₁ für das eine Projekt mit dem NKV₂ für das andere Projekt sind nicht zulässig. Falls NKV₁ und NKV₂ zu unterschiedlichen Entscheidungen bezüglich der Priorisierung von Projektvarianten führen, sollten die Ursachen dieser Differenz genauer untersucht werden. In diesem Fall können auch die übrigen hier erwähnten

¹³⁴ Dasselbe NKV erhält man, wenn man den Nettobarwert der Nutzen durch den Nettobarwert der Kosten dividiert.

¹³⁵ Das NKV gemäss bisheriger SN 641 820 wird nicht mehr berechnet, denn bisher wurden die Erlöse im ÖV und die Kosten der polizeilichen Verkehrsregelung und Überwachung als Kosten angesehen, mit den obigen beiden neuen Definitionen jedoch als Nutzen.

¹³⁶ Mitberücksichtigt werden dabei auch die Chauffeurkosten von Cars und im Güterverkehr, da die Chauffeurkosten zu den Betriebskosten der Fahrzeuge zählen. Dies ist analog zum ÖV, in dem die Kosten für den Lokomotivführer / Buschauffeur ebenfalls zu den Betriebskosten zählen.

¹³⁷ Der Mehrverkehr muss miteinbezogen werden, denn das NKV₂ wurde insbesondere für ÖV-Projekte entwickelt und bei ÖV-Projekten sind es insbesondere die zusätzlichen Züge (z.B. bei einer Taktverdichtung), die zu einer Erhöhung der Verkehrsmittelkosten führen. In Analogie sind auch die Verkehrsmittelkosten des Mehrverkehrs auf der Strasse miteinzubeziehen.

¹³⁸ Der Teil der Reisezeitveränderungen in VQ7.2 gehört nicht zu den Verkehrsmittelkosten und wird nicht berücksichtigt. Entsprechend muss das Ergebnis von VQ7.2 für die Berechnung des NKV₂ noch aufgeteilt werden.

Entscheidungskriterien (Annuität bzw. Nettobarwert und Infrastrukturbudgeteffizienz) sowie nicht-monetäre Auswirkungen von Bedeutung sein. Bei ÖV-Projekten kann zudem auch das betriebswirtschaftliche NKV (bzw. das Finanzergebnis des ÖV-Betreibers) eine Rolle spielen. Bei normalen Strassenprojekten (ohne Auswirkungen auf das ÖV-Angebot) werden die Verkehrsmittelkosten (Betriebskosten der Fahrzeuge) im NKV_1 somit als Nutzen angesehen. Bei ÖV-Projekten hingegen werden die Verkehrsmittelkosten (Betriebskosten Bus / Zug) im NKV_2 als Kosten angesehen. Denn bei ÖV-Projekten machen die Verkehrsmittelkosten einen Teil der Kosten des geplanten Projektes aus. Im Strassenverkehr hingegen stellen die Verkehrsmittelkosten einen Teil der (verkehrlichen) Wirkungen des Projektes dar und zählen damit zu den Nutzen.

Weitere Erläuterungen zu NKV_1 und NKV_2 finden sich in Ecoplan, Transoptima (2018, Kapitel 8.1). Die detaillierte Herleitung des NKV_1 und NKV_2 befindet sich unten im Blatt «Detailergebnisse KNA».

- Die **Infrastrukturbudgeteffizienz** (IBE) wird verwendet, wenn mit einem beschränkten Budget mehrere Projekte finanziert werden. Die IBE ist definiert als Verhältnis aus Nettobarwert und der Belastung des Infrastrukturbudgets:

$$IBE = \frac{\text{Nettobarwert}}{\text{Belastung Infrastrukturbudget}}$$

Die Belastung des Infrastrukturbudgets entspricht dem Barwert der Kosten, die aus dem beschränkten Budget bezahlt werden müssen. Die Infrastrukturbudgeteffizienz (IBE) wird von eNISTRA automatisch errechnet (wobei die Belastung des Infrastrukturbudgets definiert ist als Baukosten DK1 + Landkosten DK3). Sie können aber auf dem Blatt «Infrastrukturbudget» eine manuelle Eingabe machen, sofern die fallspezifischen Gegebenheiten dies erfordern (vgl. Seite 75). Mit einer Rangliste gemäss IBE wird das Ziel verfolgt, den Nettobarwert mit dem beschränkten Budget zu maximieren.

Heutzutage kämpft die öffentliche Hand vermehrt mit Spardruck und fehlenden Finanzen für Investitionsprojekte. Auch deshalb empfiehlt es sich, das NKV oder die IBE für eine Empfehlung zu wählen, und zwar auch wenn nicht zwischen verschiedenen Projekten priorisiert werden muss, sondern nur der Bauentscheid oder die Variantenwahl im Vordergrund stehen. Die IBE maximiert dabei den mit dem beschränkten Budget erreichbaren volkswirtschaftlichen Nutzen. Das NKV fasst den Rahmen etwas weiter indem auch Ersatzinvestitionen und Betriebskosten miteinbezogen werden, die meist auch (direkt oder indirekt) vom Staat getragen werden müssen. Je nachdem, ob das Gesamtbudget des Staates oder das Investitionsbudget im Zentrum steht, ist also das NKV oder die IBE zu verwenden. Die reine Verwendung der Annuität ist nicht adäquat, da das investierte Geld dann für andere Projekte fehlt, die möglicherweise ein höheres NKV oder eine höhere IBE erreichen.

Spezialfälle mit negativen Nutzen und / oder negativen Kosten

Bei der Betrachtung des NKV muss folgende Fallunterscheidung gemacht werden (vgl. folgende Tabelle – gilt für NKV_1 und NKV_2): Fast alle Projekte fallen in das obere linke Kästchen, d.h. Kosten und Nutzen sind positiv und das Projekt ist effizient, wenn das NKV grösser als 1 ist. Bei

einem negativen NKV ist das Projekt entweder sicher effizient oder sicher ineffizient, je nachdem ob Kosten oder Nutzen negativ sind. Obwohl das NKV negativ ist, kann ein Projekt also hocheffizient sein. Im unwahrscheinlichen Fall, dass Nutzen und Kosten negativ sind, sollte das NKV kleiner als 1 sein (Nutzenreduktion kleiner als Kostensenkung). Tritt einer der drei Spezialfälle ein, so weist eNISTRA darauf hin und es erscheint statt dem NKV «effizient» bzw. «ineffizient» (bzw. es wird darauf hingewiesen, dass das NKV kleiner 1 sein sollte).

NKV = Nutzen/Kosten		Nutzen	
		+	-
Kosten	+	NKV positiv --> Projekt ist effizient, falls NKV > 1	NKV negativ --> Projekt ist ineffizient
	-	NKV negativ --> Projekt ist effizient	NKV positiv --> Projekt ist effizient, falls NKV < 1

Auch bei der IBE muss ein Fallunterscheidung erfolgen (vgl. folgende Tabelle): Da bei der IBE der Nettobarwert im Zähler steht, ist nur das Vorzeichen des Nettobarwertes entscheidend dafür, ob das Projekt effizient oder ineffizient ist. Im Normalfall, d.h. wenn die Finanzkosten positiv sind, ist das Projekt effizient, wenn die IBE positiv ist. Sind die Finanzkosten jedoch negativ, so ist das Projekt zu empfehlen, wenn die IBE negativ ist. Bei negativen Finanzkosten sagt die absolute Höhe der IBE jedoch nichts mehr aus und wird deshalb in eNISTRA nicht ausgewiesen (stattdessen erscheint «effizient» oder «ineffizient»).

IBE = Infrastruktur- budgeteffizienz		Nettobarwert	
		+	-
Finanzkosten	+	IBE positiv --> Projekt ist effizient, weil IBE > 0	IBE negativ --> Projekt ist ineffizient, weil IBE < 0
	-	IBE negativ --> Projekt ist effizient, obwohl IBE < 0	IBE positiv --> Projekt ist ineffizient, obwohl IBE > 0

Für Hilfestellungen zur Interpretation der (möglicherweise unterschiedlichen) Ergebnisse aus KNA und KWA siehe Kapitel 1.5.6.

8.3 Annuität

Es wurde bereits mehrfach erwähnt, dass sich die Annuität (= die durchschnittlichen jährlichen Kosten) nicht eignet für den Vergleich zweier Projekte mit unterschiedlichem Eröffnungszeitpunkt (z.B. auch etappierte Projekte) oder für den Vergleich von Provisorien mit anderen Projekten. In diesen Fällen erscheint in eNISTRA eine entsprechende Warnung. Dies soll hier noch kurz begründet werden.

Doch zuerst soll dargelegt werden, wozu die Annuität eigentlich dient: Die Annuität stellt lediglich eine Umrechnung des Barwerts auf einen durchschnittlichen jährlichen Betrag während der Betriebsphase (von meist 40 Jahren) dar. Der Nettobarwert eines Projektes ist häufig eine grosse Zahl, unter der man sich wenig vorstellen kann. Die Annuität, d.h. der Nutzen oder die Kosten

pro Jahr, ist jedoch besser vorstellbar. Für die Kommunikation der Ergebnisse zuhanden der Politik und der Öffentlichkeit kann die Annuität deshalb besser geeignet sein als der Nettobarwert. Aus diesem Grund weist eNISTRA auch die Annuitäten aus.

Was ist nun das Problem mit der Annuität beim Vergleich zweier Projekte mit unterschiedlichem Eröffnungszeitpunkt oder beim Vergleich von Provisorien mit anderen Projekten? Bei der Berechnung der Annuität wird der Barwert auf die Betriebsphase des betrachteten Projektes umgerechnet. Die Betriebsphase von früher eröffneten Projekten (z.B. 50 Jahre) bzw. von Provisorien (z.B. 20 Jahre) ist jedoch nicht gleich lang wie bei einem Standardprojekt (40 Jahre). Deshalb dürfen die Annuitäten verschiedener Projekte mit unterschiedlich langer Betriebsphase nicht verglichen werden, da sich die Annuität auf einen anderen Zeitraum bezieht. Wird die Veränderung über die Zeit mit dem Reallohnwachstum modelliert, so haben z.B. später eröffnete Projekte einen Vorteil, weil sie im Durchschnitt ein etwas höheres Reallohniveau aufweisen.

Werden zwei Projekte miteinander verglichen, welche im gleichen Jahr in Betrieb genommen werden (zumindest deren erste Etappe) und für welche die Betrachtung im gleichen Jahr endet, so dürfen diese Projekte anhand der Annuität miteinander verglichen werden, auch wenn die Warnung in eNISTRA erscheinen sollte.

Das Endergebnis der KWA, das WKV, wird berechnet, indem die gewichtete Summe der Wirksamkeitspunkte durch die Annuität der Kosten dividiert wird. Damit hier immer eine vergleichbare Annuität verwendet wird, wird dabei immer die Annuität über die letzten 40 Jahre des Betrachtungszeitraums verwendet (vgl. Kapitel 8.8.2).

8.4 Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes

Auf dem Blatt «Zusammenfassung KNA» wird unterhalb der Abbildung der aus Sicht der KNA optimale Eröffnungszeitpunkt angegeben. Damit wird die Frage beantwortet, ob beim vorliegenden Projekt aus Sicht der KNA der optimale Realisierungszeitpunkt gewählt wurde oder ob es besser ist, das Projekt z.B. fünf oder zehn Jahre später zu bauen.

Der optimale Eröffnungszeitpunkt ergibt sich aus der Analyse der Nettonutzen und ihrer Entwicklung über die Zeit: Ist in den ersten Jahren nach der Eröffnung der Nettonutzen nur klein oder gar negativ, lohnt sich ein Zuwarten mit dem Projekt. Konkret lohnt sich ein Zuwarten mit dem Projekt, wenn gilt¹³⁹

¹³⁹ Dies lässt sich daraus herleiten, dass sich ein Jahr Warten lohnt, wenn sich der Nettobarwert im heutigen Zeitpunkt (Jahr $t=0$) durch das Warten erhöht, d.h. wenn gilt

$$\begin{aligned} -C + \sum_{t=1}^{\infty} N_t/(1+r)^t &< -C/(1+r) + \sum_{t=2}^{\infty} N_t/(1+r)^t \\ -C + N_1 &< -C/(1+r) \\ N_1 &< rC/(1+r) \\ N_1/C &< r/(1+r) \end{aligned}$$

wobei N_t = Nettonutzen im Jahr t (ohne Investitionskosten), C = auf das Jahr 0 aufgezinste Investitionskosten, r = Diskontsatz. Wie die Formeln zeigen, ist der einzige Unterschied des Wartens, dass der Nutzen (N_1) entfällt und die Kosten ($C/(1+r)$ anstatt C) später anfallen. Der Nettonutzen in der ferneren Zukunft ist unabhängig vom Realisierungszeitpunkt, deshalb kann in der ersten Zeile der Formeln die Summe bis ins unendliche oder bis zu einem beliebigen gemeinsamen Begrenzungsjahr verwendet werden.

$$\frac{\text{Nettonutzen im ersten Jahr}}{\text{Investitionskosten}} < \frac{\text{Diskontrate}}{1 + \text{Diskontrate}}$$

Dabei sind der Nettonutzen und die Erstinvestitionskosten auf dasselbe Jahr auf- bzw. abzuführen. Das Verhältnis aus Nettonutzen im ersten Jahr und Investitionskosten wird auch «first year rate of return» genannt. Schaut das Ungleichheitszeichen in die andere Richtung, hätte das Projekt möglicherweise schon früher gebaut werden sollen (was aber nun nicht mehr möglich ist). Sollte zugewartet werden, wird das optimale Eröffnungsjahr dann erreicht, wenn für den Nettonutzen des betreffenden Jahres obige Ungleichheit erstmals umkehrt, so dass das Verhältnis aus Nettonutzen und Investitionskosten in diesem Jahr grösser wird.

In eNISTRA ist die Berechnung allerdings etwas komplexer als in obiger Formel, da auch die Nutzenindikatoren berücksichtigt werden, die bereits während der Bauphase anfallen (z.B. Bodenversiegelung oder Zeitverluste oder Betriebskosten aufgrund von Umwegfahrten).¹⁴⁰ Diese Berechnung wird in eNISTRA automatisch vorgenommen.

Wird bei der Eingabe der Daten aus dem Verkehrsmodell ein **Time-Lag** mitberücksichtigt, d.h. dass in den ersten Jahren nach der Eröffnung unterstellt wird, dass noch nicht der ganze Mehrverkehr sich eingestellt hat (Zeitverzögerung wegen Wohnort-, Arbeitsort- oder Einkaufsortwechsel), so ist die **Berechnung des optimalen Eröffnungszeitpunktes nicht korrekt**, weil eNISTRA unterstellt, dass das angegebene Verkehrswachstum allgemeingültig ist und nicht durch das Projekt hervorgerufen wird.

Falls es sich lohnt, mit dem Bau des betrachteten Strasseninfrastrukturprojekts einige Jahre zu warten, sollte die NISTRA-Beurteilung vor einem definitiven Bauentscheid aktualisiert werden. Dies, weil sich die Rahmenbedingungen in der Zwischenzeit massgeblich verändert haben können.

Es ist auch zu untersuchen, ob es optimal sein könnte, zuerst eine kleinere Investition zu tätigen und erst ein paar Jahre später eine grössere Investition vorzunehmen. Diese Frage kann man auf Grund einer Analyse der Nettonutzen und ihrer Entwicklung über die Zeit beantworten: Schneidet die Variante A mit den zu Beginn geringeren Investitionskosten in den ersten Jahren nach der Eröffnung ähnlich gut und in den späteren Jahren aber deutlich schlechter ab als die Variante B mit der grösseren Investition, so könnte es sich lohnen, in den ersten Jahren noch nicht die hohen Investitionskosten auf sich zu nehmen. Das würde bedeuten, dass es sich lohnt, vorerst die Variante A mit den geringeren Investitionskosten zu verwirklichen und die Variante B mit den grösseren Investitionen erst später umzusetzen. Wer dies genau prüfen möchte, kann ein entsprechend etappiertes Projekt mit NISTRA bewerten.

Falls sich eine solche Kombination von Varianten tatsächlich als optimal herausstellen sollte, muss die NISTRA-Bewertung vor dem Baubeginn der grösseren Investition nochmals wiederholt werden. Dies, weil sich die Rahmenbedingungen in der Zwischenzeit massgeblich verändert haben können.

¹⁴⁰ Die grundsätzlichen Überlegungen von oben gelten immer noch. In der Fussnote 139 muss die erste Zeile der Formeln um die entsprechenden Nutzen während der Bauphase ergänzt werden. Dann kann anhand der angepassten Ungleichung entschieden werden, ob noch zugewartet werden sollte oder nicht.

8.5 Benötigte Inputdaten

Die nachfolgende Abbildung gibt einen Überblick über die benötigten Inputdaten bei der Bewertung der KNA-Indikatoren. Einige der Inputdaten werden für mehrere Indikatoren benötigt (z.B. Fahrzeugkilometer) und sind in der jeweiligen Spalte mit einem «x» gekennzeichnet. Diese mehrfach verwendeten Inputdaten werden jedoch nicht immer nach der gleichen Differenzierung benötigt (z.B. Differenzierung nach Strassentyp oder nach Fahrzeugkategorie) oder die Eingabe ist für den Stamm- oder Mehrverkehr zu tätigen. Werden für mehrere Indikatoren genau dieselben Daten benötigt, so werden diese im Blatt «Inputdaten» eingegeben (Fzkm in Betriebs- und Bauphase).

Weiter gibt es Inputdaten, welche nur für einzelne KNA-Indikatoren benötigt werden. Diese indicatorspezifischen Inputdaten sind in der letzten Spalte von Abbildung 8-3 aufgeführt.

Abbildung 8-3: Benötigte Inputdaten

Tabellenblatt	Fahrzeugkilometer (Fzkm)	DTV Fahrzeuge	Fahrzeugstunden (Fzh)	Reisezeitverluste / -gewinne	Differenziert nach Fahrzeugkategorie	Differenziert nach Strassentyp	Differenziert nach max. 7 Eingabejahren	Differenziert nach Baubestandteilen	Streckenlänge	Reserve (%)	Genauigkeit Kosten ±	Angaben zu Preisbasis / Umrechnung auf 2019	Quantitative Bewertung der Bauphase ¹⁾	Qualitative Beschreibung der Bauphase	Indikatorspezifische Inputdaten
Direkte Kosten															
DK1 Baukosten								x		(x)	x	x			Baukosten nach Jahren, Rückbau (Kosten / Dauer / Beginn); Lebensdauer
DK2 Ersatzinvestitionen								x							Reale Kostenveränderung
DK3 Landkosten										(x)	x	x			Landwert (Opportunitätskosten); Wertminderung angrenzender Parzellen; Transaktionskosten; Landgewinn (Wert / Kosten für Rückbau / Verfügbarkeitsjahr)
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse		x							x						Schwerverkehrsanteil; Optional: Einschätzungen von Infrastrukturdichte, Ausrüstungslevel, Anzahl Tunnelröhren, Tunnellänge, Winterdienst, Grünpflege, Reinigung, Unterhaltsstrategie, Energieverbrauch / BSA, individuelle Anpassung
Verkehrsqualität															
VQ1n Reisezeit				x	x		x					(x)	x	x	Zeitgewinne im Stammverkehr
VQ2n Zuverlässigkeit		x			x				x			(x)		x	Besetzungsgrad; Höchstgeschwindigkeit (km/h); Kapazität (Fz/h); Verkehrsstärke (X Fz/h); Wahl Jahresganglinie; Anteil Stammverkehr
VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	x		x		x	x	x						x	x	Fzkm und Fzh im Stammverkehr
VQ4n Auswirkungen auf den ÖV							x					(x)		x	Personenkilometer oder Personenfahrten im ÖV Strasse / Schiene; Ø Ertragsatz Strasse / Schiene; Nettoeffekt auf Betriebskosten ÖV Strasse / Schiene
VQ7.1 MWST-Einnahmen ÖV														x	Ø MWST-Satz Strasse / Schiene
VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr	x		x	x	x	x	x								Fzkm und Zeitgewinne im Mehrverkehr
VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	x				x	x	x								Fahrtlängen im Mehrverkehr
VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr	x				x	x	x								Fzkm Gesamtverkehr
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs	x				(x)		x							x	Fzkm bzw. pkm im Fuss- und Veloverkehr (nur Total oder differenziert)
Sicherheit															
SI1n Unfälle - Standardmethode	x				x ²⁾	x								x	Fzkm Gesamtverkehr, Anzahl einfahrende Fahrzeuge in Knoten
SI1n Unfälle - Vereinfachte Methode	x				x ²⁾	x							x	x	Fzkm Gesamtverkehr
SI3 Polizeiliche Verkehrsregelung	x				x	x	x						x	x	Fzkm Gesamtverkehr
Umwelt															
UW1n Luftbelastung	x				x	x	x						x	x	Fzkm Gesamtverkehr nach bebaut / un bebaut, Anteil der Bauemissionen im bebauten Gebiet
UW2n Lärmbelastete Personen - Standardmethode							x							x	Anzahl Wohnungen gemäss ZKB-Lärmass & Personen gemäss L _{den} nach 1-dB(A)-Klassen
UW2n Lärmbelastete Personen - Vereinfachte Methode	x				x		x						x	x	Fzkm Gesamtverkehr in Tunnel / unbewohnten Gebieten
UW3n Bodenversiegelung						x			x						Strassenbreite, Berücksichtigung ab Jahr, Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen
UW4n Klimabelastung	x				x	x	x						x	x	Fzkm Gesamtverkehr
UW6 Vor- und nachgelagerte Effekte	x				x	x	x						x	x	Fzkm Gesamtverkehr, neu überbaute Flächen nach 6 Strassentypen

1) Beginn und Dauer der Umleitung in der Bauphase, sowie Fzkm oder Reisezeiten durch Umleitung

2) Die Differenzierung nach Strassentyp ist bei der Standardmethode feiner ausgestaltet als bei der vereinfachten Methode

(x) = Vorgabewerte vorhanden (Eingabe möglich, aber nicht zwingend)

8.6 Veränderung der KNA-Indikatoren über die Zeit

Die folgende Abbildung gibt einen Überblick, wie sich die KNA-Indikatoren über die Zeit verändern. Dies erklärt, warum die einzelnen Indikatoren über die Zeit zu- oder abnehmen. Einige der Faktoren, die sich über die Zeit verändern, werden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse verändert. Die Abbildung 8-4 zeigt also auch, welche Indikatoren sich verändern, wenn im Rahmen der Sensitivitätsanalyse z.B. das Reallohnwachstum verändert wird (die ersten drei und die letzten

vier Spalten werden im Rahmen der Sensitivitätsanalyse verändert). In einigen Indikatoren sind mehrere Effekte zusammengefasst, die sich über die Zeit nicht gleich verändern. In Abbildung 8-4 sind alle Veränderungen aufgeführt, die einen Einfluss auf den Indikator (oder einen Teil davon) haben. Die Details sind in diesem Fall im Kapitel 8.7 bei den einzelnen Indikatoren genauer erläutert.

Abbildung 8-4: Veränderung der KNA-Indikatoren über die Zeit

KNA-Indikatoren	Veränderungen über die Zeit											Sensitivitäten				
	Reallohnwachstum	Verkehrswachstum nach letzter VM-Eingabe	Veränderung Unfallkostenraten / -ziffern	Emissionsfaktoren gemäss HBEFA bis 2060	Anteil Elektrofahrzeuge gemäss HBEFA bis 2060	Reale Zunahme Betriebskosten	Δ Ertragsatz real ÖV Strasse / Schiene	Veränderung Besetzungsgrad	Veränderung der realen Kosten pro Baubestandteil	Bevölkerungswachstum, Zunahme Gebäudeflächen	Reale Veränderung Lärmkosten	Zunahme Klimakostensatz (Prozent / Jahr)	Sensitivität Verkehrsmodell	Sensitivität Baukosten	Zeitwert	VOSL
Direkte Kosten																
DK1 Baukosten														X		
DK2 Ersatzinvestitionen								0.0%						X		
DK3 Landkosten														X		
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse						1%										
Verkehrsqualität																
VQ1n Reisezeit Stammverkehr	0.75%	1.0%											X		X	
VQ2n Zuverlässigkeit	0.75%	1.0%						1)					X		X	
VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	0.75%	1.0%		X ²⁾	X	X ³⁾							X			
VQ4n Auswirkungen auf den ÖV	0.75% ⁴⁾	1.0%						0.5% ⁵⁾					X			
VQ7.1 MWST-Einnahmen ÖV		1.0%						0.5% ⁵⁾					X			
VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr	0.75%	1.0%		X ²⁾	X								X		X	
VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr		1.0%		X ²⁾	X								X			
VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr		1.0%		X ²⁾	X								X			
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen des Langsamverkehrs	0.75%	1.0%											X			
Sicherheit																
SI1n Unfälle	0.75%	1.0%	-2.0%										X			X
SI3 Polizeiliche Verkehrsregelung	0.75%	1.0%											X			
Umwelt																
UW1n_Luft Luftbelastung	0.75%	1.0%		X ²⁾	X			0.0%	X				X	X		X
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen	0.75%	1.0%							6)	0.15% ⁶⁾			X ⁷⁾			X
UW3n Bodenversiegelung																
UW4n Klimabelastung		1.0%		X ²⁾	X							3.0%	X			
UW6 Vor- und nachgelagerte Prozesse		1.0%		X ²⁾	X							3.0%	X			

1) Abnahme bis 2030 gemäss SN 641 822a

2) Veränderung des Treibstoffverbrauchs sowie der Emissionen von PM₁₀, NO_x und CO₂-Äquivalenten gemäss HBEFA bis 2060 (danach konstant), Abnahme abhängig von Strassentyp (Autobahn, ausserorts, innerorts) und von der Fahrzeugkategorie.

3) Die Betriebskosten pro Fzkm verändern sich linear über die Zeit (zwischen 2016 – 2040) gemäss VSS 41 827.

4) Das Reallohnwachstum wird als Vorgabe für die Veränderung der Betriebskosten verwendet (vom Benutzer veränderbar).

5) Vorgabewert, vom Benutzer veränderbar

6) Die Veränderung der Lärmkosten beinhaltet die Abnahme von Motorenlärm und Rollgeräuschen, Bevölkerungswachstum und Zunahme der Wohnungen.

7) Betrifft nur die vereinfachte Methodik und Effekte in Bauphase.

Eine Bemerkung zur Zuverlässigkeit (VQ2n): Eigentlich müsste aufgrund des Verkehrswachstums eine Neuberechnung erfolgen, was jedoch zu aufwendig wäre. Man könnte meinen, dass das Verkehrswachstum zu einer Reduktion der Zuverlässigkeit führt. Dies ist auch der Fall, gilt aber auch für den Referenzfall. Die hier relevante Veränderung der Zuverlässigkeit dürfte deshalb sogar eher stärker zunehmen als mit dem Verkehrswachstum, weil der Stau mit der ausgebauten grösseren Kapazität eher weniger steigen dürfte als mit einer kleineren Kapazität.

Das gilt prinzipiell auch für die Zeitgewinne (VQ1n): Mit zunehmendem Verkehrswachstum nehmen die durchschnittlichen Reisezeiten zu – und zwar im Projekt- und im Referenzfall. Da die Stausituation im Referenzfall meist prekärer ist, nehmen die Reisezeiten im Referenzfall meist stärker zu als im Projektfall, so dass die Reisezeitgewinne eher stärker zunehmen als das Verkehrswachstum. Dies wird in den Berechnungen vorsichtigerweise aber nicht berücksichtigt.

8.7 Berechnungsweg der einzelnen KNA-Indikatoren

Im Folgenden wird der Berechnungsweg der einzelnen KNA-Indikatoren erläutert. Dazu verwenden wir für alle Indikatoren die gleiche tabellarische Darstellung. Die verwendeten Kostensätze werden nicht hier dargestellt, sondern sind in Kapitel 4 jeweils am Anfang der Beschreibung zu den Indikatoren aufgeführt. Bei 3 KNA-Indikatoren (DK1 Baukosten, VQ2n Zuverlässigkeit und VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr) erfolgen zudem ergänzende Erläuterungen.

DK1 Baukosten

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Addition der Reserve gemäss Eingabe durch BenutzerInnen (meist 20% oder 30%) • Abzug des Restwertes im Jahr nach dem letzten Jahr des Betrachtungszeitraums • Falls nötig Teuerungsanpassung (gemäss Eingaben ganz oben im Tabellenblatt)
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Planung und Bauleitung, Rückbaukosten und bis zu 16 unterschiedliche Baubestandteile mit unterschiedlichen Lebensdauern • Eingabe für alle Jahre der Bauphase (Planung auch während Planungsphase)
Veränderung über die Zeit	Keine (siehe Abbildung 8-4) bzw. nur die durch BenutzerInnen eingegebene Verteilung der Kosten auf Bauphase
Effekte in Bauphase	Die Baukosten treten in der Bauphase auf.

Die allfälligen Rückbaukosten (von bestehenden und aufgehobenen Strassen, eines Bauprovisoriums oder eines Provisoriums) werden mit Hilfe der folgenden Abbildung auf die Bauzeit aufgeteilt.¹⁴¹

¹⁴¹ Es mag überraschen, dass z.B. bei einer Bauzeit von 2 Jahren die Kosten auf drei Jahre verteilt werden. Der Grund ist, dass die Datengrundlagen zeigen, dass bei Bauten häufig auch noch geringe Kosten im Eröffnungsjahr anfallen. Dies wird für die Rückbaukosten übernommen.

Abbildung 8-5: Verteilung der Rückbaukosten auf die Bauzeit bei Inbetriebnahme im Jahr 2020

		Bauzeit in Jahren																			
		1	1.5	2	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Anteil an den gesamten Baukosten (in %) im Jahr	2020	97.0%	68.0%	47.0%	39.0%	30.0%	27.0%	22.0%	13.0%	6.5%	5.5%	5.0%	5.0%	4.5%	4.0%	3.5%	3.5%	3.0%	3.0%	3.0%	3.0%
	2021	3.0%	32.0%	50.0%	42.0%	34.0%	29.0%	25.0%	20.0%	17.0%	14.0%	8.0%	7.0%	5.0%	5.0%	5.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%	4.0%
	2022			3.0%	19.0%	33.0%	30.0%	25.0%	23.0%	19.0%	16.0%	14.0%	8.0%	7.0%	6.0%	5.0%	5.0%	5.0%	4.0%	4.0%	4.0%
	2023					3.0%	14.0%	25.0%	23.0%	21.0%	17.0%	15.0%	13.0%	9.0%	7.5%	7.0%	6.0%	6.0%	5.0%	5.0%	4.0%
	2024							3.0%	18.0%	21.0%	17.0%	16.0%	14.0%	12.0%	9.0%	8.0%	7.0%	6.0%	6.0%	5.0%	5.0%
	2025								3.0%	13.0%	17.0%	15.0%	14.0%	13.0%	11.0%	9.0%	8.0%	7.0%	7.0%	6.0%	5.0%
	2026									2.5%	11.0%	15.0%	14.0%	13.0%	12.0%	10.0%	9.0%	8.0%	8.0%	7.0%	6.0%
	2027										2.5%	10.0%	14.0%	13.0%	12.0%	11.0%	9.0%	9.0%	8.0%	7.5%	7.0%
	2028											2.0%	9.0%	13.0%	12.0%	11.0%	10.0%	9.0%	8.0%	7.5%	7.0%
	2029												2.0%	9.0%	12.0%	11.0%	10.0%	9.0%	8.0%	7.5%	7.0%
	2030													1.5%	8.0%	11.0%	10.0%	9.0%	8.0%	7.5%	7.0%
	2031														1.5%	7.0%	10.0%	9.0%	8.0%	7.5%	7.0%
	2032															1.5%	7.0%	9.0%	8.0%	7.5%	7.0%
	2033																1.5%	6.0%	8.0%	7.5%	7.0%
	2034																	1.0%	6.0%	7.5%	7.0%
	2035																		1.0%	5.0%	7.0%
	2036																			1.0%	5.0%
2037																				1.0%	

Quelle: Basierend auf Vorgaben von England für Bauzeiten von 1.5 bis 4 Jahren (Department for Transport 2006, The Valuation of Costs and Benefits, S. 7/4 bzw. Ecoplan, Metron (2005), Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Kommentar zum Entwurf der VSS-Grundnorm SN 641 820, S. 99) und auf Vorgaben von Deutschland für den öffentlichen Nahverkehr für Bauzeiten von 1-10 Jahren (Intraplan 2000, Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs, Anhang 1, S. 21). Für Bauzeiten von mehr als 10 Jahren wurden basierend auf diesen Grundlagen plausible Annahmen getroffen.

DK2 Ersatzinvestitionen

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> Ausgehend von den Baukosten (DK1) und der realen Kostenveränderung über die Zeit (meist Null) werden die Ersatzinvestitionen exakt X Jahre nach den Baukosten angesetzt (wobei X = Lebensdauer nach Baubestandteilen)¹⁴² Abzug des Restwertes der Ersatzinvestitionen im Jahr nach dem letzten Jahr des Betrachtungszeitraums
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> Bis zu 16 unterschiedliche Baubestandteile mit unterschiedlichen Lebensdauern Eingabe für alle Jahre der Bauphase
Veränderung über die Zeit	Eingabe durch BenutzerInnen (siehe Abbildung 8-4)
Effekte in Bauphase	Während der Bauphase sind keine Ersatzinvestitionen nötig.

¹⁴² Jeder Baubestandteil hat entweder einen Restwert bei DK1 oder Ersatzinvestitionen bei DK2 (oder beides falls der Betrachtungszeitraum etwa der Lebensdauer entspricht). Nur Planung und Bauleitung und Rückbaukosten haben weder einen Restwert noch Ersatzinvestitionen.

DK3 Landkosten

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Addition der Reserve gemäss Eingabe durch BenutzerInnen (meist 20%) • Abzug des Restwertes im Jahr nach dem letzten Jahr des Betrachtungszeitraums (= ursprünglicher Wert) • Abzug von allfälligem Landgewinn (inkl. Reserve)
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Landwert, Wertminderung angrenzende Parzellen, Transaktionskosten und Rückbau • Eingabe für alle Jahre der Bauphase
Veränderung über die Zeit	Keine (siehe Abbildung 8-4)
Effekte in Bauphase	Die Landkosten treten in der Bauphase auf.

DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse: Teil Betrieblicher Unterhalt

Berechnungsweg	<p>Streckenlänge gemäss Eingabe * (Basiskosten nach Strassentyp + Summe von 11 Korrekturfaktoren nach Strassentyp), wobei</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basiskosten -> siehe Erläuterung zum Indikator • Nicht alle Korrekturfaktoren gelten für alle Strassentypen, für Details siehe Erläuterung zum Indikator
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • bis zu 100 Strassenabschnitte, je differenziert nach Autobahn / -strasse, Tunnel, Strassen ausserorts und Strassen innerorts • Projekt- und Referenzfall
Veränderung über die Zeit	<ul style="list-style-type: none"> • Reale Zunahme um 1% pro Jahr (siehe Abbildung 8-4)
Effekte in Bauphase	Die Bauphase ist für diesen Indikator nicht relevant.

VQ1n Reisezeit Stammverkehr

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Eingabe des Ergebnisses (Begründung siehe Erläuterung zum Indikator in Kapitel 4.2) • Falls nötig Teuerungsanpassung gemäss Eingaben
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Maximal 7 Fahrzeugkategorien¹⁴³ • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4 (Reallohnwachstum nur im Personenverkehr)
Effekte in Bauphase	Gesamteffekt in Mio. CHF nach Fahrzeugkategorien oder qualitative Beschreibung

VQ2n Zuverlässigkeit

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Direkte Eingabe der Ergebnisse pro Streckenabschnitt (Teilstück) aus externem Berechnungstool (vgl. separates Handbuch zum Excel-Tools «Anwendung_VSS 41 825_Zuverlaessigkeit») • Multiplikation mit Streckenlänge des Teilstücks • Teuerungsanpassung gemäss Eingaben (falls nötig) • Berücksichtigung des Mehrverkehrs: Siehe Erläuterungen im Anschluss an diese Tabelle
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • MIV und Schwerverkehr • Bis zu 50 Streckenabschnitten (Teilstücke)
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Qualitative Beschreibung

Die Berechnung der Veränderung der Zuverlässigkeit erfolgt gemäss VSS 41 825. In einem Punkt wird die Norm jedoch ergänzt, nämlich bei der Behandlung des Mehrverkehrs. Diese Ergänzung wurde mit den Erstellern der Norm abgesprochen und sollen hier kurz erläutert werden.

Wie mit dem **Mehrverkehr** umzugehen ist, wird in der Norm nicht erläutert. Deshalb wird im Rahmen der Einarbeitung der Norm in eNISTRA das bisher in NISTRA verwendete Verfahren weiterverwendet:

¹⁴³ Für Lieferwagen gibt es bei diesem Indikator keinen Kostensatz (vgl. Erläuterung zum Indikator in Kapitel 4.2) und beim Gesamtdurchschnitt (Ø PV und GV) besteht das Problem, dass PV und GV auf unterschiedlichen Kostensätzen mit unterschiedlichen Unsicherheiten beruhen.

- Zunächst ist festzuhalten, dass es sich bei der Zunahme des Verkehrs auf einem Querschnitt meist um Stamm-, nicht um Mehrverkehr handeln dürfte: Der Mehrverkehr umfasst gemäss SN 641 820 (Ziffer 8.17) den Neuverkehr, den von einem anderen Verkehrsträger (z.B. ÖV) verlagerten Verkehr sowie Verkehr, dessen Ziel sich geändert hat (bisher Fahrt an einen anderen Ort). Der Fokus bei der Definition des Mehrverkehrs liegt also auf einer Relation (von A nach B). Die Inputdaten beim Indikator Zuverlässigkeit beziehen sich jedoch auf Strecken. Wird auf einer Strecke eine Zunahme des DTV beobachtet (z.B. Ausbau der Autobahn von 2 auf 3 Streifen), kann dies Mehrverkehr sein. In den meisten Fällen dürfte es jedoch hauptsächlich von anderen Routen verlagerter Verkehr sein (Anpassung der Routenwahl bei gleicher Relation von A nach B, z.B. Benutzung der Autobahn statt der Kantonsstrasse). Der Anteil des Stammverkehrs an der Veränderung auf einer betrachteten Strecke kann in eNISTRA eingegeben werden (Standardwert ist 100% – und kann insbesondere im Schwerverkehr nicht verändert werden, da im Schwerverkehr in den gängigen Verkehrsmodellen kein Mehrverkehr berechnet wird).
- In einem zweiten Schritt werden aus den Eingaben die Kosten der (Un-)Zuverlässigkeit pro Fahrzeug (getrennt für MIV und Schwerverkehr) im Projekt- und Referenzfall berechnet. Die Veränderung der Zuverlässigkeit wird dann wie folgt berechnet (differenziert nach MIV und Schwerverkehr, wobei im Schwerverkehr der Anteil des Mehrverkehrs immer 0% ist):
 - Veränderung Zuverlässigkeit pro Fahrzeug * Minimum des DTV¹⁴⁴ im Projekt- und Referenzfall;
 - ➔ sozusagen der «Stammverkehr» aus Sicht der Strecke – der richtige Stammverkehr wird aber aus Sicht Relation definiert
 - + Veränderung Zuverlässigkeit pro Fahrzeug * «Mehrverkehr» auf Strecke im DTV (als Absolutbetrag berechnet) * Anteil echter Stammverkehr im «Mehrverkehr» auf der Strecke (oben eingegebener Prozentsatz);
 - ➔ Nutzen der Fahrzeuge, die von einer anderen Strecke verlagert wurden
 - + $\frac{1}{2}$ Veränderung Zuverlässigkeit pro Fahrzeug * «Mehrverkehr» auf Strecke im DTV (als Absolutbetrag berechnet) * Anteil echter Mehrverkehr auf der Strecke (= 1 – oben eingegebener Prozentsatz);
 - ➔ Dem echten Mehrverkehr auf der Strecke wird wie üblich (vgl. SN 641 820, Ziffer 35.1) nur der halbe Nutzen aus Zuverlässigkeit angerechnet (Überlegung dahinter: der erste Umsteiger war im Referenzfall gerade indifferent und profitiert voll, der letzte Umsteiger ist im Projektfall gerade indifferent und profitiert nicht, im Durchschnitt kann also der halbe Nutzen erzielt werden).

¹⁴⁴ Alternativ zum DTV kann auch der DWV verwendet werden.

VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> Eingegebene Fzkm * Kosten pro Fzkm (ohne Treibstoffverbrauch) + eingegebene Fzkm * Anteil Benzinfahrzeuge * Benzinverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * Kostensatz pro Liter Benzin¹⁴⁵ + eingegebene Fzkm * Anteil Dieselfahrzeuge * Dieselverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * Kostensatz pro Liter Diesel¹⁴⁵ + eingegebene Fzkm * Anteil Elektrofahrzeuge * Stromverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * Kostensatz pro MJ Strom + eingegebene Fzh * Kosten pro Fzh <p>Bemerkung: Die Fzkm werden automatisch aufgeteilt auf Benzin-, Diesel- und Elektrofahrzeuge gemäss den Anteilen ganz unten im eNISTRA-Tabellenblatt «Inputdaten».</p>
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> Fzkm Autobahn, Fzkm ausserorts, Fzkm innerorts und Fahrzeugstunden Maximal 8 Fahrzeugkategorien¹⁴⁶ Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4 (das Reallohnwachstum wird nur bei einem Teil der Kosten pro Fzh verwendet, vgl. Kostensätze in Kapitel 4.2)
Effekte in Bauphase	Berechnung von Umwegfahrten während Dauer der Umleitung (gleiche Berechnung wie für Betriebsphase) oder qualitative Beschreibung

Erläuterung zu den Strompreisen

Der Strompreis setzt sich aus dem Strompreis zu Faktorkosten sowie Steuern und Abgaben zusammen. Diese werden bei den folgenden Indikatoren verwendet:

- VQ3 Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr: Faktorpreis
- VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr: Total (Faktorpreis + Steuern und Abgaben)
- VQ7.3 Einnahmen Steuern und Maut Mehrverkehr: Steuern und Abgaben
- VQ8 Einnahmen Steuern und Maut Stammverkehr: Steuern und Abgaben

Hier wird der gesamte Strompreis diskutiert, obwohl für VQ3 nur der Faktorpreis relevant ist.

Elektromobile werden grösstenteils zu Hause oder an speziellen Ladesäulen aufgeladen. Der Haushalt-Stromtarif und der Stromtarif an den Ladesäulen sind unterschiedlich hoch. Die Bandbreite bei den Ladesäulen reicht von gratis Strombezug bis zu deutlich über dem Haushalttarif liegenden Strom- bzw. ladezeitabhängige Tarifen. Bei einer Nutzung der Elektromobile für den Pendler-, Einkaufs- und wohnortsnahen Freizeitverkehr wird das Elektromobil vor allem zu Hause

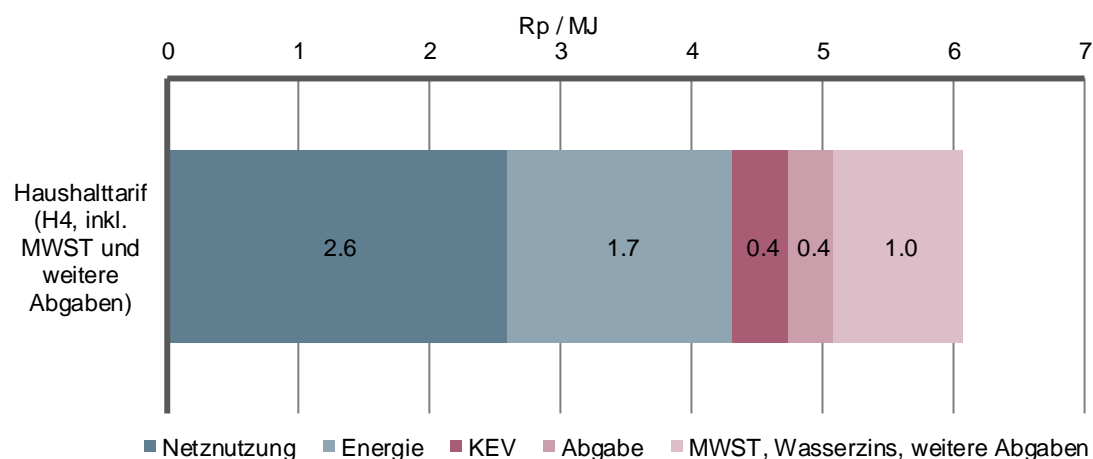
¹⁴⁵ Zusätzlich wird ein Umrechnungsfaktor zwischen Gramm und Liter Treibstoff verwendet, da die Emissionsfaktoren in g / Fzkm angegeben werden, die Preise jedoch in CHF / Liter vorliegen.

¹⁴⁶ Öffentliche Busse werden nicht berücksichtigt, weil deren Betriebskosten im Indikator VQ4 betrachtet werden.

aufgeladen. Bei längeren Fahrten werden zusätzlich die Dienste von Ladesäulen beansprucht. Da der Pendler-, Einkaufs- und wohnortsnahe Freizeitverkehr den grössten Anteil an den durchschnittlich zurückgelegten Distanzen ausmacht, gehen wir für die Diskussion der Strompreise im Personenverkehr vom heutigen Haushaltstromtarif aus.

Der Strompreis setzt sich aus fünf Komponenten zusammen (vgl. folgende Abbildung):

Abbildung 8-6: Durchschnittlicher Schweizer Haushaltstrompreis 2017



Die Berechnungen basieren auf EICom (2017a und 2017b) und wurden am Beispiel des Haushaltstarif H4 durchgeführt. Bei der Abschätzung der zusätzlichen Abgaben an das Gemeinwesen, welche in der EICom-Erhebung nicht enthalten sind, stützen wir uns auf ältere Studien (BSG Unternehmensberatung 2009 und Bundesrat 2011, Seite 13).

1. *Netznutzungsentgelte*: Diese widerspiegeln die Kosten für den Stromtransport vom Kraftwerk bis zum Endkunden.
2. *Energiepreis*: Dieser entspricht dem Preis für die Stromproduktion.
3. *KEV - Abgaben zur Förderung erneuerbarer Energien*: Bei der kostendeckenden Einspeisevergütung (KEV) handelt es sich um eine Bundesabgabe zur Förderung der erneuerbaren Energien.
4. *Abgaben und Leistungen an die Gemeinwesen*: Darunter fallen Bundes-, Kantons- und Gemeindeabgaben und -gebühren, Konzessionsabgaben oder kommunale Energieabgaben sowie Leistungen an die Gemeinwesen (z.B. Gratisenergie oder Strassenbeleuchtung).
5. *MWST, Wasserzins, weitere Abgaben und Steuern (Ertrags- und Gewinnsteuer) und Konzessionsleistungen*.

Für den Personenverkehr ergeben sich somit Faktorpreise von 4.3 Rp / MJ (Summe Elemente 1 + 2). Steuern und Abgaben betragen 1.8 Rp / MJ (Summe 3 + 4 + 5 – vgl. Abbildung 8-7).

Im Güterverkehr sind die Preise etwas tiefer, da Firmen von günstigeren Strompreisen profitieren können. Wir rechnen mit Faktorpreisen von 3.4 Rp / MJ und mit Steuern und Abgaben von 1.2

Rp / MJ.¹⁴⁷ Dabei ist zu beachten, dass Firmen die MWST dank dem Vorsteuerabzug wieder zurückfordern können und damit nicht bezahlen müssen.

Abbildung 8-7: Strommarktpreise

Strompreis 2017 in Rp. / MJ	Faktorpreise	Steuern und Abgaben (MWST, Wasserzins etc.)	Total
Personenverkehr	4.3	1.8	6.1
Güterverkehr	3.4	1.2	4.6

Es wurde auch versucht, die Entwicklung der Strompreise für die Elektromobilität zu prognostizieren. Dies erweist sich jedoch als schwierig und wir gehen davon aus, dass die Strompreise real konstant bleiben. Folgende Überlegungen haben zu diesem Ergebnis geführt:

- Die Nutzungsentgelte dürften eher steigen (vgl. Bundesrat 2011, Kapitel 7.1). Gründe dafür sind: (i) Investitionen ins Übertragungsnetz, (ii) Erhöhung der Refinanzierungskosten aufgrund steigender Zinsen, (iii) höhere Anforderungen an den Netzausbau (Integration der Wind- und Fotovoltaikanlagen).
- Die Kosten der Stromproduktion dürften längerfristig eher steigen.¹⁴⁸ Dies ist abhängig von konjunkturellen Entwicklungen und politischen Entscheidungen.
- Die KEV-Abgaben werden mittelfristig zunehmen, sind aber befristet und werden bis 2045 auslaufen.
- Die Entwicklung von Steuern und Abgaben ist schwer zu prognostizieren. Sie könnten sowohl steigen als auch fallen.

Generell ist mit einer – vermutlich nur leichten – Zunahme des Strompreises zu rechnen. Für die Elektromobilität sind jedoch noch weitere Effekte zu beachten:

- *Elektromobilitätsbedingte zusätzliche Netzkosten:* Der Ausbau der Elektromobilität führt zu zusätzlichen Netzkosten (Netzverstärkungen).
- *Einnahmen aus Regenergiemarkt:* Beim Einsatz von Elektrofahrzeugen am Regenergiemarkt wird pro Fahrzeug mit einem maximalen Ertrag von rund 250 Euro / Jahr gerechnet (Frauenhofer 2014, Kapitel 10), was rund 3.9 Rp / MJ entspricht¹⁴⁹ (zum Vergleich der Strompreis von 2017 betrug 6.1 Rp / MJ). Allerdings ist noch nicht klar, ob das berechnete künftige Erlöspotenzial auch tatsächlich umgesetzt werden kann (vgl. dazu die Ausführungen in Frauenhofer 2014, Kapitel 10.8), was von rechtlichen, finanziellen und energiepolitischen Rahmenbedingungen abhängt.

¹⁴⁷ Dabei gehen wir vom Tarif für Industrie und Gewerbe C4 für mittlere Unternehmen aus.

¹⁴⁸ Pfammatter und Piot (2016), Der Wasserzins-Reformbedarf im neuen Marktumfeld, Wasser Energie Luft, Heft 3

¹⁴⁹ Fahrleistung von 15'000 km pro Jahr bei 47 MJ / 100 km ergibt einen Strombezug von rund 7000 MJ. Die maximalen Erlöse am Regenergiemarkt von 250 Euro pro Jahr ergeben somit rund 3.9 Rp / MJ.

- *Dynamische Tarife – spotmarktorientiertes Laden:* In Zukunft – mit dem Roll-Out von Smart-Metern – werden vermehrt dynamische Stromtarife angeboten. Elektrofahrzeuge können von solchen dynamischen Tarifen profitieren, da sie in Bezug auf den Strombezug flexibel geführt werden können. So muss der durchschnittliche Strompreis für Elektrofahrzeuge trotz generell steigender Haushaltstrompreise nicht zunehmen, da die Ladung vor allem in Zeiten mit tiefen Strompreisen erfolgt.

Trotz tendenziell steigenden Strompreisen dürften die Strompreise zum Laden von Elektrofahrzeugen deshalb in etwa real konstant bleiben.

VQ4 Auswirkungen auf den ÖV

Berechnungsweg	<p>ÖV-Erträge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Multiplikation Differenz pkm oder Personenfahrten mit Kostensatz (pro pkm oder pro Personenfahrt) • Falls nötig Teuerungsanpassung gemäss Eingaben <p>Betriebskosten ÖV:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Direkte Eingabe des Ergebnisses (keine Berechnung in eNISTRA) • Falls nötig Teuerungsanpassung gemäss Eingaben
Differenzierung der Berechnung nach	<p>ÖV-Erträge und Betriebskosten ÖV:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Öffentlichem Strassenverkehr und öffentlichem Schienenverkehr • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit (siehe auch Abbildung 8-4)	<p>ÖV-Erträge:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reale Veränderung Ertragsatz • Verkehrswachstum <p>Betriebskosten ÖV:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reallohnwachstum (veränderbarer Vorgabewert)
Effekte in Bauphase	Qualitative Beschreibung

VQ7.1 MWST-Einnahmen ÖV

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Ø MWST-Satz * Ertragsveränderung (wie in VQ4 berechnet)
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Öffentlicher Strassenverkehr und öffentlicher Schienenverkehr • Maximal 7 Zeitpunkten (übernommen von VQ4)
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Qualitative Beschreibung

VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr

Berechnungsweg	Der Indikator besteht aus zwei Teilen: <ul style="list-style-type: none"> • Teil Reisezeit: Die Berechnungen verlaufen vollständig analog zu den Berechnungen bei VQ1n (siehe dort). • Teil Betriebskosten Fahrzeuge: Die Berechnungen verlaufen analog zu den Berechnungen bei VQ3 (siehe dort) – mit einer Ausnahme: Es werden Marktpreise statt Faktorpreise verwendet d.h. die Treibstoffpreise werden inkl. Mineralölsteuer und MWST¹⁵⁰ berechnet und die Strompreise inkl. Steuern und Abgaben (vgl. Erläuterungen bei VQ3). Zudem wird die LSVA berücksichtigt.
Differenzierung der Berechnung nach	
Veränderung über die Zeit	
Effekte in Bauphase	Die Bauphase ist für diesen Indikator nicht relevant, da die Bauphase im Vergleich zu Betriebsphase klein ist und da der Mehrverkehr im Vergleich zum Stammverkehr klein ist.

¹⁵⁰ Die MWST wird nur im Personenverkehr berücksichtigt, im Güterverkehr hingegen nicht, da der Güterverkehr die MWST als Vorsteuerabzug wieder abziehen kann (gemäss VSS 41 827, Ziffer 15 und Tab. 3).

VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Eingegebene Fahrtlängen in Fzkm * Anteil Benzinfahrzeuge * Benzinverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * (Mineralölsteuer + MWST¹⁵¹ pro Liter Benzin¹⁵²) + Eingegebene Fahrtlängen in Fzkm * Anteil Dieselfahrzeuge * Dieserverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * (Mineralölsteuer + MWST pro Liter Diesel¹⁵²) + Eingegebene Fahrtlängen in Fzkm * Anteil Elektrofahrzeuge * Stromverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * Steuern pro MJ Strom + Eingegebene Fahrtlängen in Fzkm * LSVA-Satz pro Fzkm <p>Bemerkung: Die Fahrtlängen werden automatisch aufgeteilt auf Benzin-, Diesel- und Elektrofahrzeuge gemäss den überschreibbaren Anteilen ganz unten im eNISTRA-Tabellenblatt «Inputdaten». Der Benzin-, Diesel- und Stromverbrauch wird unten im Blatt VQ3 dargestellt.</p>
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Autobahn, ausserorts, innerorts • Maximal 8 Fahrzeugkategorien¹⁵³ • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Die Bauphase ist für diesen Indikator (wie bei VQ7.2) nicht relevant.

¹⁵¹ Bei den Indikatoren VQ7.3 und VQ8 «Einnahmen aus Treibstoffsteuer und Maut im Mehr- und Stammverkehr» darf der bei VQ7.2 berücksichtigte Vorsteuerabzug im Güterverkehr nicht miteinbezogen werden. Hier geht es um die Frage, wie sich die Steuereinnahmen des Staates verändern. Im Güterverkehr kann der Transporteur zwar den Vorsteuerabzug geltend machen, aber der Tankstellenbetreiber muss für das mehr verkaufte Benzin / den mehr verkauften Diesel höhere Steuern zahlen. Der Staat hat höhere MWST-Einnahmen, wenn ein Projekt zu längeren Wegen und damit höherem Treibstoffverbrauch führt. Dabei ist es für den Staat unerheblich, ob der Personen- oder Güterverkehr mehr tankt.

¹⁵² Zusätzlich wird ein Umrechnungsfaktor zwischen Gramm und Liter Treibstoff verwendet, da die Emissionsfaktoren in g / Fzkm angegeben werden, die Preise jedoch in CHF / Liter vorliegen.

¹⁵³ Da der öffentliche Verkehr von der Mineralölsteuer (inkl. Zuschlag) befreit ist und da die MWST im ÖV bereits im Indikator VQ7 behandelt wird, ist bei den Bussen keine Eingabe möglich.

VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Fzkm Gesamtverkehr * Anteil Benzinfahrzeuge * Benzinverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * (Mineralölsteuer + MWST pro Liter Benzin¹⁵⁴) + Fzkm Gesamtverkehr * Anteil Dieselfahrzeuge * Dieserverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * (Mineralölsteuer + MWST pro Liter Diesel¹⁵⁴) + Fzkm Gesamtverkehr * Anteil Elektrofahrzeuge * Stromverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * Steuern pro MJ Strom + Fzkm Gesamtverkehr * LSVA-Satz pro Fzkm – Ergebnis VQ7.3 (Einnahmen Steuern und Maut im Mehrverkehr) <p>Bemerkung: Die Fzkm werden automatisch aufgeteilt auf Benzin-, Diesel- und Elektrofahrzeuge gemäss den überschreibbaren Anteilen ganz unten im eNISTRA-Tabellenblatt «Inputdaten». Der Benzin-, Diesel- und Stromverbrauch wird unten im Blatt VQ3 dargestellt.</p>
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Autobahn, ausserorts, innerorts • Maximal 8 Fahrzeugkategorien¹⁵⁵ • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Die Bauphase ist für diesen Indikator nicht relevant.

VQ9 Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplikation der eingegebenen pkm mit dem Kostensatz
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Fuss- und Veloverkehr (falls Eingabe so differenziert möglich) • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Qualitative Beschreibung

¹⁵⁴ Zusätzlich wird ein Umrechnungsfaktor zwischen Gramm und Liter Treibstoff verwendet, da die Emissionsfaktoren in g / Fzkm angegeben werden, die Preise jedoch in CHF / Liter vorliegen.

¹⁵⁵ Da der öffentliche Verkehr von der Mineralölsteuer (inkl. Zuschlag) befreit ist und da die MWST im ÖV bereits im Indikator VQ7 behandelt wird, ist bei den Bussen keine Eingabe möglich.

SI1n Unfälle

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplikation Eingabe (Fzkm oder in Knoten einfahrende Fahrzeuge) mit Kostensatz (pro Fzkm bzw. Fahrzeug)
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • 13 Streckentypen und 7 Knotentypen (<i>Standardmethode</i>) bzw. 3 Streckentypen (<i>vereinfachte Methode</i>) • Maximal 7 Zeitpunkten • Soziale bzw. externe Kosten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Berechnung von Umwegfahrten während der Dauer der Umleitung (gleiche Berechnung wie für Betriebsphase) oder qualitative Beschreibung

SI3 Polizeiliche Verkehrsregelung

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Multiplikation der eingegebenen Fzkm mit dem Kostensatz
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Autobahn, ausserorts, innerorts • Maximal 9 Fahrzeugkategorien • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Berechnung von Umwegfahrten während der Dauer der Umleitung (gleiche Berechnung wie für Betriebsphase) oder qualitative Beschreibung

UW1n_Luft Luftbelastung

Berechnungsweg	<p>Emissionen Strassenfahrzeuge (inkl. Umwegfahrten in Bauphase)</p> <ul style="list-style-type: none"> • PM₁₀: Eingegebene Fzkm * [Motoremissionen Benzin- und Dieselfahrzeuge pro Fzkm * (1 – Anteil Elektrofahrzeuge) + Emissionen durch Abrieb und Aufwirbelung] * Kostensatz pro Tonne PM₁₀ • NO_x: Eingegebene Fzkm * NO_x-Emissionen der Benzin- und Dieselfahrzeuge pro Fzkm * (1 – Anteil Elektrofahrzeuge) * Kostensatz pro Tonne NO_x • Zink: Eingegebene Fzkm * Zink-Emissionen pro Fzkm * Kostensatz pro Tonne Zink <p>Emissionsfaktoren aus HBEFA unten im eNISTRA-Tabellenblatt (überschreibbar), Anteil Elektrofahrzeuge von Blatt «Inputdaten» übernommen</p> <p>Bauemissionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Kosten von Erst- und Ersatzinvestitionen sowie Rückbauten wie in DK1 und DK2 berechnet) * PM₁₀-Emissionsfaktor pro Mio. CHF * Kostensatz pro Tonne PM₁₀
Differenzierung der Berechnung nach	<p>Emissionen Strassenfahrzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autobahn, ausserorts, innerorts • Bebautem bzw. unbebautem Gebiet • Maximal 9 Fahrzeugkategorien • Maximal 7 Zeitpunkten <p>Bauemissionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bebautes bzw. unbebautes Gebiet

<p>Veränderung über die Zeit (in Abbildung 8-4 vereinfacht dargestellt)</p>	<p>Emissionen Strassenfahrzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Verkehrswachstum • Anteil Elektrofahrzeuge • Kostensatz Gesundheitskosten mit Reallohnwachstum und Bevölkerungswachstum • Kostensatz Gebäudeflächen mit Zunahme Gebäudeflächen (pro Jahr 1.1% bis 2030, 0.5% 2031-2050, 0.4% 2051-2070, 0.3% 2071-2100) • Kostensatz Ernteauffälle, Waldschäden und Bodenqualität: konstant über Zeit <p>Bauemissionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Investitionskosten gemäss Baufortschritt / Bauetappen (wie bei DK1 eingegeben) • Emissionen pro Mio. CHF Investitionskosten (gemäss VSS 41 828, Ziffer 21): Motoremissionen Baumaschinen Abnahme gemäss Prognosen BAFU, Staubemissionen konstant, Baustellentransporte gemäss HBEFA für schwere Nutzfahrzeuge • Ersatzinvestitionen: Veränderung der realen Kosten pro Bauelement (bei DK2 einzugeben)
<p>Effekte in Bauphase</p>	<p>Emissionen Strassenfahrzeuge</p> <ul style="list-style-type: none"> • Berechnung von Umwegfahrten während Dauer der Umleitung (gleiche Berechnung wie für Betriebsphase) oder qualitative Beschreibung <p>Bauemissionen</p> <ul style="list-style-type: none"> • Die Bauemissionen treten hauptsächlich in der Bauphase auf (und aufgrund der Ersatzinvestitionen auch danach).

UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen

Berechnungsweg	<p>Standardmethode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anzahl belärmte Wohnungen * Anzahl dB über 0 dB ZKB-Lärmass * Kostensatz pro Wohnung pro dB + Anzahl belärmte Personen * Anzahl dB über 48 dB L_{den} * Kostensatz pro Person pro dB <p>Vereinfachte Methode und Umwegfahrten in Bauphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Nettoeffekt Fzkm – Nettoeffekt Fzkm in Tunnels und unbewohntem Gebiet) * Lärmkosten pro Fzkm (umfasst Reduktion Wohnungspreise und Gesundheitskosten)
Differenzierung der Berechnung nach	<p>Standardmethode</p> <ul style="list-style-type: none"> • 1 dB(A)-Lärmklassen • Maximal 7 Zeitpunkten <p>Vereinfachte Methode und Umwegfahrten in Bauphase</p> <ul style="list-style-type: none"> • Maximal 9 Fahrzeugkategorien • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit (vgl. Abbildung 8-4)	<p>Standardmethode und vereinfachte Methode</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zunahme Lärm (0.15% pro Jahr: Dies umfasst Abnahme Motorenlärm und Rollgeräusche, Bevölkerungswachstum und Zunahme der Wohnungen) • Reallohnwachstum • Verkehrswachstum
Effekte in Bauphase	Berechnung von Umwegfahrten während Dauer der Umleitung (Berechnung mit vereinfachter Methode) oder qualitative Beschreibung

UW3n Bodenversiegelung

Berechnungsweg	<p>Versiegelte Fläche</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autobahn: Länge * Breite * 5 • Autostrasse: Länge * Breite * 3 • Übrige Strassen: Länge * (Breite +20m) <p>Kosten der Bodenversiegelung</p> <ul style="list-style-type: none"> • (Versiegelte Fläche – Fläche Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen) * Kostensatz pro Fläche
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Bis zu 20 Strassenabschnitten
Veränderung über die Zeit	Keine (ausser Berücksichtigung ab eingegebenem Jahr)
Effekte in Bauphase	Gemäss VSS 41 828 beginnt die Bodenversiegelung mit dem Baubeginn. Die Bauphase ist somit Bestandteil des Indikators.

UW4n Klimabelastung

Berechnungsweg	<ul style="list-style-type: none"> • Eingegebene Fzkm * Emissionen von CO₂-Äquivalenten pro Fzkm durch Benzin- und Dieselfahrzeuge (aus HBEFA) * (1 – Anteil Elektrofahrzeuge) * Kostensatz pro Tonne CO₂ <p>Bemerkung: Elektrofahrzeuge haben keine CO₂-Emissionen während dem Betrieb (die Emissionen bei der Herstellung des Stroms gehören zu den vorgelagerten Effekten gemäss UW6). Der Anteil der Elektrofahrzeuge wird vom Blatt «Inputdaten» übernommen.</p>
Differenzierung der Berechnung nach	<ul style="list-style-type: none"> • Autobahn, ausserorts, innerorts • Maximal 9 Fahrzeugkategorien • Maximal 7 Zeitpunkten
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4
Effekte in Bauphase	Berechnung von Umwegfahrten während der Dauer der Umleitung (gleiche Berechnung wie für Betriebsphase) oder qualitative Beschreibung

UW6 Vor- und nachgelagerte Effekte

Berechnungsweg	<p>Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eingegebene Fzkm * Emissionen von CO₂-Äquivalenten durch vor- und nachgelagerte Prozesse pro Fzkm durch Benzin- und Dieselfahrzeuge (aus HBEFA) * (1 – Anteil Elektrofahrzeuge) * Kostensatz pro Tonne CO₂ + Eingegebene Fzkm * Emissionen von CO₂-Äquivalenten durch vor- und nachgelagerte Prozesse pro Fzkm durch Elektrofahrzeuge (aus HBEFA) * Anteil Elektrofahrzeuge * Kostensatz pro Tonne CO₂ + Eingegebene Fzkm * Benzinverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * (1 – Anteil Elektrofahrzeuge – Anteil Dieselfahrzeuge) * Kostensatz Luftschadstoffe pro Tonne Benzin + Eingegebene Fzkm * Dieserverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * Anteil Dieselfahrzeuge * Kostensatz Luftschadstoffe pro Tonne Diesel + Eingegebene Fzkm * Stromverbrauch pro Fzkm (aus HBEFA) * Anteil Elektrofahrzeuge * Kostensatz Luftschadstoffe pro MWh Strom <p>Infrastruktur</p> <ul style="list-style-type: none"> • Neu überbaute Flächen in m² * Emissionsfaktoren in t CO₂-Äquivalente pro m² und Jahr * Kostensatz pro Tonne CO₂ + Neu überbaute Flächen in m² * Schäden durch Luftschadstoffe in CHF pro m² und Jahr
Differenzierung der Berechnung nach	<p>Energie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Autobahn, ausserorts, innerorts • Maximal 9 Fahrzeugkategorien • Maximal 7 Zeitpunkten <p>Infrastruktur</p> <ul style="list-style-type: none"> • 6 Strassentypen
Veränderung über die Zeit	Siehe Abbildung 8-4, wobei der Klimakostensatz nur für Klimakosten angewendet wird (nicht für Luftschadstoffe) und die Grundlagen aus HBEFA sowie das Verkehrswachstum nur für die Energie
Effekte in Bauphase	<ul style="list-style-type: none"> • Energie: Berechnung von Umwegfahrten während Dauer der Umleitung (gleiche Berechnung wie für Betriebsphase) oder qualitative Beschreibung • Infrastruktur: Die Effekte durch Bau, Unterhalt und Entsorgung der Infrastrukturen werden in der gewählten Methodik der Betriebsphase der Infrastruktur zugeordnet (vgl. Erläuterungen zum Indikator UW6).

8.8 Grundlagen der Kosten-Wirksamkeits-Analyse

8.8.1 Vergleich grosser und kleiner Projekte mit der KWA

Beim Vergleich grosser und kleiner Projekte oder Projektvarianten stellt sich die Frage, ob die zu vergleichenden Werte absolute oder relative Zahlen sind: Absolute Zahlen sind bei grossen Projekten tendenziell grösser – wie z.B. der Nettobarwert in einer KNA. Relative Zahlen hingegen behandeln grosse und kleine Projekte gleich, d.h. die Auswirkungen werden ins Verhältnis zur Grösse des Projektes gesetzt – wie z.B. das Nutzen-Kosten-Verhältnis oder die Infrastrukturbudgeteffizienz in einer KNA. Der Vergleich grosser und kleiner Projekte ist nur dann fair, wenn er auf relativen Zahlen beruht.

Die Wirksamkeitspunkte sind absolute Werte. Dies bedingt die Definition von Eckwerten¹⁵⁶, die selbst von Grossprojekten mit entsprechenden Wirkungen möglichst nicht überschritten werden. Die Eckwerte wurden in Ecoplan et al. (2021¹⁵⁷) festgelegt. Da die Punkte absolute Werte sind, zeigen kleinere Projekte eher geringe Ausschläge.

Die Vergleichbarkeit zwischen grossen und kleinen Projekten wird erreicht, indem die gewichteten Wirksamkeitspunkte mit den Kosten in ein Verhältnis gesetzt werden. Durch die Division der gewichteten Wirksamkeitspunkte mit den Kosten ergibt sich mit dem Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (WKV) ein relatives Mass, mit dem sich grosse und kleine Projekte fair miteinander vergleichen lassen.

8.8.2 Berechnung des Wirksamkeits-Kosten-Verhältnisses

Das Hauptergebnis der KWA, das Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis (WKV), wird in NISTRA prinzipiell genau gleich berechnet wie in EBeN: Die gewichtete Summe der Wirksamkeitspunkte wird mit 10 multipliziert und durch die Kosten dividiert. Dabei werden die Kosten als **Annuität der vier Indikatoren DK1 bis DK4** (Baukosten, Ersatzinvestitionen, Landkosten und Betriebs- und Unterhaltskosten Infrastruktur) definiert.¹⁵⁸

Bei der Berechnung der Kosten können sich jedoch gewisse Abweichungen zwischen EBeN und NISTRA ergeben:

- DK1 / DK2 Baukosten / Ersatzinvestitionen: Die Baukosten und Ersatzinvestitionen müssen in NISTRA und EBeN (DK1 und DK2) nicht gleich sein, da EBeN die Baubestandteile und die dazugehörigen Lebensdauern vorgibt, in NISTRA beides jedoch frei wählbar ist. Werden in NISTRA dieselben Zahlen eingegeben wie in EBeN, ergeben sich dieselben Ergebnisse.
- DK3 Landkosten: Die Landkosten sind in EBeN (DK3) und NISTRA gleich.

¹⁵⁶ Unter Eckwerten versteht man die Werte einer Ausprägung, für die die maximale Punktzahl von 15 (bzw. –15) vergeben wird bzw. für die eine Veränderung von +3 (oder –3) bzw. eine Betroffenheit von 5 vergeben wird.

¹⁵⁷ Ecoplan et al. (2021), EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen.

¹⁵⁸ Die Kosten werden also für das WKV gleich definiert wie für das NKV₁.

- DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse: In NISTRA können die 11 Korrekturfaktoren der Basiskosten einfach erfasst werden, in EBeN muss die Berechnung der 11 Korrekturfaktoren ausserhalb von EBeN erfolgen (da davon ausgegangen wird, dass diese meist nicht verwendet werden) und der korrigierte Kostensatz eingegeben werden. NISTRA und EBeN sind damit identisch, NISTRA ist aber benutzerfreundlicher.

Mit NISTRA können auch Spezialfälle beurteilt werden, in denen der Vergleich verschiedener Projektvarianten mit Hilfe der Annuität nicht zulässig ist, sondern der Nettobarwert (NBW) verwendet werden muss (vgl. Kapitel 8.3). Dies ist der Fall, wenn Varianten mit unterschiedlichen Eröffnungszeitpunkten, Provisorien oder etappierte Projekte miteinander verglichen werden. Das Problem ist, dass sich dann die Annuität auf einen unterschiedlichen Betrachtungszeitraum bezieht (z.B. Provisorium 20 Jahre, normales Projekt 40 Jahre, etappiertes Projekt 50 Jahre – vgl. Kapitel 8.3). Um nicht Äpfel mit Birnen zu vergleichen, muss für die Berechnung des WKV die Annuität aber wie üblich über einen Betrachtungszeitraum von 40 Jahren ermittelt werden. Dazu werden die letzten 40 Jahre vor dem letzten Betrachtungsjahr verwendet. In diesem Fall erscheint im Blatt «Zusammenfassung KWA und QA» eine Kommentarzeile: «Die hier ausgewiesene Annuität wird entsprechend der KWA-Methodik über 40 Jahre gebildet, im übrigen NISTRA hingegen über XY Jahre.» **Es ist darauf zu achten, dass alle miteinander zu vergleichenden Projekte dasselbe Betrachtungsendjahr aufweisen,**¹⁵⁹ andernfalls ist der Vergleich nicht zulässig, weil dann z.B. das Niveau des Reallohns unterschiedlich ist.

¹⁵⁹ Das Betrachtungsendjahr kann im Blatt «Grunddaten» unten abgelesen werden. Zudem ist das Betrachtungsendjahr auf jedem KNA-Indikatorblatt (ausser DK1 – DK3) ersichtlich, da es das letzte Jahr bei den detaillierten Ergebnissen ist.

9 Anhang D: Logbuch Update

Der folgende Text richtet sich an bisherige NISTRA-Nutzer, denen die Unterschiede zum bisherigen NISTRA genauer erläutert werden sollen.

In diesem Logbuch werden alle Anpassungen gegenüber der letzten Version von NISTRA (NISTRA 2017) dargestellt. Damit soll für bisherige NISTRA- BenutzerInnen klar werden, was sich geändert hat.

9.1 Anpassungen Indikatorensystem

Die Überarbeitung der Grundnorm SN 641 820 schreibt Anpassungen im Indikatorensystem vor, die nun auch in NISTRA umgesetzt werden müssen. Folgende Anpassungen werden vorgenommen:

- Es sind **zwei neue Indikatoren** einzuführen, die in die neue VSS 41 828 integriert wurden:
 - **VQ9 «Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr»** (war bisher schon als noch leeres Tabellenblatt in NISTRA enthalten)
 - **UW6 «Vor- und nachgelagerte Effekte»** (Auswirkungen auf Luft- und Klimabelastung durch Bau der Infrastruktur sowie durch den Treibstoffverbrauch)
- In der **KWA** wurden zudem **vier neue Indikatoren** aufgenommen:
 - **VQ3w «Betriebskosten Fahrzeuge»**
 - **VQ4w «Auswirkungen auf den ÖV»**
 - **VQ7w «Nutzen durch Mehrverkehr»**
 - **SI3w «Polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung»**.
- Die **«polizeiliche Verkehrsregelung und Überwachung»** ist nicht mehr Teil des Indikators DK4 «Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse», sondern neu ein eigener Indikator **SI3** (da neu Teil der Nutzen, nicht der Kosten).
- Die bisherigen drei Indikatoren zum Mehrverkehr (VQ7 bis VQ9) werden neu in einem Indikator **VQ7 «Nutzen durch Mehrverkehr»** zusammengefasst, bestehend aus¹⁶⁰
 - **VQ7.1 «MWST-Einnahmen im öffentlichen Verkehr»** (bisher VQ7)
 - **VQ7.2 «Nettonutzen des Mehrverkehrs»** (bisher VQ8)
 - **VQ7.3 «Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr»** (bisher VQ9)

Damit wird auch die bisherige Nummerierung verändert: Die bisherigen Indikatoren VQ10 «Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Stammverkehr» und VQ11 «Externe

¹⁶⁰ Da die drei Teilindikatoren VQ7.1 bis VQ7.3 auf unterschiedlichen Datengrundlagen beruhen, ist es nicht sinnvoll, diese drei Teilindikatoren in einem Tabellenblatt VQ7 zusammenzufassen, da das so entstehende Tabellenblatt unübersichtlich und für Personen, die ein Projekt bewerten, kaum mehr nachvollziehbar wäre. Zudem müssen die Ergebnisse differenziert hergeleitet werden, weil bei den sozioökonomischen Teilbilanzen VQ7.2 zur Teilbilanz BenutzerInnen gehört, VQ7.1 und VQ7.3 hingegen zur Teilbilanz Staat.

Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr» werden zu VQ8 und VQ9. Dabei ist zu beachten, dass der neue Indikator VQ8 nur für die sozioökonomischen Teilbilanzen relevant ist.

Entsprechend wurden die Indikatorenliste angepasst, neue Blätter für die neuen Indikatoren programmiert (oder angepasst) und die Darstellung der Ergebnisse überarbeitet.

9.2 Weitere grundsätzliche Anpassungen

Im Folgenden werden weitere grundsätzliche Anpassungen im Rahmen der Überarbeitung von eNISTRA erläutert, d.h. die Versionen 2017 und 2022 von eNISTRA werden miteinander verglichen. Die wesentlichen Änderungen können wie folgt zusammengefasst werden:

- Das **NISTRA-Tableau**, die kompakte Darstellung der Endergebnisse, wurde umfassend überarbeitet und völlig **neu gestaltet**. Erstmals erhält NISTRA damit eine Abbildung in der KNA- und KWA-Indikatoren in einer gemeinsamen Darstellung zusammengefasst sind. Auch die verbalen Erläuterungen der Ergebnisse, die durch den Benutzenden einzugeben sind, wurde neu strukturiert.
- NISTRA liefert sowohl Ergebnisse aus der KNA als auch aus der KWA (und der QA). Wie die **Ergebnisse aus KNA und KWA** interpretiert werden können, wird neu besser erläutert (**Interpretationshilfen** in Kapitel 1.5.6 – zu den KNA-Ergebnissen zudem wie bisher in Kapitel 8.2 (bisher stand dieser Text beim Blatt «Tableau»)).
- Die KWA von NISTRA wurde schon bisher aus der KWA von EBeN (Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen) übernommen. Nun wurde die KWA in EBeN deutlich überarbeitet. Die **angepasste KWA aus EBeN** wurde folglich in NISTRA **übernommen**:
 - **Bei der Dateneingabe in die KWA müssen die Daten neu nicht mehr für das zehnte Betriebsjahr eingegeben werden, sondern für das Jahr der Inbetriebnahme.**
 - Die oben beschriebenen **4 neuen Indikatoren** VQ3w, VQ4w, VQ7w und SI3w wurden aufgenommen. Damit wurden insbesondere auch die Wirkungen des **Mehrverkehrs** neu **in die KWA aufgenommen**.
 - Folglich mussten auch die **Gewichtungen** der Indikatoren **angepasst** werden.
 - Andere **Indikatoren** wurden **grundlegend neu definiert** (insbesondere VQ2w Zuverlässigkeit) **oder** ihre Beschreibungen **präzisiert und weiterentwickelt**.
 - Die **Skalierungsfunktionen** (welche Auswirkung ergibt wie viele Punkte) wurden in EBeN **überprüft und vielfach angepasst**. Basis der Überprüfung bildeten mehr als 50 Projekte, die im Rahmen von STEP-NS (Strategisches Entwicklungsprogramm Nationalstrassen) untersucht wurden. Dabei wurden die Skalierungen so gewählt, dass nur 2 bis 6 Projekte das Maximum von 15 Punkten erreichen und runde Zahlen für die Skalierungen verwendet werden können. Mehr als 15 Punkte wurden bei einigen Projekten zugelassen, damit nicht eines oder wenige «Extremprojekte» die Skalierung bestimmen und die Indikatoren bei «normalen» Projekten kaum mehr zeichnen.
 - In der KWA wurden die bisherigen **Treppenfunktionen gestrichen** und durch lineare Funktionen ersetzt. Im bisherigen NISTRA war im Blatt «Gewichtungen und Annahmen KWA» eine Auswahlfunktion enthalten, bei der die Treppenfunktion (default) oder die

lineare Funktion gewählt werden konnte. Neu besteht keine Auswahl mehr und die Treppenfunktionen wurden gelöscht.

- Die Inputdaten aus dem **Handbuch Emissionsfaktoren (HBEFA)** wurden mit der neuen Version 4.2.2 des HBEFA aktualisiert. Dies betrifft die Emissionen von PM₁₀, NO_x und CO₂-Äquivalenten sowie den Treibstoffverbrauch (Benzin, Diesel und Strom). Die Prognosen im HBEFA gehen neu bis 2060 (bisher 2035). Insbesondere die längere Prognosedauer (bis 2060) führt dazu, dass die Emissionsfaktoren bzw. der Treibstoffverbrauch durch die Anpassung tendenziell sinken.
- Neu werden **Elektrofahrzeuge** in NISTRA voll integriert. Da Elektrofahrzeuge im HBEFA bisher fehlten, waren sie im NISTRA 2010 noch gar nicht enthalten. In NISTRA 2017 wurden die Elektrofahrzeuge dann miteinbezogen und insbesondere berücksichtigt, dass Elektrofahrzeuge im Betrieb keine Emissionen von Luftschadstoffen und Klimagasen verursachen ausser den Effekten durch Abrieb und Aufwirbelung. Die vor- und nachgelagerten Effekte der Stromproduktion konnten jedoch aufgrund bisher fehlender Datengrundlagen erst jetzt in NISTRA integriert werden (bisher fehlte die überarbeitete VSS 41 828 und das ergänzte HBEFA 4.2.2). Dies wird mittel- bis langfristig immer wichtiger, weil Elektrofahrzeuge einen immer grösseren Anteil am Fahrzeugpark ausmachen (2060 beträgt der Anteil der Elektrofahrzeuge an den Fzkm der Personenwagen gemäss HBEFA 92%). Da NISTRA-Bewertungen oft einen Betrachtungszeitraum bis 2070 (oder länger) haben, ist der richtige Einbezug der Elektrofahrzeuge von grosser Bedeutung.
- Auch für Benzin- und Dieselfahrzeuge werden neu die **vor- und nachgelagerten Effekte** (insbesondere bei der Treibstoffherstellung) miteinbezogen.
- Aufgrund der neuen Norm **VSS 41 826** «Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen» wurde der Indikator DK4 «Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse» vollständig neu programmiert, da sich Methodik und verwendete Daten geändert haben. Auch die «Polizeiliche Verkehrsregelung» (neu SI3, anstatt Teil von DK4, vgl. oben) wurde angepasst, da die VSS 41 826 neu nach Autobahn, ausserorts und innerorts differenziert.
- Die neue **VSS 41 827** «Betriebskosten von Strassenfahrzeugen» wird eingearbeitet: Neu werden damit jährliche Veränderungen der Betriebskosten-Grundwerte zwischen 2016 und 2040 eingeführt (bei VQ3 und VQ7.2 – bisher konstant). Beim Treibstoffpreis ist zudem im Indikator VQ7.2 neu nach Personen- und Güterverkehr zu unterscheiden, da im Güterverkehr die MWST als Vorsteuerabzug wieder abgezogen werden kann. Auch bei den Indikatoren VQ7.3 und VQ8 werden die Steuern und Abgaben auf den Treibstoffpreisen aktualisiert.
- Mit der neuen **VSS 41 828** « Externe Effekte im Bereich Umwelt und Gesundheit» wurden die Berechnungen diverser Indikatoren aktualisiert: UW1n_Luft (neue Kostensätze), UW1n_Lärm (neue Inputdaten, neue Kostensätze, Veränderung über Zeit angepasst), UW3n (neue Kostensätze für Bodenversiegelung), UW4n (neue Klimakostensätze).
- Die Berechnung der **Effekte in der Bauphase** wurde ausgebaut und vereinheitlicht: Im Unfallbereich werden die Auswirkungen von Umwegfahrten neu auch miteinbezogen (fehlten bisher in SI1n). Bei den Reisezeiten (VQ1) und bei den Lärmkosten (UW1n_Lärm) werden die Ergebnisse neu wie bei den anderen Indikatoren für die einzelnen Jahre dargestellt (und nicht nur die Summe über die gesamte Bauphase).

- Es wird eine kleine Ungenauigkeit im bisherigen NISTRA behoben, indem der **Anteil** der Benzin-, Diesel- und **Elektrofahrzeuge auf allen Strassentypen** (Autobahn, ausserorts und innerorts) **konstant** gehalten wird (bisher führten Verlagerungen zwischen den Strassentypen unbeabsichtigt auch zu Veränderungen im Anteil der Antriebstypen). Diese konstanten Anteile werden neu unten im Blatt «Inputdaten» ermittelt.
- Gemäss der überarbeiteten SN 641 820 (Ziffer 43) ist der **Annuität** bei der Ergebnisdarstellung mehr Gewicht beizumessen, da die Annuität für die Entscheidungsträger einfacher verständlich ist als der Nettobarwert. Deshalb erhält die Annuität bei der Ergebnisdarstellung in NISTRA nun auch mehr Gewicht:
 - Im Kopf jedes KNA-Indikators wird neu neben dem Nettobarwert auch die Annuität ausgewiesen.
 - In den Blättern «Sensitivitätsanalyse», «sozioökonomische Teilbilanzen» und «Abbildungen» wird je ein Knopf eingebaut, mit dem ausgewählt werden kann, ob die Ergebnisse als Annuität oder Nettobarwert dargestellt werden sollen.
 - Im Blatt «Zusammenfassung KNA» werden schon bisher Annuität und Nettobarwert dargestellt. Dies bleibt so. Unter «3) Ökonomische Kennziffern» wird aber neu die Annuität statt dem Nettobarwert dargestellt. Dies wird auch ins Blatt «Tableau» übernommen.
- Neu werden gemäss SN 641 820 **zwei Nutzen-Kosten-Verhältnisse** berechnet: Das NKV_1 ist besser geeignet für typische Strassenprojekte und somit der eigentliche Standard, das NKV_2 steht dagegen für Projekte im öffentlichen Strassenverkehr im Vordergrund. Damit muss auch die Ergebnisdarstellung angepasst werden, die bisherige Darstellung von Kosten und Nutzen ist nicht mehr möglich, da die Definition der Kosten und Nutzen unterschiedlich ist, je nachdem welches NKV berechnet wird. Die Darstellung wird deshalb vereinfacht. Dafür wird die Berechnung der beiden NKV neu unten im Blatt «Detailergebnisse KNA» dargestellt.
- Es werden **zwei neue Sensitivitätsanalysen** eingeführt. Eine für den VOSL (value of statistical life) und eine für den Klima-Kostensatz. Diese werden von NISTRA automatisch berechnet.
- Mit dem **neuen Blatt «Klima»** wurden alle Ergebnisse von NISTRA bezüglich des Klimas umfassend zusammengestellt. Denn die Auswirkungen auf das Klima werden politisch immer bedeutender. Das Tabellenblatt dient dem Nachvollzug und der Offenlegung der Teilergebnisse in NISTRA und kann die Basis bilden für weitergehende Berechnungen ausserhalb von NISTRA.
- Der **Schutz** von eNISTRA wurde etwas **reduziert**. Bisher konnten nur die ungeschützten Zellen ausgewählt werden, neu können hingegen auch die geschützten Zellen ausgewählt, aber natürlich nicht verändert werden. Der eigentliche Schutz ist daher gleich hoch, es ist jedoch besser möglich, gewisse Teile eines Tabellenblattes auszuwählen, zu kopieren und in ein anderes Dokument zu integrieren. Dies **erleichtert** es insbesondere, wenn gewisse **Ergebnisse** aus den Outputblättern aus dem Excel **exportiert** und in den Bericht zur Bewertung integriert werden sollen. Bisher war dies nur über «Export»-Knöpfe in den Outputblättern möglich, aber eher mühsam, da dabei nicht genau angewählt werden konnte, welcher Teil des Blattes exportiert werden soll. Diese Export-Knöpfe wurden nun gelöscht, da sie nicht mehr nötig sind. Dies ist eine deutliche Vereinfachung für BenutzerInnen.

- Zudem wurden die **Druckmakros** auf dem ersten Tabellenblatt («Intro») **gelöscht**, da sich diese als unnötig erwiesen haben, da jeder Benutzende individuell auswählen kann, welche Blätter er/sie ausdrucken will. Dies gilt umso mehr mit dem neu reduzierten Schutz.
- eNISTRA wurde für Windows-Betriebssysteme entwickelt und lief bisher nicht auf dem macOS-Betriebssystem. **Neu funktioniert eNISTRA aber auch auf einem Mac.**
- Im Rahmen der Überarbeitung wurde der Preisstand von eNISTRA aufdatiert. Dazu wurde die **Preisbasis** 2015 auf 2019 aktualisiert, das aktuellste zur Verfügung stehende Jahr bzw. das letzte Jahr vor der Corona-Pandemie. Dies hat für BenutzerInnen keine direkten Auswirkungen, führt aber dazu, dass die Ergebnisse gemäss einer aktuellen Preisbasis wiedergegeben werden.
- Beim Indikator **VQ6** «Entlastung nachgelagertes Netz» wurde bei der Bestimmung der Veränderung korrigiert, dass Strassen mit mehr als **1'000 Fahrzeugen pro Stunde und Querschnitt (statt 1'600 pro Fahrtrichtung)** zu berücksichtigen sind. Neu sind also mehr Strassen miteinzubeziehen.¹⁶¹
- Zudem wurden auch im Text des Handbuchs und von eNISTRA diverse Detailanpassungen vorgenommen, die sich aus dem bisherigen Gebrauch von eNISTRA ergeben haben (zusätzliche Erläuterungen, um Missverständnisse zu verhindern oder um nützliche Informationen oder Tipps zu geben, Korrektur von Tippfehlern etc.).

9.3 Was hat sich für die BenutzerInnen konkret geändert?

In der folgenden Abbildung werden die Änderungen nach Tabellenblättern gegliedert kurz dargestellt. Nicht dargestellt wird, was bei allen Tabellenblättern gilt, nämlich dass der Schutz reduziert wurde, indem neu alle Zellen anwählbar sind (nicht nur die nicht geschützten wie bisher). Damit wird insbesondere der Export von Darstellungen aus eNISTRA z.B. in einen Bericht zur Bewertung vereinfacht.

¹⁶¹ Die Anpassung auf Querschnitt statt Fahrtrichtung wurde in der Version des Handbuchs vom 16.10.2019 bereits vorgenommen, aber noch nicht in der Version vom 14.8.2018. Die Anpassung auf 1'000 statt 1'600 Fahrzeuge ist neu.

Abbildung 9-1: Änderungen

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
1. Inputblätter			
INTRO – Startseite	Ergänzung der neuen Indikatoren (vgl. Kapitel 9.1) Löschung der Druck-Makros Anpassungen im Layout		Die Druck-Makros wurden bisher kaum benutzt und sind nicht erforderlich.
Grunddaten	Neuer Hinweis im Handbuch, um mögliche Fehler in kopierten Files bei den Indikatoren DK1 und DK3 zu vermeiden.		
Verkehrsmodell			
Indikatorenliste	Die Indikatorenliste wurde entsprechend Kapitel 9.1 angepasst.		Anpassung an neue SN 641 820 und das überarbeitete EBeN
Bewertungssätze KNA	Wurde ebenfalls entsprechend Kapitel 9.1 angepasst. Zudem wurden diverse Kostensätze aktualisiert.		Anpassung an neue VSS-Normen 41 820, 41 826, 41 827 und 41 828.
Gewichtungen und Annahmen KWA	Gewichtungen überarbeitet, auch für neue Indikatoren. Neu ist einzugeben, ob die Zuverlässigkeit (VQ2) in der KNA berücksichtigt werden kann oder nicht.		Neue Gewichtungen aus überarbeitetem EBeN übernommen. Dies wird zur Herleitung der nicht in der KNA enthaltenen Effekte in der KWA benötigt.
Inputdaten	Neu werden die nach Strassentypen (Autobahn, ausserorts, innerorts) konstanten Anteile der Diesel und Elektrofahrzeuge unten auf dem Tabellenblatt berechnet.	Keine Eingabe erforderlich, aber Möglichkeit, die Vorgabewerte zu überschreiben.	Korrektur einer kleinen Ungenauigkeit in den bisherigen Berechnungen.
Infrastrukturbudget	Die Berechnung des Vorgabewertes für die Belastung des Infrastrukturbudgets wurde angepasst (kein Abzug der Restwerte mehr, MWST von 7.7% neu miteinbezogen).		Bisherige ungenaue Berechnung wird korrigiert.
2. Indikatorblätter			
DK1 Baukosten	Neue Fehlermeldung eingebaut, falls sich Eingaben in den ausgeblendeten Zeilen befinden.		Korrektur eines Fehlers, der beim Verwenden eines kopierten eNISTRA-Files und Anpassung des Zeitrahmens im Blatt «Grunddaten» auftreten kann.
DK2 Ersatzinvestitionen			

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
DK3 Landkosten	Neue Fehlermeldung eingebaut, falls sich Eingaben in den ausgeblendeten Zeilen befinden.		Korrektur eines Fehlers, der beim Verwenden eines kopierten eNISTRA-Files und Anpassung des Zeitrahmens im Blatt «Grunddaten» auftreten kann.
DK4 Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse	Die Methodik zur Berechnung der Betriebs- und Unterhaltskosten hat sich mit der neuen VSS 41 826 grundsätzlich geändert und wurde vollständig neu programmiert. Die polizeiliche Verkehrsregelung wird neu als eigener Indikator SI3 ausgewiesen und ist damit nicht mehr Teil des Indikators DK4 «Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse».	In der bisherigen Version mussten diverse Eigenschaften der Strassen zwingend erhoben werden. Neu können (aber müssen nicht) andere Eigenschaften erhoben werden, falls dazu Daten vorliegen.	Die neue Norm VSS 41 826 erfordert diese Anpassungen. Die Auswirkungen auf die polizeiliche Verkehrsregelung sind Nutzen des Projektes, die deshalb nicht in einem Kostenindikator bewertet werden sollen.
VQ1n Reisezeit Stammverkehr	Darstellung der Ergebnisse in der Bauphase für jedes Jahr einzeln (anstatt nur Darstellung der Summe der Bauphase)	Eingabe neu nach Fahrzeugkategorie (statt nach Personen- und Güterverkehr) und pro Jahr anstatt Summe über gesamte Bauphase.	Vereinheitlichung der Berechnung der Effekte in der Bauphase zwischen den Indikatoren.
VQ1w Reisezeit	Die Skalierung der Bewertungsfunktion wurde angepasst.		Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
VQ2n Zuverlässigkeit	Neue Kostensätze für den Güterverkehr. Berechnung im Tool «Anwendung_VSS 41 825_Zuverlässigkeit» neu mit Preisen 2019 (statt 2007 und 2005)		Anpassung gemäss VSS 41 827 erforderlich. Mit der neuen VSS 41 827 ist der Preisstand 2007 im Güterverkehr nicht mehr sinnvoll, so dass auf 2019 aktualisiert wird. Der Personenverkehr wird analog auf 2019 aktualisiert.
VQ2w Zuverlässigkeit	Der Indikator wurde grundsätzlich überarbeitet und enthält neu auch Veränderungen der Zuverlässigkeit im nachgelagerten Netz.	Neue Berechnungen erforderlich, um die Veränderung des bereinigten LOS-Mittelwertes, und die Anzahl Fzkm in ASP auf den betroffenen Abschnitten zu bestimmen.	Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
VQ3n Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	Neue Betriebskostensätze (inkl. zeitlicher Veränderung) und neue Treibstoffpreise. Neue Datengrundlagen aus HBEFA 4.2.2.		Anpassung an neue VSS 41 827.
VQ3w Betriebskosten Fahrzeuge Stammverkehr	Neuer KWA-Indikator.	Nein, benötigte Daten werden von VQ3n übernommen.	Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
VQ4n Auswirkungen auf den ÖV	Die Vorgabewerte für die Ertragsätze im öffentlichen Strassen- und Schienenverkehr wurden aktualisiert.		
VQ4w Auswirkungen auf den ÖV	Neuer KWA-Indikator.	Nein, benötigte Daten werden von VQ4n übernommen.	Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
VQ5 Streckenredundanz	Negative Werte bei der Betroffenheit werden neu verunmöglicht. Die Skalierung der Bewertungsfunktion wurde angepasst.		Korrektur eines seltenen Spezialfalls. Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
VQ6 Entlastung nachgelagertes Netz	Es werden nur wichtige Strassen berücksichtigt. Diese werden neu definiert als Strassen mit mehr als 1'000 Fz pro Spitzenstunde (im Querschnitt) anstatt mehr als 1'600 pro Fahrtrichtung.	Es müssen zusätzliche Strassen ausgewertet werden.	Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
VQ7.1 MWST-Einnahmen im ÖV	Anpassung des MWST-Satzes (Pauschalsteuersatz) von 4.4% auf 4.3%. Anpassung Name von VQ7 auf VQ7.1.		Anpassung an neue SN 641 820.
VQ7.2 Nettonutzen Mehrverkehr	Neue Betriebskostensätze (inkl. zeitlicher Veränderung) und neue Treibstoffpreise (inkl. Differenzierung Personen- und Güterverkehr wegen Vorsteuerabzug der MWST). Neue Datengrundlagen aus HBEFA 4.2.2. Anpassung Name von VQ8 auf VQ7.2.		Anpassung an neue VSS 41 827. Anpassung an neue SN 641 820.
VQ7.3 Einnahmen Steuer und Maut Mehrverkehr	Anpassung Steuern und Abgaben auf Treibstoffpreisen. Neue Datengrundlagen aus HBEFA 4.2.2. Anpassung Name von VQ9 auf VQ7.3.		Anpassung an neue VSS 41 827. Anpassung an neue SN 641 820.
VQ7w Nutzen durch Mehrverkehr	Neuer KWA-Indikator.	Ja, Veränderung der ph im Mehrverkehr pro Tag (DTV). Diese Zahlen werden aber auch benötigt um VQ7.2 zu berechnen.	Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
VQ8 Einnahmen Steuer und Maut Stammverkehr	Anpassung Steuern und Abgaben auf Treibstoffpreisen. Neue Datengrundlagen aus HBEFA 4.2.2. Anpassung Name von VQ10 auf VQ8.		Anpassung an neue VSS 41 827. Anpassung an neue SN 641 820.

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
VQ9 Externe Gesundheitsnutzen im Fuss- und Veloverkehr	Vollständig neu programmierter Indikator. Anpassung Name von VQ11 auf VQ9.	Veränderung der Personenkilometer im Fuss- und Veloverkehr, falls möglich differenziert nach Fuss- und Veloverkehr	Übernommen aus neuer VSS 41 828. Anpassung an neue SN 641 820.
SI1n Unfälle	Kostensätze an neuen deutlich höheren VOSL angepasst. Neue Sensitivität für den VOSL. Neu werden die Auswirkungen von Umwegfahrten in der Bauphase mitberechnet.	Keine (die Daten wurden bisher bereits für andere Indikatoren verwendet und werden im Blatt «Inputdaten» eingegeben).	Konsistenz herstellen zu Umweltkosten gemäss VSS 41 828 mit neuem höheren VOSL. Neue Sensitivität für VOSL wird in SN 641 820 vorgeschrieben. Die Auswirkungen von Umwegfahrten in der Bauphase fehlten bisher, obwohl sie mit den verfügbaren Inputdaten berechnet werden können. Vereinheitlichung der Berechnung der Effekte in der Bauphase zwischen den Indikatoren.
SI1w Unfälle	Die Datengrundlagen wurden aktualisiert. Neu berechnet NISTRA die benötigten Inputdaten selbst (überschreibbarer Defaultwert).	Weniger Daten erforderlich, da NISTRA die Berechnung neu selbst durchführt.	Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
SI2 Betriebsqualität, Betriebssicherheit	Die Skalierung der Bewertungsfunktion wurde angepasst.		Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
SI3n Polizeiliche Verkehrsregelung	Neuer Indikator, der bisher als Teil des Indikators DK4 «Betriebs- und Unterhaltskosten Strasse» berücksichtigt wurde. Es liegen gemäss VSS 41 826 neue Kostensätze vor, die neu nach Autobahn, ausserorts und innerorts differenzieren.		Die Auswirkungen auf die polizeiliche Verkehrsregelung sind Nutzen des Projektes, die deshalb nicht in einem Kostenindikator bewertet werden sollen. Die Kostensätze und die Berechnungsart wurden gemäss VSS 41 826 angepasst.
SI3w Polizeiliche Verkehrsregelung	Neuer KWA-Indikator.	Nein, benötigte Daten werden von SI3n übernommen.	Der Indikator wird aus dem überarbeiteten EBeN-Handbuch übernommen.
SE1 Wohnlichkeit	Neu lineare statt nicht-lineare Treppenfunktion		
SE2 Potenzial für Siedlungsentwicklung	Negative Werte bei der Betroffenheit werden neu verunmöglicht. Die Skalierung der Bewertungsfunktion wurde angepasst.		Korrektur eines seltenen Spezialfalls. Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
SE3 Erreichbarkeit Siedlungsschwerpunkte	Die Skalierung der Bewertungsfunktion wurde angepasst.		Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
SE4 Orts- und Landschaftsbild			
UW1n_Luft Luftbelastung	Neue Emissionsfaktoren und neue Kostensätze. Zudem neue Sensitivität für den VOSL.		Aktualisierung der Datengrundlagen aus HBEFA 4.2.2 und VSS 41 828. Neue Sensitivität für VOSL wird in SN 641 820 vorgeschrieben.
UW1n_Lärm Lärmbelastete Personen	Standardmethode: Neue Methodik und neue Datengrundlagen. Vereinfachte Methode: Aktualisierung der Kostensätze. Darstellung der Ergebnisse in der Bauphase für jedes Jahr einzeln (anstatt nur Darstellung der Summe der Bauphase) Zudem neue Sensitivität für den VOSL.	Standardmethode: Daten aus Lärmmodell werden neu in anderen Einheiten benötigt (Wohnungen gemäss ZKB-Lärmass, Personen gemäss L_{den}). Standardmethode und vereinfachte Methode: Angaben zum Mietpreisniveau entfallen.	Standardmethode: Übernommen aus neuer VSS 41 828 Vereinfachte Methode: Übernommen aus neuer VSS 41 828 Vereinheitlichung der Berechnung der Effekte in der Bauphase zwischen den Indikatoren. Neue Sensitivität für VOSL wird in SN 641 820 vorgeschrieben.
UW1w Lärm- und Luftbelastung	Im Wesentlichen unverändert, die Berechnung wurde aber linearisiert und vereinfacht		Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
UW2 Qualität von natürlichen Lebensräumen und Gewässern			
UW3n Bodenversiegelung	Aktualisierung Kostensatz		Übernommen aus neuer VSS 41 828
UW3w Flächenbeanspruchung und Boden			
UW4n Klimabelastung	Neue Emissionsfaktoren und neue Kostensätze. Zudem neue Sensitivität für den Klimakostensatz.		Aktualisierung der Datengrundlagen aus HBEFA 4.2.2 und VSS 41 828. Neue Sensitivität wird in VSS 41 828 vorgeschrieben.
UW4w Klimabelastung	Die Skalierung der Bewertungsfunktion wurde angepasst, denn unter Berücksichtigung des Mehrverkehrs sind die Auswirkungen auf das Klima meist deutlich grösser als ohne Mehrverkehr.		Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
UW5 Belastung während der Bauphase	Die Skalierung der Bewertungsfunktion wurde angepasst.		Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.
UW6 Vor- und nachgelagerte Prozesse	Vollständig neu programmierter Indikator	Neu überbaute Flächen, differenziert nach sechs Infrastrukturtypen	Anpassung an neue VSS 41 828.
3. Outputblätter			
Tableau	Das NISTRA.-Tableau wird vollständig neu konzipiert. Erstmals werden KNA- und KWA-Indikatoren in einer gemeinsamen Abbildung dargestellt. Der Ausweis der Ergebnisse der KNA wird zudem angepasst. Neu kann gewählt werden, ob die Annuität oder der Nettobarwert dargestellt werden soll. Neu werden ausserdem die beiden NKV dargestellt. Export-Knopf wurde gelöscht.	Keine neuen Datenanforderungen, aber die durch BenutzerInnen einzugebenden Texte zur Beurteilung und Interpretation der Resultate wurden angepasst.	Die neue Darstellung erhöht die Übersichtlichkeit und erlaubt insbesondere KNA und KWA direkt nebeneinander zu betrachten. Statt des Export-Knopfes können neu alle Zellen angewählt werden, wodurch neu gewählt werden kann, was genau exportiert werden soll.
Zusammenfassung KNA	Neu wird bei der Ergebnisdarstellung nicht mehr nach Kosten und Nutzen unterschieden. Neu wird unter «3) Ökonomische Kennziffern» die Annuität statt des Nettobarwertes ausgewiesen, sowie die beiden NKV. Die Ergebnisse der einzelnen Indikatoren werden aber wie bisher sowohl als Annuität als auch als Nettobarwert ausgewiesen. Anpassung an neues Indikatorensystem (vgl. Kapitel 9.1). Export-Knopf wurde gelöscht.		Je nachdem, ob das NKV ₁ oder das NKV ₂ betrachtet wird, ist die Definition der Kosten und Nutzen unterschiedlich. Statt des Export-Knopfes können neu alle Zellen angewählt werden, wodurch neu gewählt werden kann, was genau exportiert werden soll.
Zusammenfassung KWA und QA	Im Bereich 2) wird neu auch der Beitrag der Nicht-KNA-Indikatoren ausgewiesen. Im Bereich «4) Qualitative Erläuterungen zu den einzelnen KWA-Indikatoren» wird neu auch die Punktezahl der KWA-Indikatoren wiederholt. Anpassung an neues Indikatorensystem (vgl. Kapitel 9.1).		Der Beitrag der Nicht-KNA-Indikatoren kann als ergänzende Information für die Gesamtbeurteilung eines Projekts eine Rolle spielen (vgl. Kapitel 1.5.6). Verbesserung der Übersichtlichkeit. Aus dem überarbeiteten EBeN übernommen.

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
Detailergebnisse KNA	<p>Ausweis der Kosten in der Bauphase der Indikatoren VQ1n, SI1n und UW1n_Lärm erweitert (bisher nur in einem Jahr oder gar nicht (SI1)).</p> <p>Die Aufteilung auf die Fahrzeugkategorien der Unfallkosten sowie der Polizei- und Rechtsfolgekosten wurde angepasst (neu Aufteilung basierend auf Veränderung Fzkm durch Projekt, nicht mehr Veränderung Fzkm im Stammverkehr).</p> <p>Unten wird neu die Berechnung von NKV₁ und NKV₂ dargestellt.</p> <p>Anpassung an neues Indikatorensystem (vgl. Kapitel 9.1).</p>		<p>Verbesserung der Darstellung der Ergebnisse in der Bauphase.</p> <p>Korrektur eines kleinen Berechnungsfehlers</p> <p>Diese neue Darstellung erlaubt es die Unterschiede zwischen NKV₁ und NKV₂ (gemäss SN 641 820) besser zu verstehen.</p>
Sensitivitätsanalyse	<p>Es werden zwei neue Sensitivitäten für den VOSL und den Klima-Kostensatz eingeführt.</p> <p>Neu kann ausgewählt werden, ob die Sensitivitäten für die Annuitäten oder die Nettobarwerte berechnet werden sollen (bisher nur Nettobarwert).</p> <p>Die Sensitivität wird neu für NKV₁ und NKV₂ berechnet (statt für den NBW von Kosten und Nutzen).</p> <p>In der Abbildung ganz unten können neu die nicht verwendeten Sensitivitäten ausgeblendet werden.</p> <p>Anpassung an neues Indikatorensystem (vgl. Kapitel 9.1).</p> <p>Export-Knopf wurde gelöscht.</p>		<p>Diese werden in den überarbeiteten Normen SN 641 820 und VSS 41 828 vorgeschrieben.</p> <p>Damit wird BenutzerInnen mehr Flexibilität ermöglicht.</p> <p>Damit wird die Abbildung schöner.</p> <p>Statt des Export-Knopfes können neu alle Zellen angewählt werden, wodurch neu gewählt werden kann, was genau exportiert werden soll.</p>
Sozioökonomische Teilbilanzen	<p>Neu kann ausgewählt werden, ob die Teilbilanzen für die Annuitäten oder die Nettobarwerte berechnet werden sollen (bisher nur Nettobarwert).</p> <p>Anpassung an neues Indikatorensystem (vgl. Kapitel 9.1).</p> <p>Export-Knopf wurde gelöscht.</p>		<p>Damit wird BenutzerInnen mehr Flexibilität ermöglicht.</p> <p>Statt des Export-Knopfes können neu alle Zellen angewählt werden, wodurch neu gewählt werden kann, was genau exportiert werden soll.</p>
Kommentare			

Blatt	Wesentliche Änderungen: Methodische Anpassungen und neue «Features»	Neue Anforderungen an die Daten	Bemerkung / Begründung
Abbildungen	<p>Neu kann ausgewählt werden, ob die Abbildungen für die Annuitäten oder die Nettobarwerte erstellt werden sollen (bisher erste Abbildung für NBW und Annuität, zweite nur für NBW).</p> <p>Anpassung an neues Indikatorensystem (vgl. Kapitel 9.1).</p> <p>Export-Knöpfe (für KNA- bzw. KWA-Abbildungen) wurde gelöscht.</p>		<p>Damit wird BenutzerInnen mehr Flexibilität ermöglicht. Zudem wird Platz gespart.</p> <p>Statt des Export-Knopfes können neu alle Zellen angewählt werden, wodurch neu gewählt werden kann, was genau exportiert werden soll.</p>
Klima	<p>Neues Tabellenblatt zum Ausweis aller Berechnungen, die das Klima betreffen.</p>		<p>Wunsch des ASTRA, da Klima in politischer Diskussion immer wichtiger wird</p>
Export KNA	<p>Die Anpassungen in den vorangehenden Tabellenblättern werden übernommen.</p>		
Export KWA und QA	<p>Die Anpassungen im Blatt «Zusammenfassung KWA und QA» werden übernommen.</p>		

Literaturverzeichnis

ARE Bundesamt für Raumentwicklung (2004)

Nachhaltigkeitsbeurteilung: Rahmenkonzept und methodische Grundlagen. Bern.

ASTRA Bundesamt für Strassen (2003)

NISTRA: Nachhaltigkeitsindikatoren für Strasseninfrastrukturprojekte. Ein Instrument zur Beurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten unter Berücksichtigung der Nachhaltigkeitsziele. Methodenbericht. Bern. Zu beziehen beim Bundesamt für Strassen oder auf www.nistra.ch.

BfS Bundesamt für Statistik (2016)

Bevölkerungsentwicklung: Ständige Wohnbevölkerung. Online:
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/standentwicklung/bevoelkerung.assetdetail.3262116.html> (13.5.2016).

BfS Bundesamt für Statistik (2020)

Szenarien zur Bevölkerungsentwicklung. Ergebnisse des Referenzszenarios. Online:
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/zukuenftigeentwicklung.assetdetail.12107020.html> (10.11.2021).

BfS Bundesamt für Statistik (2021)

Bilanz der ständigen Wohnbevölkerung, 1861-2020. Online:
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung/standentwicklung/bevoelkerung.assetdetail.18344355.html> (10.11.2021).

BfS Bundesamt für Statistik (2021)

Kosten und Finanzierung des Verkehrs – Kilometerkosten des motorisierten Strassenverkehrs. Online: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaetverkehr/kosten-finanzierung.assetdetail.19704200.html> (4.8.2022).

BfS Bundesamt für Statistik (2021)

Kosten und Finanzierung des Verkehrs – Kilometerkosten des motorisierten Verkehrs. Online: <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/su-d-11.02.01.02> (4.8.2022).

BfS Bundesamt für Statistik (2021)

Kosten und Finanzierung des Verkehrs – Kosten des motorisierten Strassenverkehrs. Online: <https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kataloge-datenbanken/tabellen.assetdetail.19704201.html> (4.8.2022).

BfS Bundesamt für Statistik (2021)

Kosten und Finanzierung des Verkehrs – Kosten des motorisierten Verkehrs. Online: <https://www.bfs.admin.ch/asset/de/su-d-11.02.01.01> (4.8.2022).

BfS Bundesamt für Statistik (2021)

Verkehrsleistungen im Personenverkehr. Online:
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaetverkehr/personenverkehr/leistungen.assetdetail.19904693.html> (4.8.2022).

BfS Bundesamt für Statistik (2022)

Öffentlicher Verkehr (inkl. Schienengüterverkehr) – detaillierte Zeitreihen. Online:
<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr/querschnittsthemen/oeffentlicher-verkehr.assetdetail.22664215.html> (4.8.2022).

bfu Beratungsstelle für Unfallverhütung (2021)

Status 2021: Strassenverkehr, Sport, Haus und Freizeit. Online:
<https://www.bfu.ch/de/die-bfu/medien/statistik-der-nichtberufsunfaelle-2> (25.8.2022).

BSG Unternehmensberatung (2009)

Finanzielle Belastung 2007 der Schweizer Elektrizität durch öffentliche Gemeinwesen. Studie im Auftrag des BFE und des VSE (Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen).

Bundesrat (2011)

Strompreisentwicklung in der Schweiz. Bericht des Bundesrates in Erfüllung des Postulates 08.3280 Stähelin vom 4. Juni 2008.

Bundesrat (2015)

Bericht über die Verkehrsverlagerung vom November 2015: Verlagerungsbericht Juli 2013 – Juni 2015. Online:
<http://www.news.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/42143.pdf> (25.5.2016).

COWI and ITS (Odgaard Th., Kelly Ch., Laird J.) (2005)

Current practice in project appraisal in Europe. European Commission ED-DG TREN: HEATCO Deliverable 1. HEATCO: Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment.

Department for Transport (2006)

The Valuation of Costs and Benefits. Online:
<http://webarchive.nationalarchives.gov.uk/+http://www.dft.gov.uk/pgr/economics/software/coba11usermanual/part2thevalofcostsandb3154.pdf> 22.9.2010).

Ecoplan (2005)

Bewertungsmethode für die Priorisierung von Projekten im Schienenverkehr. Einbezug Güterverkehr und Vereinfachung. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Verkehr BAV. Bern.

Ecoplan (2013)

Finanzielle Beteiligung der Kantone an grossen Bauvorhaben der Nationalstrasse. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen ASTRA. Bern.

Ecoplan (2020)

Bewertung der externen Effekte im Strassenverkehr. Grundlagen zur Durchführung einer Kosten-Nutzen-Analyse. Forschungsprojekt VSS 2015/115 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS). Bern und Altdorf.

Ecoplan, Infrac (2014)

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

Ecoplan, Infrac, EBP (2021)

EBeN-Handbuch: Einheitliche Bewertungsmethodik Nationalstrassen. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Strassen. Zürich.

Ecoplan, Metron (2005)

Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr, Kommentar zur VSS-Grundnorm. Forschungsauftrag VSS 2000/342 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS). Bern.

Ecoplan, Sinus (2022)

Ergänzungen zur Berücksichtigung des Lärms in Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Grundlagen zur Norm VSS 41 828. Analyse im Auftrag des Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute VSS. Bern, Altdorf und Sempach.

Ecoplan, TransOptima (2018)

Neue Erkenntnisse zu Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Forschungsprojekt VSS 2015/117 auf Antrag des Schweizerischen Verbandes der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS). Bern, Zürich.

Elcom (2017a)

Schweizerische Gemeinden und zuständige Stromnetzbetreiber (Stand 1.2.2017)-

EICom (2017b)

Rohdaten Tarife 2017 (Stand 1.2.2017).

ESTV Eidgenössische Steuerverwaltung (2018)

Pauschalsteuersätze. MWST-Info 13. Online: <https://www.gate.estv.admin.ch/mwst-webpublikationen/public/pages/taxInfos/cipherDisplay.xhtml?publicationId=1010429&componentId=1010557> (17.4.2020).

Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik, IWES (2014)

Wissenschaftliche Unterstützung bei der Erstellung von fahrzeugbezogenen Analysen zur Netzintegration von Elektrofahrzeugen unter Nutzung erneuerbarer Energien. Endbericht zum Vorhaben FKZ UM 11 96 107.

Infrac (2022)

Handbuch Emissionsfakoren des Strassenverkehrs HBEFA. Version 4.2.2. Berechnungstool im Auftrag der Schweiz, Deutschlands, Österreichs, Schwedens, Frankreichs und Norwegens. Bern.

Infrac, Ecoplan (2019)

Externe Effekte des Verkehrs 2015. Aktualisierung der Berechnungen von Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekten des Strassen-, Schienne-, Luft- und Schiffsverkehrs 2010 bis 2015. Studie im Auftrag des Bundesamtes für Raumentwicklung. Bern, Zürich und Altdorf.

Intraplan Consult GmbH (2000)

Standardisierte Bewertung von Verkehrswegeinvestitionen des öffentlichen Personennahverkehrs. Verfahrensanleitung. Studie im Auftrag des Bundesministers für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen. Stuttgart.

ITF International Transport Forum (2021)

Developing Strategic Approaches to Infrastructure Planning. Online: <https://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/developing-strategic-infrastructure-planning.pdf> (16.9.21).

IVT ETH und Ecoplan (2017)

Bedienungsanleitung zum Werkzeug: Anwendung der Norm SN 641 825, Zuverlässigkeit und Bemessungsempfehlung auf Nationalstrassen.

NSV (2018)

Nationalstrassenverordnung. Vom 7. November 2007 (Stand am 1. Januar 2018). Online: <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20071952/index.html> (3.7.2017).

Pfammatter und Piot (2016)

Der Wasserzins-Reformbedarf im neuen Marktumfeld, Wasser Energie Luft, Heft 3.

SN 641 800 (2008)

Nachhaltigkeitsbeurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten. 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.

UVEK Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2014)

Technische Richtlinien Bauzonen. Online: https://www.are.admin.ch/dam/are/de/dokumente/recht/dokumente/bericht/technische_ri chtlinienbauzonentrb.pdf.download.pdf/technische_richtlinienbauzonentrb.pdf (15.8.22)

UVEK Eidg. Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (2021)

Mobilität und Raum 2050: Sachplan Verkehr: Teil Programm. Online: <https://www.are.admin.ch/are/de/home/raumentwicklung-und-raumplanung/strategie-und-planung/konzepte-und-sachplaene/sachplaene-des-bundes/sachplan-verkehr-spv/sachplan-verkehr-spv--teil-programm.html> (25.8.2022).

VSS 40 017a (1998)

Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit. Grundlagennorm. Schweizer Norm des VSS (Forschung und Normierung im Strassen- und Verkehrswesen).

VSS 40 018a (2006)

Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit. Freie Strecke auf Autobahnen. Schweizer Norm des VSS (Forschung und Normierung im Strassen- und Verkehrswesen).

VSS 40 020a (2010)

Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit. Zweistreifige Strassen ohne bauliche Richtungstrennung. Schweizer Norm des VSS (Forschung und Normierung im Strassen- und Verkehrswesen).

- VSS 41 810 (2014)
Nachhaltigkeitsbeurteilung von Strasseninfrastrukturprojekten. Nutzwertanalyse und Kosten-Wirksamkeits-Analyse. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 821 (2006)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Diskontsatz. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 822a (2009)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Personenverkehr. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 823 (2007)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Zeitkosten im Güterverkehr. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 824 (2013)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Unfallraten und Unfallkostensätze. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 825 (2017)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Bewertung der Zuverlässigkeit auf Nationalstrassen und Bemessungsempfehlungen für Nationalstrassen. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 826 (2021)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr: Kosten des betrieblichen Unterhalts von Strassen. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 827 (2019)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Betriebskosten von Strassenfahrzeugen. Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.
- VSS 41 828 (2022)
Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr. Externe Effekte im Bereich Umwelt und Gesundheit. Schweizer Norm des VSS (Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute). Zürich.