



Verkehr der Zukunft 2060: Auswirkungen des Klimawandels auf die Verkehrsnachfrage

Zusammenfassung

**Transports du futur : les effets du changement climatique sur
la demande de transports à l'horizon 2060**

**Transport of the future 2060: Impact of climate change on
transport demand**

INFRAS Forschung und Beratung
Daniel Sutter
Christoph Petry
Martin Peter
Alexander Wunderlich

**Forschungsprojekt SVI 2011/003 auf Antrag der Schweizerischen Vereini-
gung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)**



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Bundesamt für Strassen
Office fédéral des routes
Ufficio federale delle Strade

Impressum

Forschungsstelle und Projektteam

Projektleitung

Daniel Sutter

Mitglieder

Christoph Petry

Martin Peter

Alexander Wunderlich

INFRAS, Binzstrasse 23, CH-8045 Zürich

Begleitkommission

Präsident

Daniel Kilcher

Mitglieder

Kay Axhausen

Jörg Beckmann

Sabine Friedrich

Klaus Kammer

Simon Kettner

Marta Kwiatkowski

Markus Liechti

Michael Löchl

Nicole Mathys

Martin Ruesch

Thomas Sauter-Servaes

Christoph Schreyer

Markus Schwyn

Michel Simon

Philipp Stoffel

Paketleitung

Markus Maibach

Antragsteller

Schweizerische Vereinigung der Verkehrsingenieure und Verkehrsexperten (SVI)

Bezugsquelle

Das Dokument kann kostenlos von <http://www.mobilityplatform.ch> heruntergeladen werden.

Zusammenfassung

Klimawandel und Verkehr beeinflussen sich gegenseitig. Einerseits ist der Verkehr eine bedeutende Quelle für klimarelevante Emissionen. Andererseits führt ein ungebremseter Klimawandel zu direkten und indirekten Folgewirkungen für den Verkehr. Während die Auswirkungen des Verkehrs auf den Klimawandel intensiv untersucht sind, fehlt das Wissen zu den langfristigen Wirkungen des Klimawandels auf den Verkehr in der Schweiz noch weitgehend. Direkte Folgen des Klimawandels – steigende Temperaturen, Starkniederschläge, Hitzewellen und weitere Wetterextremereignisse – stellen Verkehrsinfrastruktur und -betrieb vor neue Herausforderungen und werden auch das Verkehrsverhalten wesentlich beeinflussen. Dies hat Folgen für die Stabilität des Verkehrssystems in der Schweiz und führt zu Handlungsbedarf seitens Verkehrspolitik, -planung und -forschung.

Im Fokus dieser Studie steht folgende Frage: Wie wirkt sich der Klimawandel auf die Verkehrsnachfrage im Jahr 2060 aus?

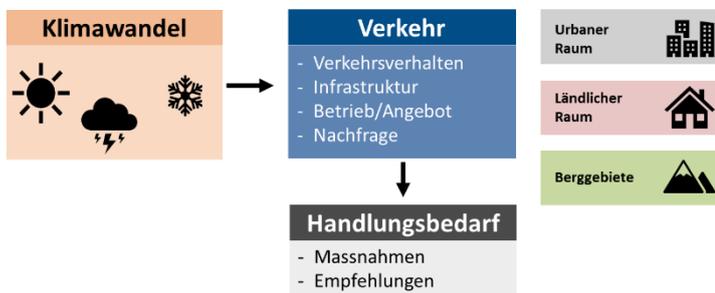


Abb. Z-1: Wie wirkt sich der Klimawandel auf die Verkehrsnachfrage in der Schweiz aus?

Grafik INFRAS.

Die vorliegende Studie ist Teil des SVI-Forschungspakets «Verkehr der Zukunft». Mehrere Teilprojekte analysieren darin verschiedene Faktoren, die die Mobilität generell sowie die Verkehrsnachfrage und das Verkehrsangebot im Jahr 2060 im Speziellen beeinflussen.

Ziele und Vorgehen

Im Zentrum der Analyse steht die Wirkung eines veränderten Klimas auf den Verkehr im Jahr 2060. Untersucht werden alle Ebenen des Verkehrs: Verkehrsverhalten, Infrastruktur, Verkehrsbetrieb/-angebot und schliesslich die Verkehrsnachfrage. In zweiter Priorität werden auch die Wirkungen auf Umwelt und Wirtschaft betrachtet. Ausgehend von drei Zukunftsszenarien – 1. Laissez-faire («Wir machen nichts»), 2. Anpassung 3. Vermeidung (weltweit) – werden mögliche Wirkungen erörtert. Weil diese Wirkungen regional sehr unterschiedlich ausfallen können, unterscheidet die Analyse nach drei Raumtypen: städtische Gebiete, ländliche Gebiete und Berggebiete. Die Studie ist wie folgt aufgebaut:

- In einem ersten Schritt werden auf Basis einer umfassenden Literaturliteraturanalyse zentrale Treiber und themenspezifische *Wirkungsketten* sowie ein Gesamtwirkungsmodell identifiziert (Kap. 3). In nächsten Schritt werden die *Zukunftsszenarien* skizziert (Kap. 4).
- Auf dieser Basis erörtert eine *Wirkungsanalyse* entlang der drei Szenarien, wie sich der Klimawandel auf den Verkehr in den verschiedenen Raumtypen auswirken könnte. Zusätzlich werden auch Wirkungen auf Umwelt und Wirtschaft analysiert (Kap. 5).
- Anhand zwei konkreter *Fallstudien* werden diese Wirkungen vertieft, überprüft und für konkrete Räume illustriert – entlang der Beispiele Engelberg und Zürich (Kap. 6).
- Die Studie schliesst mit einer *Synthese*, die unter anderem neun Kernaussagen und konkrete Handlungsempfehlungen umfasst sowie Forschungsbedarf aufzeigt (Kap. 7).

Für die Studie wurden ein Experten-Workshop (Grundlage für Wirkungsanalyse) und ein Stakeholder-Workshop (Fallstudie) durchgeführt, zahlreiche Expertinnen und Experten interviewt (Wirkungsanalyse, Fallstudien) sowie Literatur und Daten (v.a. für Fallstudien) analysiert. Mit Blick auf den Zeithorizont des Forschungspakets – das Jahr 2060 – lässt sich folgendes Gesamtfazit ziehen: Viele Auswirkungen des Klimawandels werden im Verkehr zwar erst «morgen» spürbar sein, Handlungsbedarf besteht jedoch schon heute. Im Folgenden sind die Kernaussagen und die Handlungsempfehlungen zusammengefasst.

Kernaussagen: Auswirkungen auf den Verkehr

Wie wirkt sich der Klimawandel auf den Verkehr der Schweiz im Jahr 2060 aus? Im Sinne einer Synthese der gesamten Studie werden im Folgenden neun zentrale Kernaussagen formuliert. Wichtig ist: Die Beschreibung der Wirkungen erfolgt für einen stark fortgeschrittenen Klimawandel (Szenarien 'Laissez-faire' bzw. 'Anpassung') mit einem Temperaturanstieg in der Schweiz bis Ende 21. Jahrhundert von +3°C bis +5°C gegenüber heute. Dargestellt sind die Wirkungen im Jahr 2060 im Vergleich zu einem Zustand *ohne* fortgeschrittenen Klimawandel (d.h. unter heutigen klimatischen Rahmenbedingungen).

1. Suche nach Kühle: Zunahme Freizeitverkehr und häufigere Verkehrsspitzen



Zunehmende Sommerhitze führt zu einem steigenden Bedürfnis nach Kühle. In Folge wächst der Freizeitverkehr aus der Stadt in Berggebiete, ländliche Regionen und an Gewässer. Vor allem an Wochenenden im Sommer nehmen die Verkehrsspitzen deutlich zu.

- Aufgrund der zunehmenden Sommerhitze sinkt die Attraktivität der Städte markant. In den Sommermonaten nimmt die **Flucht aus der Stadt** zu: Auf der Suche nach Kühle, Grün und Gewässern (Seen, Flüsse) fahren Bewohner aus den Städten und Agglomerationen häufiger und oft auch für kürzere Zeit in die Berggebiete sowie aufs Land.
- Die Folge davon sind deutlich **wachsende Verkehrsströme im Freizeitverkehr**. Insbesondere der Tagestourismus an Wochenenden sowie Kurzferien in Berggebieten und ländlichen Regionen nehmen deutlich zu. Zur Illustration: An Spitzentagen kann die Nachfragersteigerung in touristisch attraktiven Berggebieten bis zu +50% betragen, wie das Fallbeispiel Engelberg gezeigt hat. Reiseentscheidungen erfolgen – wetter- und temperaturbedingt – oft kurzfristig. Im Sommer sind leichte **Verschiebungen im Tagessgang** und somit der Verkehrsspitzen möglich (früher am Morgen, später am Abend).
- Die Nachfrage im Freizeit- und Tourismusverkehr steigt. Dadurch nimmt die Verkehrsnachfrage im Sommer auf den Zufahrten in die und innerhalb der Berge deutlich zu. In der Folge steigen Anzahl und **Intensität der Verkehrsspitzen** in der (längeren) Sommerperiode. Betroffen sind sowohl der öffentliche Verkehr als auch der Individualverkehr. Überlastungen und Kapazitätsengpässe auf Autobahnen und Hauptstrassenzufahrten in Berggebiete sowie auf der Schiene nehmen im Sommer Ausmasse an, wie man sie heute punktuell in Wintermonaten mit dem Wintertourismus kennt (An- & Abreiseverkehrsspitzen morgens und abends am Wochenende von Freitag bis Sonntag).

2. Multilokales Wohnen nimmt zu – gut erschlossene Berggebiete werden als Wohnsitz attraktiver



Die Suche nach Sommerfrische steigert die Attraktivität der gut erschlossenen Berggebiete sowie der Voralpen als Wohnort. Im Sommer kühlere Gebiete gewinnen als Erst- und Zweitwohnsitz an Bedeutung. Multilokales Wohnen ist immer häufiger verbreitet. Der Pendelverkehr zwischen urbanen Gebieten und Berggebieten nimmt zu.

- Berggebiete werden als **temporärer oder dauerhafter Wohnsitz** attraktiver – dank kühlerer Temperaturen im Vergleich zu Städten. Immer mehr Leute leben dauerhaft oder für einen Teil des Jahres in verkehrlich gut erschlossenen Berggebieten oder den Voralpen, auch dann, wenn sich ihr Arbeitsplatz in urbanen Gebieten befindet. Die

Nachfrage nach Wohnraum in Berggebieten wird entsprechend zunehmen. Immer öfter werden auch Zweitwohnungen als Erstwohnsitz genutzt. Diese Entwicklung wird durch die zunehmende Digitalisierung unterstützt.

- **Multilokales Wohnen** liegt zunehmend im Trend. Treiber dafür ist nebst der technologischen Entwicklung und der zunehmenden Akzeptanz von räumlich-zeitlich flexiblem Arbeiten auch der Klimawandel. Er erhöht die Attraktivität der Berggebiete insbesondere im Sommer ('Suche nach Sommerfrische'), aber teilweise auch im Winter ('Suche nach Schnee und Sonne'). Dieser Trend nützt allerdings primär den gut erschlossenen Berggebieten, während sehr periphere Gebiete und Täler davon weniger profitieren.
- Auch wenn Telearbeit an Relevanz gewinnt, führt die zunehmende Attraktivität der Berggebiete zu einem **Anstieg des Pendlerverkehrs** zwischen Berggebieten und dem Mittelland, insbesondere städtischen Agglomerationen. Die erhöhte Verkehrsnachfrage werktags zu Spitzenzeiten erfordert einen wachsenden Bedarf an Verkehrsangeboten (und punktuell sogar neuen Infrastrukturen). Besonders betroffen ist der öffentliche Verkehr zwischen Berggebieten und Städten, der bisher hauptsächlich auf die Wochenenden sowie die Winterspitzen ausgerichtet ist. Auch im Ortsverkehr besteht Handlungsbedarf. Neue Angebotsformen an der Schnittstelle von ÖV und MIV – zum Beispiel automatisierte Shuttles ('Robo-Vans' oder 'Robo-Taxis') – können bei der Deckung dieser zusätzlichen Mobilitätsbedürfnisse eine wichtige und hilfreiche Rolle spielen. Insgesamt gilt es zu betonen, dass die Nachfrageeffekte im Pendlerverkehr weniger ausgeprägt sein werden als die Folgen im Freizeitverkehr.

3. Attraktivität städtischer Gebiete als Wohnort sinkt, Druck aufs Land steigt



Die zunehmende Hitze in städtischen Agglomerationen führt nicht nur zu mehr Freizeitverkehr in kühlere Gebiete, sondern auch zu einer steigenden Attraktivität ländlicher Gebiete in der Nähe städtischer Zentren als Wohnort. Entsprechend wächst der Siedlungsdruck im ländlichen Raum, die Pendlerströme zwischen Land und städtischen Agglomerationen nehmen zu.

- Die Sommerhitze wirkt sich nicht nur auf das Freizeitverhalten in den Städten aus: Auch als Wohnort verlieren städtische Agglomerationen aufgrund der Hitze deutlich an Attraktivität. Auf der anderen Seite gewinnen ländliche Gebiete an Bedeutung. Insbesondere wenn eine wirksame Anpassung der Städte an die Sommerhitze ausbleibt, werden zukünftig aufgrund des Klimawandels **mehr Leute aufs Land** ziehen.
- Der Siedlungsdruck in ländlichen Gebieten nimmt zu und parallel dazu der Pendlerverkehr zwischen ländlichen Gebieten und städtischen Agglomerationen. Folglich steigt der Druck zum **Bau zusätzlicher Verkehrsinfrastrukturen** bei Strasse und Schiene sowie für einen Angebotsausbau im ÖV. Diese Wirkungen fördern die Zersiedelung und führen zu einer Zunahme der Verkehrskosten.
- Wenn es den Städten gelingt, wirksame Anpassungsmassnahmen gegen die Hitze umzusetzen, mindert sich der Siedlungs- und Verkehrsdruck von der Stadt aufs Land. Umgekehrt können ländliche Zentren **als Wohn- und Arbeitsräume** an Bedeutung gewinnen, indem sie gezielt die Vorteile ländlicher Räume gegenüber Stadtgebieten stärken.

4. Zuverlässigkeit im Verkehr sinkt – Güterverkehr besonders herausgefordert



Zunehmende Extremwetterereignisse beeinträchtigen die Verkehrsinfrastruktur und den Verkehrsbetrieb direkt oder indirekt. Infolge sinkt die Zuverlässigkeit («Level of Service»). Gleichzeitig nehmen Betriebs- und Unterhalts- sowie Investitionskosten für Anpassungsmassnahmen deutlich zu. Besonders betroffen ist der Güterverkehr: dessen Attraktivität wird verringert, die Transportkosten steigen, die Nachfrage wird gedämpft.

- Das steigende Risiko für Extremwetterereignisse (Starkniederschläge, Überschwemmungen, Hitzewellen, Stürme, Murgänge, Lawinen etc.) führt zu einer **Zunahme der**

Schäden an Verkehrsinfrastrukturen. Blockierte und beschädigte Infrastrukturen mindern die Zuverlässigkeit und Planbarkeit des Verkehrs und führen zu Zeitverlusten. Bei der Zufahrt in Berggebiete können Streckensperrungen bei mangelnden Alternativrouten besonders problematisch sein (abgeschnittene Zufahrtswege).

- Nebst den Verkehrsinfrastrukturen ist auch der Verkehrsbetrieb direkt von Extremereignissen betroffen: Technische Beeinträchtigungen an Fahrzeugen im privaten und öffentlichen Verkehr durch Extremereignisse und Hitze mindern deren Verfügbarkeit, was zu **höheren Verkehrskosten** sowie einer verringerten Nachfrage führt.
- Speziell betroffen ist der Güterverkehr, sowohl direkt im Betrieb (Unterbruch von Kühlketten, technische Verfügbarkeit Fahrzeuge, Wasserschäden etc.), als auch indirekt infolge beeinträchtigter Verkehrsinfrastrukturen auf Strasse und Schiene. Die **betrieblichen Beeinträchtigungen** mindern die Zuverlässigkeit des Güterverkehrs (z.B. unterbrochene Lieferketten, längere Transportzeiten).
- Die Transportkosten im Güterverkehr werden insgesamt steigen. Einerseits erhöhen die Beeinträchtigungen und verminderte Zuverlässigkeit die Kosten, andererseits sind Anpassungsmassnahmen ebenfalls mit erheblichen Kosten verbunden. Der Klimawandel wird sich langfristig **dämpfend auf die Güterverkehrsnachfrage** auswirken.
- Überdurchschnittlich stark betroffen ist der Verkehr über grössere Distanzen (Personen- und Güterverkehr), während der lokale Verkehr dank **mehr Alternativen** weniger beeinflusst wird. Sinkende Zuverlässigkeit und steigende Kosten führen zu einer Stärkung der kurzen Wege sowie der lokalen Wertschöpfung.

5. Kühlungsbedarf steigt, Hitzeschäden nehmen zu



Die Sommerhitze erschwert den Betrieb der Verkehrsmittel. Einerseits steigt der Kühlungsbedarf für Fahrgäste, Güter und technische Anlagen. Andererseits erhöht sich das Risiko für technische Störungen und Ausfälle. Aber: Dank milderer Temperaturen sinkt die Anfälligkeit für technische Störungen im Winter.

- **Hitzeperioden** beeinträchtigen den Betrieb im Schienen- und Strassenverkehr zunehmend. Schäden an Fahrbahn (Asphalt, Gleise) und technischer Infrastruktur nehmen zu. Die Zuverlässigkeit im Verkehrsbetrieb sinkt (Strasse und Schiene).
- Herausforderungen stellen sich nicht nur bei der Infrastruktur, sondern auch beim Verkehrsbetrieb: Besondere Anstrengungen sind nötig, um das Service-Level im gewerblichen Verkehr (ÖV, Güterverkehr) zu halten und sicherzustellen. Besonders wichtig wird der **Kühlungsbedarf** – für Verkehrsteilnehmende, Güter und technische Infrastruktur – mit entsprechenden Kostenfolgen.
- Im **Winter** dagegen wirkt sich der Klimawandel positiv auf den Verkehrsbetrieb aus: Technische Störungen und Ausfälle von Fahrzeugen und Infrastrukturen infolge Kälte und Schnee nehmen in dieser Jahreszeit deutlich ab.

6. Starke Nachfragesteigerung im Veloverkehr – mit potenziell negativen Unfallfolgen



Der Klimawandel trägt zu einer insgesamt deutlichen Steigerung der Nachfrage im Veloverkehr sowie bei E-Bikes und anderen fahrzeugähnlichen Geräten bei. Kürzere und mildere Winter verlängern die Velosaison. Dadurch kommt es aber auch zu mehr Velounfällen. Das erfordert zusätzliche Veloinfrastrukturen und Sicherheitsmassnahmen.

- Die letzten, überdurchschnittlich warmen Jahre und Hitzesommer haben gezeigt: Der Klimawandel **begünstigt den Veloverkehr** und führt zu einer starken Nachfragesteigerung – vor allem in städtischen Agglomerationen, etwas weniger ausgeprägt aber auch im ländlichen Raum. Zur Illustration: Die Nachfragesteigerung im Veloverkehr infolge Klimawandel kann in der Grössenordnung von +50% bis +100% gegenüber einer Situation ohne Klimawandel liegen, wie das Fallbeispiel Zürich gezeigt hat.

- Der Veloverkehr profitiert vor allem von kürzeren und schwächeren Wintern mit weniger Schnee, Eisglätte und Kälte. Damit **verlängert sich die Saison** für Velos sowie für E-Bikes, Motorräder und fahrzeugähnliche Geräte (z.B. Trottinette, Scooter). Immer öfter wird das Velo auch ganzjährig verwendet und im Winter nur noch in Einzelfällen darauf verzichtet. Ein weiterer Grund für die Nachfragesteigerung ist die Zunahme an trockenen und warmen Tagen im Sommerhalbjahr. Das Velo sowie andere Zweiräder gewinnen als Verkehrsmittel an Attraktivität.
- Eine negative Folge der Nachfragesteigerung im Veloverkehr ist die **Zunahme der Unfälle**. Velos haben heute im Vergleich zum MIV und ÖV ein höheres Unfallrisiko mit Verletzungsfolgen (bezogen auf die Verkehrsleistung). Um dieses zu mindern, insbesondere bei der erwarteten, deutlichen Zunahme des Veloverkehrs, sind zusätzliche Investitionen in die Veloinfrastruktur und Verkehrssicherheitsmassnahmen notwendig.
- Nebst dem Mengeneffekt durch die höhere Nachfrage im Veloverkehr erhöht auch die Hitze im Sommer mutmasslich das **Unfallrisiko** – im Langsamverkehr und im motorisierten Verkehr. Auf der anderen Seite sinkt künftig das Unfallrisiko im Winter aufgrund weniger Eisglätte und Schnee, nicht nur für den motorisierten Strassenverkehr, sondern insbesondere auch für Fussgänger.

7. Der Tourismus profitiert – je nach Region und Jahreszeit gibt es aber auch Verlierer



Die Auswirkungen des Klimawandels auf die touristische Nachfrage und folglich den Verkehr unterscheiden sich je nach Region und Jahreszeit sehr stark. Im Sommer wird die Nachfrage in den Berggebieten deutlich zunehmen, im Winter tendenziell abnehmen und sich auf höher gelegene Gebiete konzentrieren.

- Der Sommertourismus in den Bergen profitiert deutlich von der zunehmenden Sommerhitze. Einerseits führt die Hitze in Städten und dem Mittelland zu einer steigenden Nachfrage nach **Tagesausflügen und Kurzferien in den Bergen**. Andererseits steigt die Attraktivität der kühleren Berggebiete als Destination für längere Sommerferien bei in- und ausländischen Touristen – vor allem im Vergleich zu wegen weltweitem Klimawandel hitzegeplagten oder Extremwetter gefährdeten Feriendestinationen (z.B. Mittelmeerregion, weltweit Küstenstädte oder Inseln). Die Folge davon ist eine zunehmende Verkehrsnachfrage im Sommer mit häufigeren und ausgeprägteren Verkehrsspitzen.
- Besonders stark profitieren **Destinationen mit guter Verkehrserschliessung** und einer gewissen Nähe zu einer grösseren Stadt/Agglomeration.
- Eher einen Rückgang im Sommertourismus werden dagegen die Städte verzeichnen. Aufgrund der Hitze verlieren sie an Attraktivität. Dagegen dürften zukünftig **Städtereisen** in die Schweiz im Winterhalbjahr dank des milderen Klimas attraktiver werden.
- In den Berggebieten führt der Klimawandel insgesamt zu einem **Nachfragerückgang im Wintertourismus**, insbesondere beim klassischen Wintersport. Die Wirkungen unterscheiden sich aber je nach Region und Destination deutlich:
 - In einigen Destinationen wird der Wintersport aufgrund der **abnehmenden Schneesicherheit** ganz verschwinden oder sich auf Nischen (z.B. Winterwandern) konzentrieren. In diesen Gebieten wird die Verkehrsnachfrage im Winter deutlich sinken.
 - Andere Destinationen dagegen profitieren von ihrer höheren Lage und dem **relativen Vorteil** gegenüber der Konkurrenz. Allerdings wird die Zahl dieser Destinationen laufend abnehmen. Zudem werden auch diese Destinationen neue Alternativangebote schaffen müssen, weil der klassische Skitourismus als Massenphänomen abnimmt. In verkehrlicher Sicht dürfte davon der ÖV profitieren, der bisher im Skitourismus gegenüber dem Auto einen Nachteil hat (v.a. wegen Gepäcktransport). Der Klimawandel verstärkt hier einen Trend, der durch den gesellschaftlichen Wandel bereits einen wichtigen Treiber aufweist.
- Der insgesamt positive Effekt auf den Tourismus kann aber nur dann realisiert werden, wenn entsprechende **Anpassungsmassnahmen** im Bereich der touristischen und verkehrlichen Infrastruktur (Sicherheit/Risikominderung, Sicherstellung Erschliessung, alternative Angebote etc.) umgesetzt werden.

8. Verkehrsinfrastruktur wird teurer – Transportkosten steigen



Der Klimawandel erhöht den Bedarf nach zusätzlichen Investitionen in die Verkehrsinfrastruktur sowie in den Verkehrsbetrieb zur Sicherung der Zuverlässigkeit und Erreichbarkeit. Der Finanzierungsbedarf im Verkehr steigt deutlich an, die Transportkosten steigen.

- Beeinträchtigungen der Verkehrsinfrastruktur und des Verkehrsbetriebs durch klimabedingte Extremereignisse erfordern zunehmend **Anpassungs- und Reparaturmassnahmen** und erhöhen den **Unterhaltsbedarf**. Auch für das Gefahren- und Risikomanagement sind zusätzliche Investitionen nötig. Zudem erhöhen zunehmende Infrastrukturstörungen und -schäden den Bedarf an alternativen Infrastrukturen (Parallelrouten).
- Ebenfalls betroffen sind **touristische Infrastrukturen**, vor allem in Berggebieten. Der Rückgang des Permafrosts, erhöhte Lawinengefahr und steigende Schneesicherheitslinien erfordern zusätzliche Investitionen in entsprechende Infrastrukturen.
- Diese infrastrukturellen und betrieblichen Massnahmen führen einerseits zu höheren Transportkosten und andererseits zu erheblichen volkswirtschaftlichen Kosten. Insgesamt steigt der Anteil der **verkehrsbedingten Ausgaben** an den Gesamtausgaben der Volkswirtschaft. Dies ist verbunden mit einer Zunahme der Verkehrskosten pro Leistungseinheit und einer entsprechend sinkenden Produktivität des Verkehrssektors.
Eine neue Studie des UVEK schätzt, dass die Zunahme der infrastrukturbedingten Kosten des Klimawandels im Strassen- und Schienenverkehr jährlich im zweistelligen bis maximal tiefen dreistelligen Millionenbereich liegen, wobei die Unsicherheiten noch sehr gross sind (Jaag & Schnyder 2019).
- Der Klimawandel erhöht zudem die **Flächenkonkurrenz**. Einerseits steigt der Flächenbedarf für verkehrliche Infrastrukturen (z.B. alternative Infrastrukturen/Routen, zusätzliche Veloinfrastrukturen) und deren Sicherungsbauwerke. Andererseits erhöht sich in Städten der Platzbedarf im Strassenraum infolge von Anpassungsmassnahmen an die Hitze (Grünflächen, breitere Strassen für Durchlüftung und stärkere Begrünung).

9. Mittelkonkurrenz zwischen den Regionen nimmt zu



Verschiedene Regionen und soziale Gruppen sind unterschiedlich stark von den negativen Folgen des Klimawandels auf den Verkehr – steigende Kosten, sinkende Zuverlässigkeit und schlechtere Erreichbarkeit – betroffen. Periphere Gebiete und einkommensschwache Haushalte spüren die negativen Folgen besonders. Der wachsende Finanzbedarf im Verkehr führt zu einer zunehmenden Mittelkonkurrenz mit anderen Politikfeldern sowie zu Verteilungskonflikten zwischen einzelnen Regionen.

- Steigende Transportkosten im Personen- und Güterverkehr als Folge des Klimawandels führen zu einer **Verteuerung** der Mobilität sowie von Gütern. Das bremst die Kostensenkungspotenziale und Effizienzgewinne von Automatisierungs- und Digitalisierungstrends im Verkehrssektor. Diese Kostenzunahme trifft tiefere Einkommen tendenziell stärker. Insbesondere einkommensschwache Haushalte mit geringer zeitlicher Flexibilität (z.B. aufgrund nicht-flexibler Arbeitszeiten) sind überdurchschnittlich betroffen.
- Von infrastrukturbedingten Kosten, sinkender Zuverlässigkeit und steigenden Transportkosten sind nicht alle Regionen gleichermassen betroffen. Besonders stark wirken sich diese Faktoren in peripheren Gebieten (im ländlichen Raum sowie Berggebieten) aus, in denen die Verkehrsnachfrage gedämpft wird. **Regionale Disparitäten** und **Verteilungsfragen** verschärfen sich.
- Die höheren Ausgaben der öffentlichen Hand für den Verkehrsbereich führen überdies zu **Mittelkonkurrenz** mit anderen Politikfeldern wie z.B. Gesundheit oder soziale Sicherheit. Einkommensschwächere Haushalte sind auch hier infolge möglicher Verdrängungseffekte in anderen Politikfeldern stärker betroffen.

- Verteilungskonflikte zwischen und innerhalb von Regionen um knappe öffentliche finanzielle Ressourcen nehmen zu, vor allem hinsichtlich des Ausbaus und Erhalts von Infrastrukturen bzw. zur Erschliessung. Insbesondere die peripheren, weniger gut erschlossenen Gebiete (in den Bergen und auf dem Land) sind stärker betroffen – während andere Regionen profitieren. Die Frage «Was können und wollen wir uns leisten?» gewinnt an Bedeutung und kann dazu führen, dass in gewissen Gebieten auf **Ausbau- und Erhaltungsmaßnahmen** im Bereich der Verkehrsinfrastruktur verzichtet wird.

Gesamteinschätzung: Auswirkungen auf die Verkehrsnachfrage

Die Wirkung des Klimawandels auf die gesamte Verkehrsnachfrage (Gesamtniveau) wird weniger gross sein als die Wirkung anderer grosser Trends (z.B. demographische Entwicklung, neue Angebotsformen, Automatisierung). Sehr bedeutend sind dagegen strukturelle Effekte auf einzelne Verkehrszwecke, Verkehrsmittel, bestimmte Regionen und Korridore sowie tageszeitliche Verschiebungen v.a. im Sommer aufgrund Verhaltensänderungen:

Der Klimawandel führt vor allem zu einem substantziellen Anstieg des Freizeitverkehrs – hauptsächlich im Sommer – und des Langsamverkehrs. Zudem werden, insbesondere im Freizeitverkehr in Tourismusgebieten, die tageszeitlichen Spitzen noch deutlich verschärft, vor allem am Wochenende. Modale Verschiebungen aufgrund des Klimawandels können nicht generell erwartet werden – mit Ausnahme des Veloverkehrs, dessen Nachfrage deutlich positiv vom Klimawandel beeinflusst wird.

Regional werden die Nachfragewirkungen sehr unterschiedlich sein. In peripheren Gebieten (Berge, ländlicher Raum) wird die Nachfrage sinken, in attraktiven und agglomerationsnahen ländlichen Räumen und Berggebieten dagegen steigen. In den Städten sind die Wirkungen unterschiedlich, aufgrund der vermehrten 'Stadtflucht' (in der Freizeit oder zum Wohnen) dürfte die Verkehrsnachfrage aber auch in und um Städte eher zunehmen.

Handlungsempfehlungen

Basierend auf den Erkenntnissen zu den Auswirkungen des Klimawandels auf den Verkehr identifiziert die Studie konkreten Handlungsbedarf und formuliert Empfehlungen zuhanden der Fachleute, der Verwaltung und der (Verkehrs-)Politik. Handlungsbedarf und Empfehlungen orientieren sich an den neun Kernaussagen (vgl. oben). Eine ausführliche, nach Raumtypen differenzierte Darstellung von Handlungsbedarf und Empfehlungen findet sich im Haupttext (Synthese).



Tab Z-1: Handlungsbedarf und Empfehlungen

| Kernaussage | Handlungsbedarf, Empfehlungen |
|--|--|
| <p>Suche nach Kühle: Zunahme Freizeitverkehr und häufigere Verkehrsspitzen (Kernaussage 1)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erschliessungskonzepte für touristische Gebiete, deren Nachfrage infolge 'Suche nach Sommerfrische' stark zunehmen wird. Sicherstellung redundanter Verkehrserschliessung (verkehrsträgerübergreifend). ▪ Bedarfsgerechter Ausbau von Verkehrsangeboten und gegebenenfalls der Verkehrsinfrastrukturen, mit Blick auf Nachfragespitzen im Sommerhalbjahr: z.B. konsequente Umsetzung neuer Angebotsformen an der Schnittstelle von ÖV und MIV, ÖV-Zusatzangebote zu Spitzenzeiten, Velo- und E-Bike-Schnellrouten, ergänzt mit verkehrsträgerübergreifenden Lenkungsmaßnahmen. Ausbau betrifft v.a. Angebote zwischen Agglomerationen und touristischen Gebieten (Berggebiete, Ausflugsziele in ländlichen Räumen) und innerhalb von Tourismusgebieten. ▪ Proaktive Planung von Zugängen zu Gewässern (Seen, Flüsse) für den Fuss- und Veloverkehr. Berücksichtigung solcher Projekte im Rahmen der Agglomerationsprogramme. |
| <p>Multilokales Wohnen nimmt zu – Berggebiete als Wohnsitz attraktiver (Kernaussage 2)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Notwendigkeit zusätzlicher Pendlerverbindungen zwischen touristischen Zentren in Bergen oder Voralpen und Agglomerationen prüfen und ggf. neue Angebote schaffen (unter Berücksichtigung der zukünftig absehbaren neuen Technologien und Angebotsformen). ▪ In entsprechenden Berggebieten Ausbau einer digitalen Infrastruktur für räumlich flexibles Arbeiten (Co-Working-Angebote, hochwertige Internetverbindung, ergänzt mit weiteren Angeboten wie Kinderbetreuung etc.), um Pendlerverkehre zu verringern. |
| <p>Attraktivität städtischer Gebiete sinkt, Druck aufs Land steigt (Kernaussage 3)</p>  | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Städte und Agglomerationen: umfassende Anpassungsmassnahmen gegen Hitze (raumplanerisch, Begrünung, infrastrukturell) im Verkehr z.B.: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Gestaltung von Strassenräumen: Verkehrsinfrastrukturen begrünen und beschatten (z.B. mit Bäumen) ▪ Massnahmen zur Hitzeverminderung bei Strassen- und Traminfrastrukturen: z.B. Farbe von Strassenbelägen, begrünte Tramtrassees. ▪ Eine Herausforderung sind mögliche Zielkonflikte zwischen Durchflugsachsen und verkehrsbedingten Lärmimmissionen. ▪ Sorgfältige Abstimmung von Verdichtung (→ als Vermeidungsmassnahme) und Hitzeanpassungsmassnahmen (Grünräume, Frischluftschneise). ▪ Die zunehmende Flächenkonkurrenz in Städten als grosse Herausforderung, welche Städte proaktiv angehen müssen (insb. Veloverkehr). |

| Kernaussage | Handlungsbedarf, Empfehlungen |
|---|---|
| <p>Zuverlässigkeit im Verkehr sinkt: Güterverkehr besonders herausgefordert (Kernaussage 4)</p>  | <ul style="list-style-type: none">▪ Identifikation kritischer bzw. durch Klimawandel langfristig gefährdeter Verkehrsinfrastrukturen (z.B. durch Überschwemmungen, Rutschungen).▪ Verkehrsübergreifende Redundanzanalyse im Verkehrssystem. Anschließend bei Bedarf Festlegung (und ggf. Ausbau) möglicher Alternativrouten im Fall von Sperrungen an neuralgischen, gefährdeten Punkten.▪ Evaluation von alternativen Erschliessungs- und Versorgungssystemen bei Unterbrüchen, kritischen Ereignissen – unter Berücksichtigung der Wirtschaftlichkeit.▪ Anpassung von Logistikprozessen und -standorten sowie Förderung alternativer Routen und Verkehrsmittel durch Transport- und Logistikbranche. |
| <p>Kühlbedarf steigt, Hitzeschäden nehmen zu (Kernaussage 5)</p>  | <ul style="list-style-type: none">▪ Evaluation und vertiefte Forschung im Bereich geeigneter Technologien und Materialien, z.B. hitzeresistente Technologien, sowohl für die Strassen (Asphalt, Beläge) als auch die Schieneninfrastruktur.▪ Intensivierung Unterhaltsbedarf für Infrastrukturen (Strasse und Schiene), z.B. zusätzlicher Unterhalt der Infrastruktur im schienengebundenen ÖV in Hitzezeiten.▪ Kühlung und Beschattung von Umsteigeanlagen, z.B. ÖV-Haltestellen, Warterräumen und neuen Mobilitäts-Hubs (Begrünung, Überdachung etc.). |
| <p>Zunahme Nachfrage mit potenziell negativen Unfallfolgen (Kernaussage 6)</p>  | <ul style="list-style-type: none">▪ Ausbau Veloverkehrsinfrastruktur: zusätzliche Velorouten in Städten sowie zwischen Städten und umliegendem Agglomerationsraum sowie Naherholungsräumen (v.a. Gewässern); Ausbau von Veloverkehrsangeboten wie Verleihsysteme, Abstellplätze etc. (→ Agglomerationsprogramme).▪ Umsetzung zusätzlicher Sicherheitsmassnahmen zur Verringerung des Unfallrisikos im Veloverkehr (→ erhöhter Platzbedarf des Veloverkehrs, Entflechtung). |
| <p>Tourismus: teilweise Profiteur – teilweise Verlierer (Kernaussage 7)</p>  | <ul style="list-style-type: none">▪ Frühzeitige Identifikation von Destinationen mit (temporär) stark erhöhter oder auch verringerter Verkehrsnachfrage mit entsprechenden Anpassungen im Bereich Verkehrsplanung.▪ Anpassung touristischer Angebote (inkl. verkehrlichen Rahmenbedingungen) auf klimabedingte Nachfrageänderungen, während allen Jahreszeiten (Ausweitung von Frühling bis Herbst, Anpassung im Winter). Beim Ausbau Anforderungen zum Schutz von Natur und Landschaft berücksichtigen. |
| <p>Verkehrsinfrastruktur wird teurer – Transportkosten steigen (Kernaussage 8)</p>  | <ul style="list-style-type: none">▪ Detailliertere Abschätzung der Folgekosten des Klimawandels für den Verkehr. Frühzeitige Prognose des zusätzlichen Finanzbedarfs und Sicherung der notwendigen Finanzmittel der öffentlichen Hand.▪ Erschliessung neuer Geldquellen und Finanzierungsgefässe (z.B. Kooperation Tourismusbranche – öffentliche Hand).▪ Kritische Prüfung notwendiger Investitionen in die touristische und verkehrliche Infrastruktur. Setzen von Prioritäten und allenfalls Verzicht auf Ausbauten zugunsten von alternativen Verbindungen oder temporären Schliessungen.▪ Schaffung neuer Angebote zur Förderung der kollektiven Mobilität zur Erschliessung peripherer Gebiete, z.B. mit neuen Angebotsformen an der Schnittstelle ÖV/MIV (automatisierte Fahrzeuge/Busse, Bedarfsangebote). |
| <p>Mittelkonkurrenz zwischen den Regionen nimmt zu (Kernaussage 9)</p>  | |

