



Faktenblatt: Resultate

16. Dezember 2024

Externe Effekte des Verkehrs: Resultate 2021

Dieses Faktenblatt liefert eine Auswahl von Ergebnissen der externen Kosten und Nutzen des Verkehrs 2021. Es ist zu beachten, dass die Ergebnisse 2021 stark von der Covid-Pandemie beeinflusst sind. Die Verkehrsleistungen aller Verkehrsträger liegen noch deutlich unter den Werten vor der Pandemie.

Die Methodik ist im Bericht Ecoplan und Infras (2024)¹ detailliert beschrieben und im Factsheet² des ARE zusammengefasst. Die gesamten Ergebnisse sind in Form von Excel-Tabellen auf der [ARE-Webseite](#) und CSV-Files auf Zenodo³ verfügbar.

1. Anteile der Kostenbereiche

Die externen Effekte lassen sich in mehrere Bereiche unterteilen⁴. Insgesamt ist der Bereich *Klima* am wichtigsten, gefolgt von den *Gesundheitskosten der Luftverschmutzung* und den *vor- und nachgelagerten Prozessen*. Die Anteile der einzelnen Bereiche variieren stark zwischen den einzelnen Verkehrsträgern, wie die Abbildungen 1.1 bis 1.3 zeigen (die Grösse des Kuchendiagramms ist proportional zu den gesamten externen Kosten des Verkehrsträgers). Die Tabellen C1 und C2 im Anhang zeigen die Details der Kosten für alle Verkehrsträger.

¹ [Externe Effekte des Verkehrs 2021 - Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekte des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs](#)

² «Faktenblatt: Methodik » auf der Seite [Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs](#)

³ <https://doi.org/10.5281/zenodo.14354247>

⁴ Siehe Kapitel 1.2 im «Faktenblatt: Methodik » auf der Seite [Externe Kosten und Nutzen des Verkehrs](#)



Abbildung 1.1: Externe Kosten 2021 (Mio CHF)

Strasse - Privater motorisierter Personenverkehr – Total 15'727 Mio CHF (Ohne Abzug Schwerverkehrsabgabe)

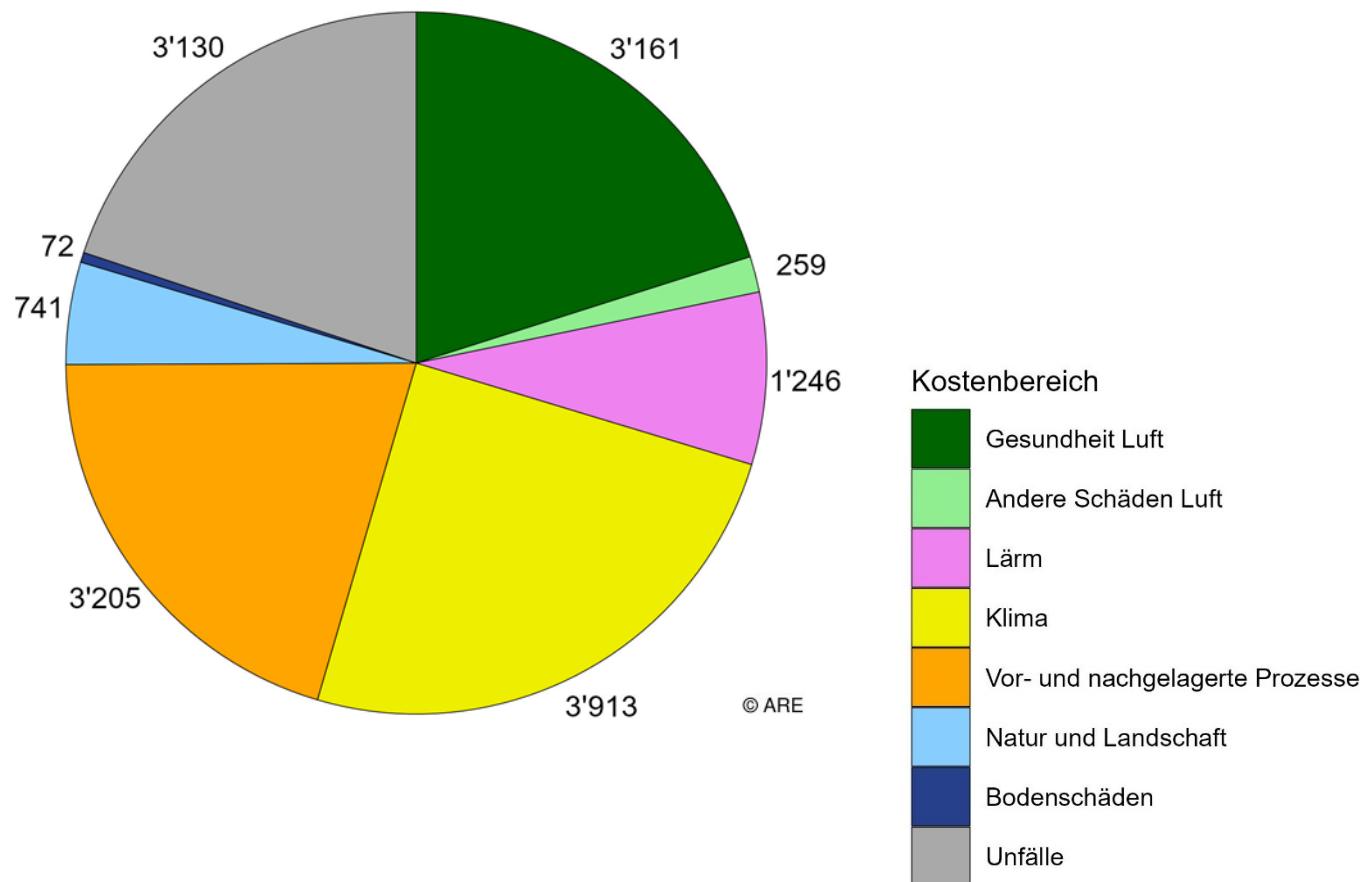


Abbildung 1.2: Externe Kosten 2021 (Mio CHF)
Schienenverkehr – Total 1'823 Mio CHF

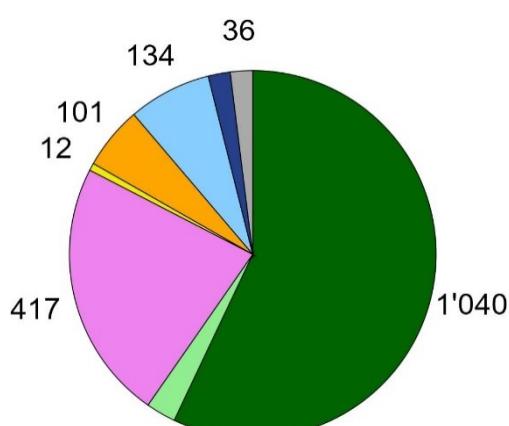
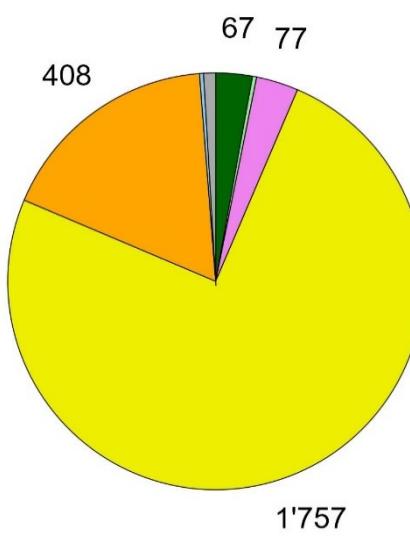


Abbildung 1.3: Externe Kosten 2021 (Mio CHF)
Luftverkehr (Halbstreckenprinzip) – Total 2'345 Mio CHF



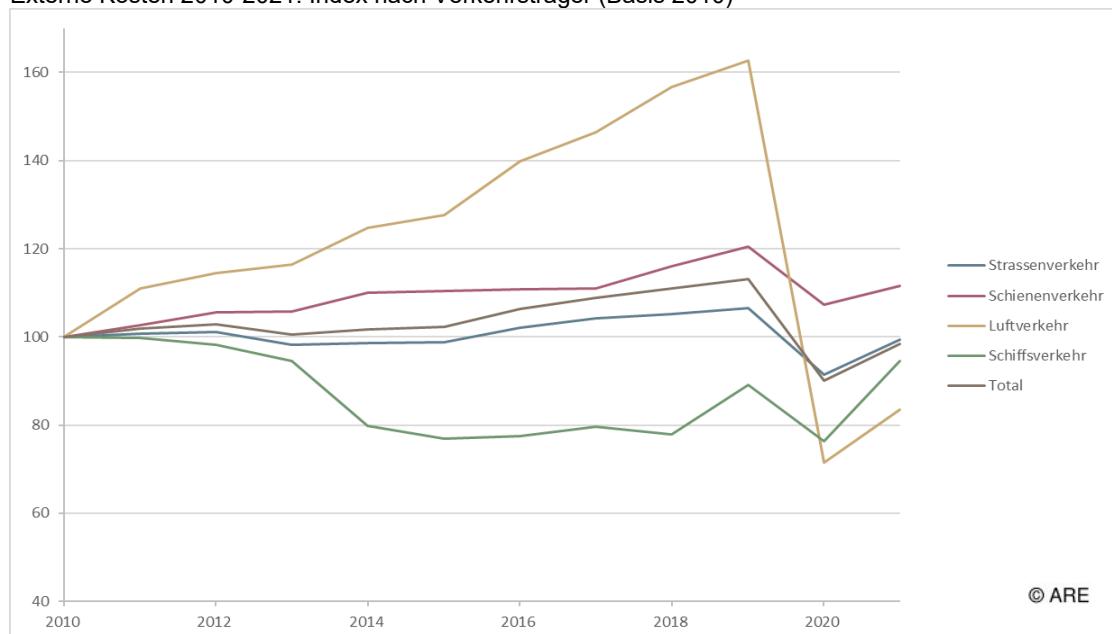
© ARE

2. Entwicklungen

Der Haupttreiber für die Kostenentwicklung ist die Anzahl der gefahrenen Kilometer (die Verkehrsnachfrage). Sauberere Motortechnologien oder Verbesserungen im Bereich der Sicherheit tragen zur Senkung der Kosten bei. Ein Anstieg der Bevölkerung erhöht die Anzahl der von Luftverschmutzung und Lärm betroffenen Personen und damit die externen Effekte des Verkehrs. Das allgemeine Preisniveau sowie spezifische Preisindizes (Gesundheit, Bauwesen, Nominallöhne, ...) beeinflussen ebenfalls die Höhe der externen Effekte im Laufe der Zeit. Bei den nachfolgend aufgeführten Zahlen ist zu beachten, dass es sich um **mit Unsicherheiten behaftete Schätzungen** handelt. Die Abbildung 2.1 zeigt die Entwicklung 2010-2021 nach Verkehrsträger (Index 2010).

Abbildung 2.1:

Externe Kosten 2010-2021: Index nach Verkehrsträger (Basis 2010)



Die Abbildungen 2.2-2.4 zeigen die Entwicklung 2010 - 2021 der wichtigsten Bereiche (Klima und vor- und nachgelagerte Prozesse, Luftverschmutzung Gesundheit und Unfälle; alle Verkehrsträger).

Abbildung 2.2: Externe Kosten 2010-2021 (Mio CHF): Klima und vor- und nachgelagerte Prozesse (Strasse, Schiene: Territorialitätsprinzip; Luft, Schiff: Halbstreckenprinzip)

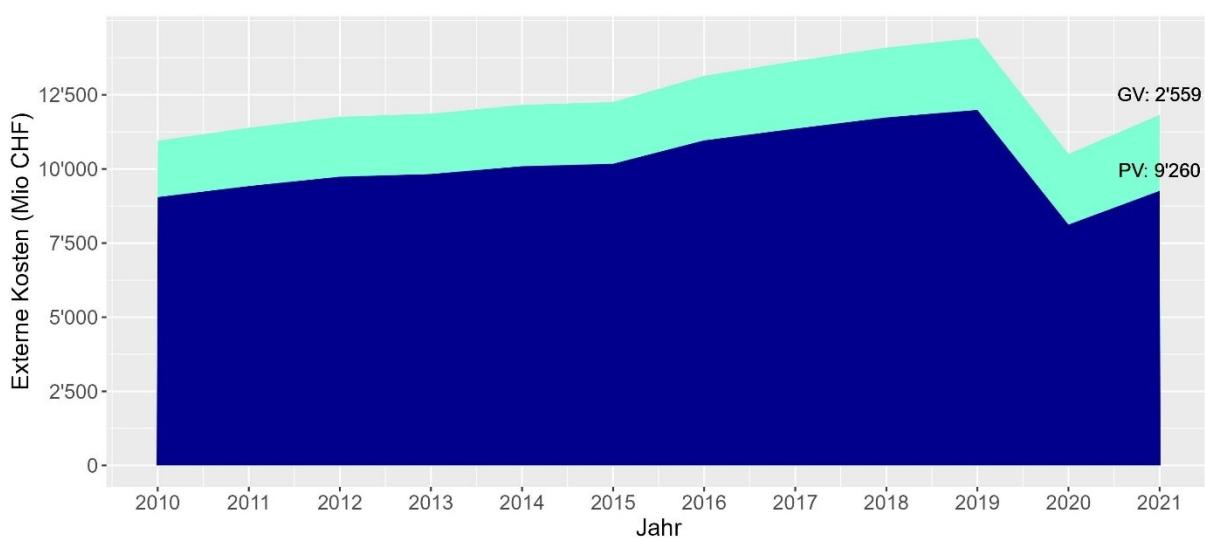


Abbildung 2.3: Externe Kosten 2010-2021 (Mio CHF): Gesundheit - Luftverschmutzung
 (Strasse, Schiene: Territorialitätsprinzip; Luft, Schiff: Halbstreckenprinzip)

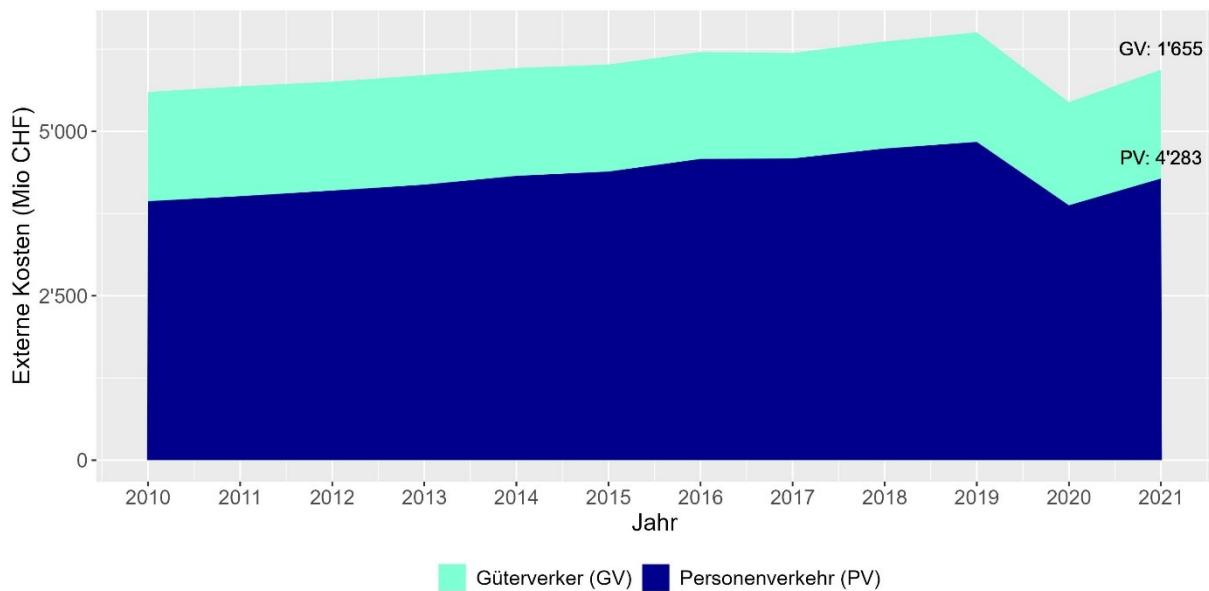
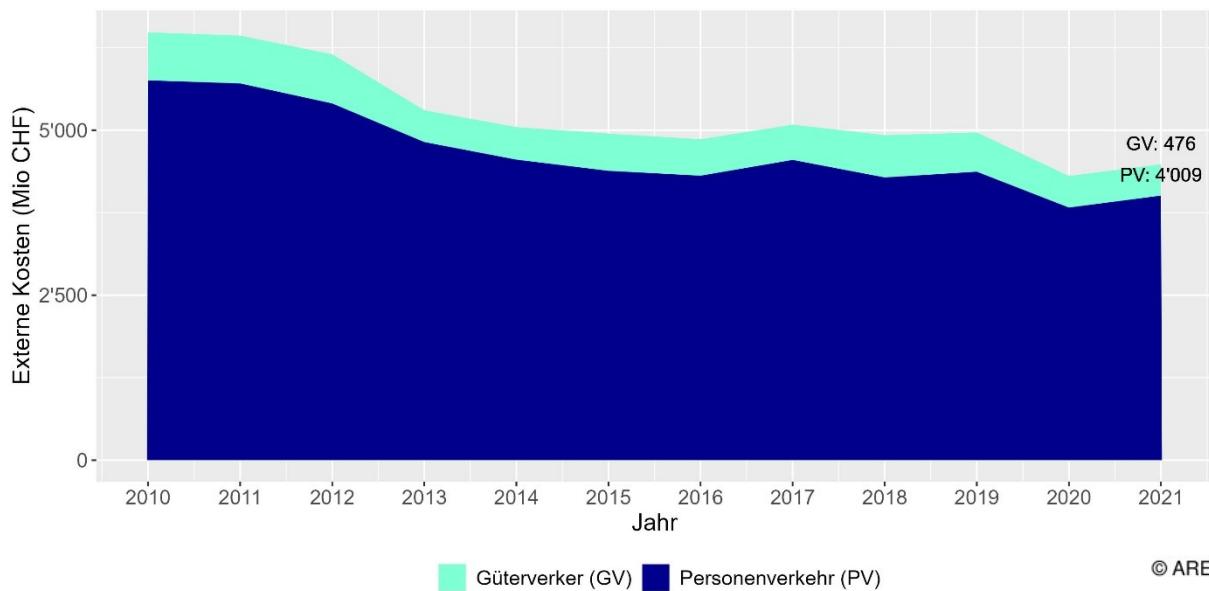


Abbildung 2.4: Externe Kosten 2010-2021 (Mio CHF): Unfälle
 (Strasse, Schiene: Territorialitätsprinzip; Luft, Schiff: Halbstreckenprinzip)

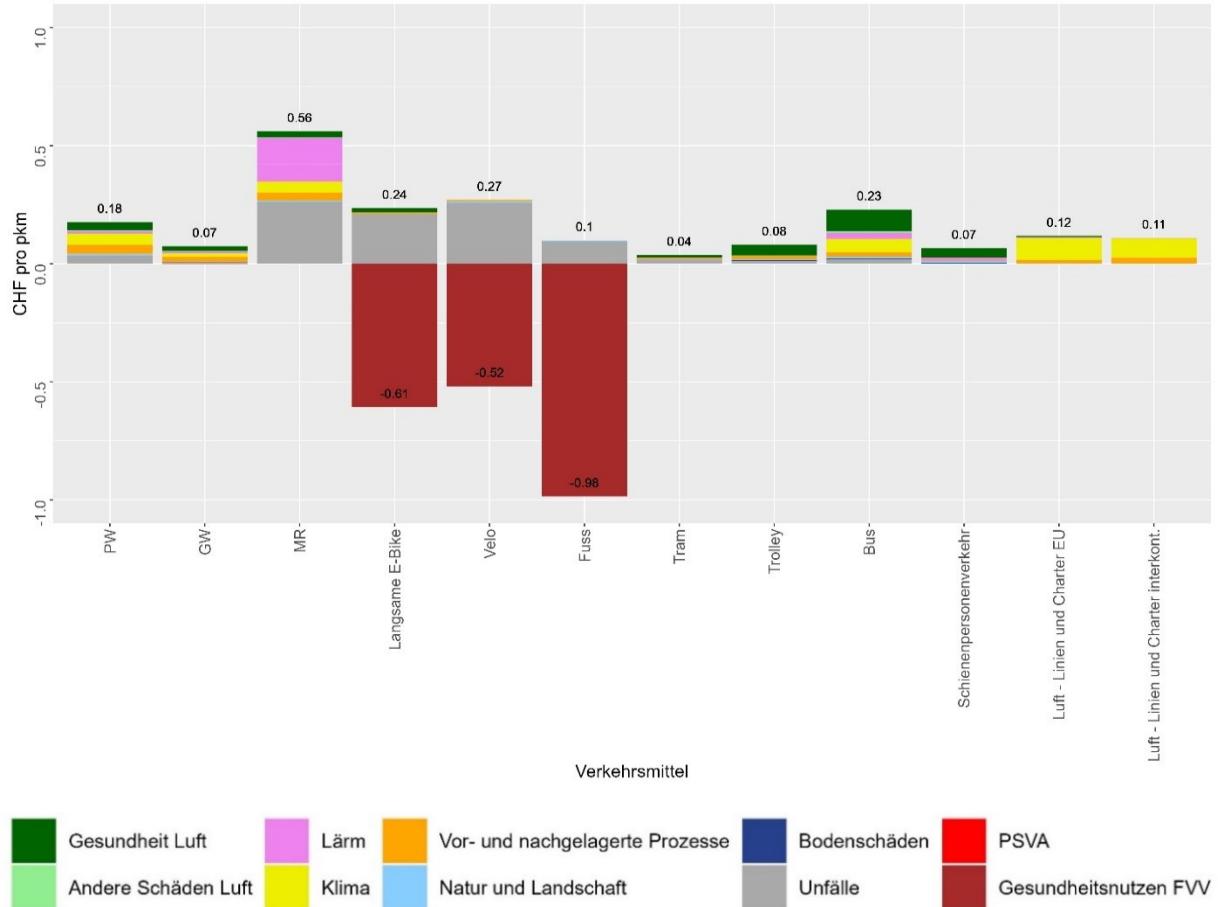


© ARE

3. Kosten pro km

Die Darstellung der Auswirkungen pro Personenkilometer (Pkm) oder Tonnenkilometer (Tkm) ermöglicht einen Vergleich der Verkehrsmittel auf der Grundlage einer gemeinsamen Einheit. Die Abbildungen 3.1 und 3.2 zeigen die externen Effekte pro Kilometer sowie die durch die Schwererverkehrsabgabe internalisierten Beträge⁵ für die wichtigsten Verkehrsmittel (mehr als 200 Millionen Pkm/Tkm pro Jahr).

Abbildung 3.1: Externe Kosten und Nutzen 2021 (CHF pro Personenkilometer)

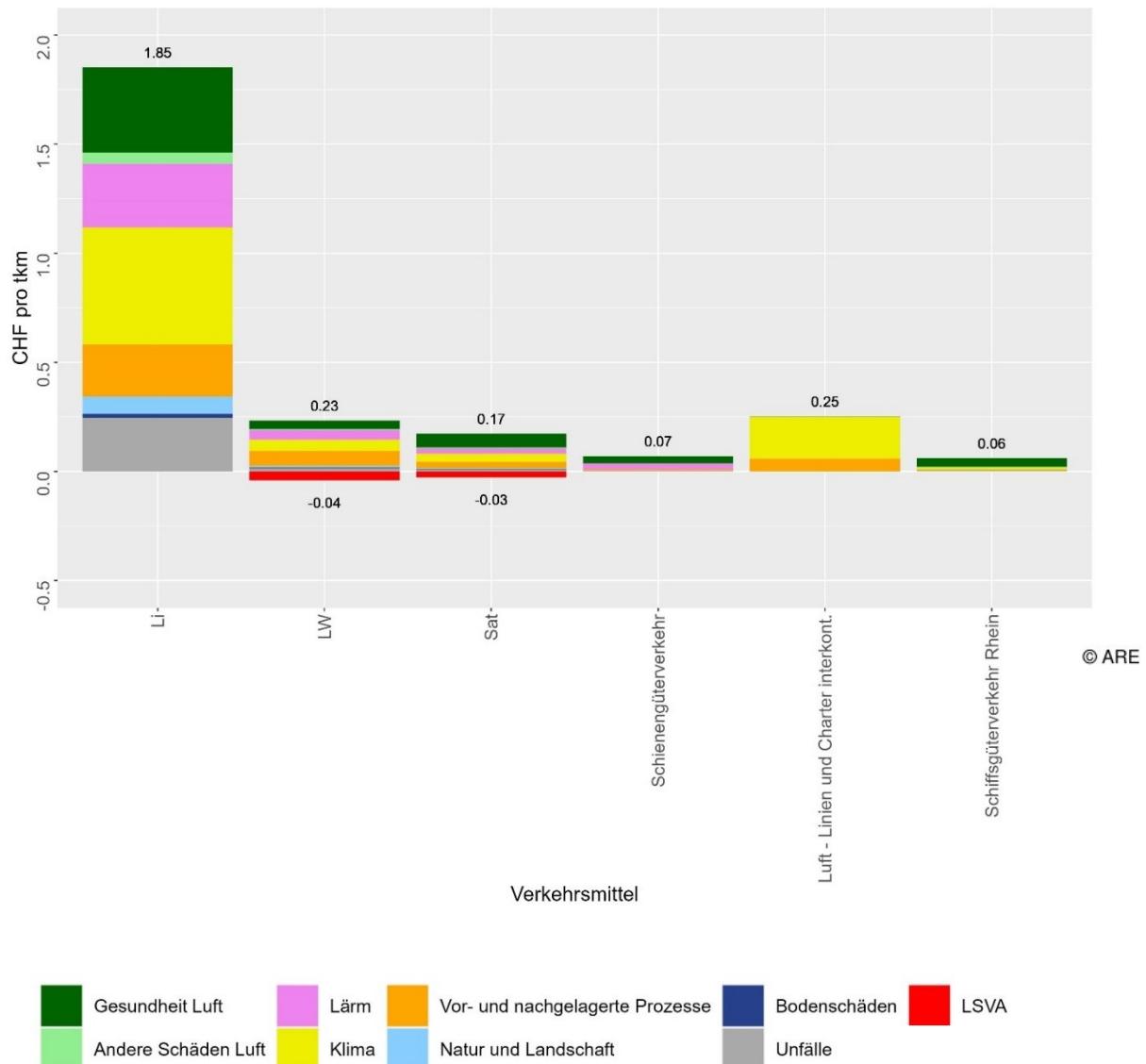


PW: Personenwagen; GW: Gesellschaftswagen; MR: Motorräder;

FVV: Fuss- und Veloverkehr; PSVA: Pauschale Schwererverkehrsabgabe

⁵ Leistungsabhängige Schwererverkehrsabgabe (LSVA) für den Güterverkehr; Pauschale Schwererverkehrsabgabe (PSVA) für den Personenverkehr

Abbildung 3.2:
Externe Kosten 2021 (CHF pro Tonnenkilometer)



Li: Lieferwagen; LW: Lastwagen; Sat.: Sattelschlepper

LSVA: Leistungsabhängige Schwerverkehrsabgabe

4. Sensitivitätsanalysen

Um die Unsicherheit der Berechnungen zu adressieren, wurden Sensitivitätsanalysen für die Hauptparameter durchgeführt (siehe auch Anhang A und B). Diejenigen, die die grössten Veränderungen im Vergleich zu den Basisberechnungen zeigen, sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengefasst.

Tabelle 4.1: Externe Kosten des Verkehrs 2021 (Mio CHF) – Sensitivitätsanalysen, Personen- und Güterverkehr (ohne Unfälle Sport und Freizeit)

Parameter	Kostenbereich	Verkehrsträger	Sensitivität tief (% Diff. im Vgl Basis)	Basisberechnung	Sensitivität hoch (% Diff. im Vgl Basis)
Value of Statistical Life (VOSL)	Total	Alle	22'460 (-14 %)	26'058	29'612 (+14 %)
	Luft Gesundheit	Alle	3'814	5'938	8'022
	Unfälle	Alle	3'009	4'484	5'953
	Total	Strassenverkehr	18'484	21'589	24'648
	Total	Schienenverkehr	1'440	1'823	2'207
	Total	Luftverkehr	2'311	2'345	2'379
	Total	Schiffsverkehr	225	301	378
Effektschätzer Gesundheit Luft	Total	Alle	23'142 (-11 %)	26'058	29'982 (+15 %)
	Luft Gesundheit	Alle	3'021	5'938	9'862
	Total	Strassenverkehr	19'322	21'589	24'605
	Total	Schienenverkehr	1'313	1'823	2'534
	Total	Luftverkehr	2'311	2'345	2'392
Klimakostensatz	Total	Alle	18'152 (-30 %)	26'058	52'667 (+102 %)
	Klima	Alle	2'026	7'044	22'767
	Vor- und nach. Prozesse	Alle	1'445	4'775	15'219
	Total	Strassenverkehr	14'871	21'589	42'639
	Total	Schienenverkehr	1'768	1'823	2'094
	Total	Luftverkehr	834	2'345	7'079
	Total	Schiffsverkehr	260	301	437
Effective Radiative Forcing (ERF) Nicht-CO2 Emissionen Luftverkehr	Total	Alle	n.a.	26'058	28'210 (+8 %)
	Klima	Alle	n.a.	7'044	8'753
	Total	Luftverkehr	n.a.	2'345	3'978

© ARE

5. Überlastungskosten

Das ARE berechnet die Zeitverlustkosten auf der Strasse (auf dem gesamten Schweizer Netz) durch einen Vergleich der tatsächlichen Reisezeiten mit denen ohne Staus (gemessen während der Nacht). Die Kosten entsprechen der Zahlungsbereitschaft der Verkehrsteilnehmenden, um Verspätungen zu vermeiden.⁶ Tabelle 5.1 fasst die getragenen Zeitverlustkosten auf der Strasse 2021 zusammen.

Tabelle 5.1: Zeitverlustkosten nach Fahrzeugkategorie, die die Kosten trägt 2021 (Mio CHF)

	Werkstage (Mo.-Fr.)	Wochenendtage (Sa./So.)	Total
Personenwagen	1'894	261	2'155
Lieferwagen	273	38	511
Schwere Nutzfahrzeuge	156	3	159
Total	2'324	301	2'625

© ARE

⁶ Siehe Infras und EBP (2022) [Kosten der Überlastung der Transportinfrastruktur \(KÜTI\) Grundlagenstudie](#)

Im öffentlichen Verkehr entstehen Komforteinbussen durch überfüllte Züge, Busse und Trams. ÖV-Nutzende haben 2021 insgesamt rund 31 Millionen Personenstunden in überlasteten Wagonen oder Bussen verbracht. Dies entspricht volkswirtschaftlichen Kosten von rund 12 Millionen Franken. So viel wären die Verkehrsteilnehmenden nämlich bereit zu bezahlen, um in weniger überlasteten Verkehrsmitteln zu fahren.

Die Resultate 2021 sind durch die Covid-Pandemie beeinflusst. Während der Verkehr stark zurückging, stieg auch die Unsicherheit der Ergebnisse, da die Berechnungsmethode nicht für so grosse Veränderungen ausgelegt ist. Die Ergebnisse sind daher mit Vorsicht zu interpretieren.

Anhang A: Klimakostensatz

Die Berechnung basiert sich auf dem Schadenskostenansatz und wurde mit dem GIVE-Modell⁷ für das Jahr 2021 durchgeführt. Für den zentralen Wert werden eine reine Zeitpräferenzrate (ZPR) von 1% und das Equity Weighting (ew) angewandt. Sensitivitätsanalysen wurden mit alternativen Annahmen durchgeführt (siehe Tabelle A1).

Für den Klimakostensatz der Folgejahre (d.h. ab 2022) müsste im Idealfall für jedes Jahr eine neue Modellierung mit GIVE durchgeführt werden. Die erwarteten Änderungen sind allerdings gering und rechtfertigen den entsprechenden Aufwand nicht. Daher wird das ARE bis auf weiteres denselben realen Wert wie für das Jahr 2021 verwenden. Die Inflation wird für die jährliche Fortschreibung (d.h. für die nominalen Werte) berücksichtigt.

Die folgende Tabelle fasst die Werte zusammen:

Tabelle A1: Klimakostensatz, CHF / tCO₂-äq (nominal)

Referenz-jahr	Tiefer Wert (ohne ew, reine ZPR 1%)	Zentraler Wert (mit ew, reine ZPR 1%)	Hoher Wert (mit ew, reine ZPR 0%)	Landesindex des konsumen- tenpreise (LIK Basis Dez 2020)
2021	130	430	1'370	101.0
2022	134	442	1'410	103.9
2023	137	452	1'439	106.1

ew: equity weighting; ZPR: reine Zeitpräferenzrate

© ARE

Anhang B: Value of Statistical Life (VOSL)

Die Berechnung der **Werte eines statistischen Lebens (VOSL)** basiert auf dem Bericht 'Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statistical life)' von Ecoplan (2016)⁸. Der Bericht empfiehlt die Anwendung des OECD-Basiswertes 2005 aus der Publikation 'Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies' der

⁷ Siehe [RFF-Berkeley Greenhouse Gas Impact Value Estimator \(GIVE\) Model](#)

⁸ [Ecoplan \(2016\)](#), Empfehlungen zur Festlegung der Zahlungsbereitschaft für die Verminderung des Unfall- und Gesundheitsrisikos (value of statistical life)

OECD⁹. Der Wert wird jährlich an die Wirtschafts- und Preisentwicklung der Schweiz angepasst. Um den Unsicherheiten bei der Ermittlung des VOSL Rechnung zu tragen, wird zusätzlich ein 50 Prozent tieferer respektive ein 50 Prozent höherer VOSL-Wert ausgewiesen. Diese Werte stecken die mögliche Schwankungsbreite des VOSL-Wertes ab.

Wenn die Altersstruktur einen Einfluss auf das Sterbesrisiko hat - oder anders gesagt, wenn die Personen, die dem Risiko ausgesetzt sind, nicht das Durchschnittsalter der Bevölkerung haben (z.B. bei den Auswirkungen der Luftverschmutzung), wird empfohlen, den **Wert eines verlorenen Lebensjahres (VLYL)** zu verwenden.

Tabelle B1: VOSL und VLYL Schweiz (in Faktorpreisen, nominal)

Jahr	Empfohlener Wert VOSL - Mio CHF [50% tiefer; 50% höher]	Vorheriger Wert VOSL – Mio CHF (Nov. 2020)*	Empfohlener Wert VLYL – CHF (aufgerundet auf 500) [50% tiefer; 50% höher]
2010	6.4 [3.2 ; 9.6]	6.4	229'000 [114'500 ; 343'500]
2011	6.6 [3.3 ; 10.0]	6.6	238'500 [119'000 ; 357'500]
2012	6.6 [3.3 ; 9.9]	6.6	237'000 [118'500 ; 355'500]
2013	6.6 [3.3 ; 9.9]	6.6	237'500 [119'000 ; 356'500]
2014	6.7 [3.4 ; 10.1]	6.6	241'000 [120'500 ; 362'000]
2015	6.7 [3.3 ; 10.0]	6.5	239'500 [119'500 ; 359'000]
2016	6.7 [3.3 ; 10.0]	6.6	240'500 [120'000 ; 360'500]
2017	6.6 [3.3 ; 10.0]	6.7	238'500 [119'000 ; 357'500]
2018	6.8 [3.4 ; 10.2]	7.0	244'500 [122'500 ; 367'000]
2019	6.9 [3.4 ; 10.3]	-	246'500 [123'000 ; 369'500]
2020	6.7 [3.3 ; 10.0]	-	239'000 [119'500 ; 358'500]
2021	6.9 [3.5 ; 10.4]	-	249'500 [124'500 ; 374'000]
2022	7.2 [3.6 ; 10.9]	-	260'000 [130'000 ; 390'000]
2023	7.4 [3.7 ; 11.0]	-	264'500 [132'000 ; 396'500]

© ARE

* Wert berechnet vor der Revision der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (September 2020)¹⁰, der Publikation der Input-Output-Tabelle 2017 (September 2021, revidiert in Februar 2022) und der Anpassung von Wachstum des BIP pro Einwohner (August 2022) bei BFS.

Erläuterungen:

Folgende Formel liegt den Berechnungen des VOSL der Schweiz zu Grunde:

$$\text{VOSL}_{\text{CH}, 20XX} (\text{CHF}) = \text{VOSL}_{\text{OECD}, 2005, \text{USD}} * \left(\frac{Y_{\text{CH}, 2005}}{Y_{\text{OECD}, 2005}} \right)^\beta * \text{PPP}_{2005} * (1 + \% \Delta P_{2005-20XX}) * (1 + \% \Delta Y_{2005-20XX})^\beta$$

Wobei

- $\text{VOSL}_{\text{OECD}, 2005, \text{USD}} = 3'012'558$ = OECD Basiswert 2005 in USD; aus OECD (2012)²

⁹ [Mortality Risk Valuation in Environment, Health and Transport Policies | OECD](#)

¹⁰ Diese Revision führt zu einem Anstieg des BIP von 2.8% bis 3.6% je nach Jahr, siehe [BFS \(2020\)](#)

- $Y_{CH, 2005}$ und $Y_{OECD, 2005} = 40'213$ und $30'869 =$ BIP pro Kopf der Schweiz resp. des Durchschnitts der OECD, 2005; aus Download OECD.Stat 19.9.2017 (GDP p head 2005, CH and OECD Total, current prices, current PPPs)
- $PPP_{2005} = 1.687 =$ Kaufkraftbereinigter Wechselkurs CHF / USD; Download von OECD.Stat 19.9.2017 (PPPs for GDP)
- $\beta = 0.8 =$ Einkommenselastizität des VOSL; aus OECD (2012)²
- $\% \Delta P_{2005-20XX} =$ siehe Tabelle unten = Preisentwicklung in der Schweiz seit 2005, in Prozent; Download von BFS 26.01.2023

Tabelle B2: Wachstum Landesindex der Konsumentenpreise seit 2005 (%):

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
4.53	4.73	4.02	3.82	3.82	2.62	2.21	2.72	3.72	4.02	3.32	3.92	6.84	9.15

- $\% \Delta Y_{2005-20XX} =$ siehe Tabelle unten = Wirtschaftsentwicklung der Schweiz seit 2005, in Prozent; Download von BFS 31.08.2023; BIP pro Einwohner zu Preisen des Vorjahres

Tabelle B3: Wachstum reales BIP pro Einwohner seit 2005 (%):

2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
6.83	7.98	8.10	8.78	9.99	10.53	11.59	12.06	14.42	14.91	11.63	16.93	19.07	18.30

Anschliessend erfolgt eine Umrechnung in Faktorpreise (Division durch 1.085 für 2010; 1.054 für 2011-2013; 1.047 für 2014-2016 und 1.062 für 2017-2021). Sie basiert auf der Input-Output-Tabelle (IOT) des BFS (2010: IOT 2008, 2011-2013: IOT 2011, 2014-2016: IOT 2014, 2017-2019: IOT 2017).

Umrechnung VOSL/VLYL: Die Umrechnung zwischen VOSL und VLYL erfolgt durch die folgende Formel (siehe Ecoplan (2016), Kapitel 3.5.4):

$$VOSL = VLYL \cdot \sum_{i=a}^T \frac{aP_i}{(1+r)^{i-a}}$$

Wobei

- $T =$ Maximale Lebenserwartung (110 Jahre)
- $a =$ Durchschnittliches Alter der Personen, deren VOSL erfragt wurde. Das Durchschnittsalter der befragten Personen in der OECD-Studie (2012) beträgt 50 Jahre
- $aP_i =$ Bedingte Wahrscheinlichkeit, dass eine Person im Alter a das Alter i erreicht, wurde mit Daten des BFS zur [Überlebenswahrscheinlichkeit 2008/2013](#) berechnet und auf Basis der Bevölkerung nach Alter (differenziert nach Männern und Frauen) in 2015 aktualisiert
- $r =$ Diskontrate. Der Wert berechnet sich aus der (realen) Diskontrate von 2% (gemäss SN 641 821). Zudem wurde berücksichtigt, dass der VLYL über die Zeit mit dem Reallohnwachstum von 1% zunehmen wird. Es wird zusätzlich einbezogen, dass gemäss OECD die Einkommenselastizität des VOSL (bzw. des VLYL) 0.8 beträgt. Damit ergibt sich eine Diskontrate von 1.2%¹¹.

¹¹ $\frac{1+2\%}{(1+1\%)^{0.8}} - 1 = 1.19\%$

Anhang C: Übersichtstabellen

Tabelle C1: Externe Kosten 2021 des Personenverkehrs nach Kostenbereich und Verkehrsträger (Mio CHF)

	Strasse			Schiene	Luft	Schiff	Total
	PMV	ÖV	FVV				
Gesundheit Luft	3'161	240	11	707	61	104	4'283
Andere Schäden Luft	259	17	0.46	31	6.8	9.4	324
Lärm	1'246	63	0	162	71	0	1'541
Klima	3'913	131	0	2.5	1'518	23	5'588
Vor- und nachgelagerte Prozesse	3'205	55	16	47	346	2	3'672
Natur und Landschaft	741	23	37	101	6.6	0.87	909
Bodenschäden	72	8.7	0.51	31	0	0	112
Unfälle (davon Sport- und Freizeit)	3'130	63	1'189 (419)	24	21	0.2	4'427
PSVA	-12	0	0	0	0	0	-12
Total	15'716	601	1'253	1'106	2'030	139	20'845
<i>davon elektrisch</i>	112	68	147				327

© ARE

PMV: privater motorisierter Verkehr; ÖV: öffentlicher Verkehr; FVV: Fuss- und Veloverkehr

Tabelle C2: Externe Kosten 2021 des Güterverkehrs nach Kostenbereich und Verkehrsträger (Mio CHF)

	Strasse		Schiene	Luft	Schiff	Total
	Lieferwagen	Schwerverkehr				
Gesundheit Luft	341	863	334	6.1	111	1'655
Andere Schäden Luft	45	59	17	0.81	12	134
Lärm	258	546	256	6.1	0	1'066
Klima	477	708	9.4	239	22	1'456
Vor- und nachgelagerte Prozesse	212	764	54	62	12	1'103
Natur und Landschaft	70	102	32	0.76	4.6	209
Bodenschäden	18	55	4.2	0	0	77
Unfälle	295	167	12	0.66	0.79	476
LSVA	0	-544	0	0	0	-544
Total	1'717	2'720	718	315	162	5'632
<i>davon elektrisch</i>	5.1	5.4				10.4

© ARE

Fussnote: die Unfallkosten von Traktoren und Arbeitsmaschinen - in Höhe von 77,6 Mio. CHF - werden in der Tabelle C2 der Kategorie Lieferwagen zugerechnet.

Box – Methodenupdate 2024: Auswirkungen auf die Ergebnisse

Die externen Kosten des Verkehrs 2021 betragen rund 26 Mrd. CHF. Dieser Wert liegt knapp 11 Mrd. CHF höher als eine Berechnung fürs gleiche Jahr ohne Anpassungen aus dem Methodenupdate¹². Hauptgrund der Erhöhung ist der Klimakostensatz, welcher von 140 CHF / t CO₂- Äquivalent auf 430 CHF / t CO₂-Äquivalent steigt.

Die Aktualisierung des Klimakostensatzes erklärt knapp $\frac{3}{4}$ dieser Erhöhung, d.h. gut 8 Mrd. CHF. Der Rest ist primär auf die Aktualisierung der Gesundheitskosten durch Luftverschmutzung zurückzuführen.

Von der Erhöhung der externen Effekte besonders betroffen sind Luft- (+ 186 %) und Schiffsverkehr (+ 164 %). Die externen Kosten des Schienen- und Strassenverkehrs steigen um rund 60 %.

¹² Siehe Ecoplan und Infras (2024) [Externe Effekte des Verkehrs 2021 - Umwelt-, Unfall- und Gesundheitseffekte des Strassen-, Schienen-, Luft- und Schiffsverkehrs](#)