

## Themendossier 3: Umweltwirkung des Verkehrs

Schweizerinnen und Schweizer waren noch nie so mobil wie heute: Man arbeitet oder studiert viele Kilometer vom Wohnort entfernt, fährt am Wochenende in die Berge, reist mindestens einmal pro Jahr in die Ferien und in den Geschäften stehen Waren aus aller Welt zum Kauf bereit. Gemäss Mikrozensus Mobilität und Verkehr aus dem Jahr 2015 legt jede in der Schweiz wohnhafte Person ab 6 Jahren pro Tag durchschnittlich 36.8 Kilometer im Inland zurück. Gesellschaft und Wirtschaft profitieren gleichermaßen von mobilen Menschen und leicht zu verschiebenden Gütern. Dem Nutzen der Mobilität stehen aber unerwünschte Auswirkungen gegenüber:

### 1. Treibhausgasemissionen

Durch den Verkehr wird eine Vielzahl von Luftschadstoffen und Treibhausgasen mit negativen Auswirkungen auf Umwelt und Gesundheit ausgestossen. An den Kohlendioxid-Emissionen (CO<sub>2</sub>) in der Schweiz hat der Verkehr allein einen Anteil von rund 36 %<sup>1</sup>. Zwei Drittel davon entfallen auf Personenwagen (Abbildung 1). Die Bahn trägt im Gegensatz dazu kaum zu den CO<sub>2</sub>-Emissionen bei.

Das Treibhausgas CO<sub>2</sub> entsteht überall dort, wo fossile Energieträger (Erdöl, Erdgas, Kohle) verbrannt werden und gilt als Hauptgrund für die globale Klimaerwärmung. Neben dem CO<sub>2</sub> tragen auch andere Gase wie beispielsweise Methan, Lachgas oder Fluorchlorkohlenwasserstoffe zur Erwärmung bei. Man geht heute davon aus, dass bei einer Beschränkung der globalen Erwärmung um 2°C gegenüber dem vorindustriellen Wert eine gefährliche Störung des Klimasystems vermieden werden kann. Um die Entwicklung der Treibhausgase in der Summe besser verfolgen zu können, werden diese einheitlich in CO<sub>2</sub>-Äquivalenten (CO<sub>2</sub>eq) gemessen. Das 2-Grad-Ziel der internationalen Klimapolitik kann mit der Beschränkung der Treibhausgasemissionen auf eine Tonne CO<sub>2</sub>eq pro Person und Jahr erreicht werden.

Zurzeit liegen die Werte in der Schweiz mit rund 7 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Person und Jahr (2012) aber noch deutlich darüber<sup>2</sup>. Im Vergleich dazu weist die Stadt Bern mit 5.9 Tonnen CO<sub>2</sub>eq pro Person und Jahr niedrigere Werte aus.<sup>3</sup> Grund für die tieferen Treibhausgasemissionen ist die dichte Struktur einer grossen Stadt: Die Wege sind kürzer, der Anteil der gefahrenen Autokilometer an der Gesamtverkehrsleistung geringer und die Wohnflächen tendenziell kleiner.

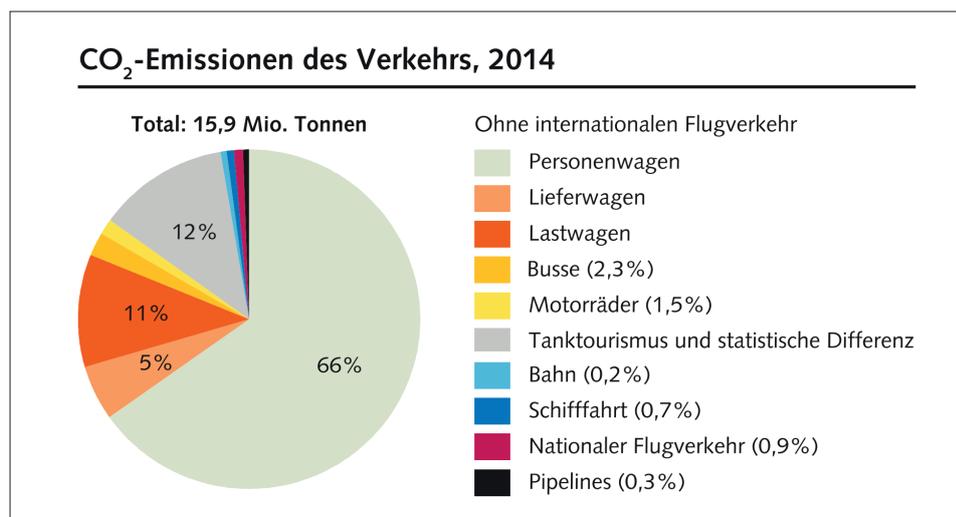


Abbildung 1: CO<sub>2</sub>-Emissionen des Verkehrs 2014. Quelle: Bundesamt für Statistik BFS, 2016

1 Gesamtenergiestatistik 2015. Bundesamt für Energie BFE

2 Klima: Das Wichtigste in Kürze. 2016. Bundesamt für Umwelt BAFU

3 2000-Watt-Gesellschaft. Energiestadt Bern

Den grössten Anteil an den Treibhausgasemissionen im Bereich Mobilität steuern der nationale und internationale Flugverkehr bei. Der Flugverkehr wird jeweils auf der Grundlage des Absatzes von Kerosin in der Schweiz ermittelt und gemäss Bevölkerungsanteil zugewiesen. Das Flugzeug wird zwar nur selten als Verkehrsmittel gewählt, dafür sind die zurückgelegten Distanzen umso grösser.

## 2. Luftschadstoffemissionen

### Stickoxide (NO<sub>x</sub>)

Verbrennungsprozesse generieren Stickoxide (NO<sub>x</sub>). Diese zählen zu den Hauptluftschadstoffen und sind für Mensch und Umwelt schädlich, führen zu Atemwegserkrankungen und zur Versauerung und Überdüngung von Ökosystemen. Im Kanton Bern sind die Hauptquellen der NO<sub>x</sub>-Emissionen der motorisierte Strassenverkehr und der Offroad-Bereich (Baumaschinen, landwirtschaftliche Fahrzeuge). Die Grenzwerte werden insbesondere entlang von Autobahnen, Hauptstrassen und in den Stadtzentren überschritten<sup>4</sup>.

### Feinstaub (PM10)

Ebenso durch den Verbrennungsprozess, aber auch durch den Abrieb von Reifen, Bremsen, Strassenbelag und das Aufwirbeln von Strassenstaub, setzt der Strassenverkehr zudem eine grosse Menge von gesundheitsschädlichem Feinstaub (PM10) frei. Die Kleinstpartikel mit einem Durchmesser von weniger als 10 Tausendstelmillimeter können tief in die Lunge eindringen und zu Atemwegs- und Herz-Kreislauf-Erkrankungen führen<sup>5</sup>.

4 Stickstoffdioxid. Luft und Immissionen. Volkswirtschaftsdirektion des Kantons Bern

5 Mobilität und Verkehr. Umweltauswirkungen (Thema 02). Bundesamt für Statistik BFS, [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch)

## 3. Energieverbrauch

Heute gehen rund 36 % des Energieverbrauchs in der Schweiz auf das Konto des Verkehrs. Dieser stellte somit die grösste Energieverbrauchergruppe dar, noch vor den Haushalten und der Industrie (Abbildung 2). Immer längere Strecken und schnelleres Vorankommen erhöhen diesen Energiebedarf im Bereich Verkehr, während der Energieverbrauch beispielsweise im Wärmebereich abnimmt. 96 % des Energiebedarfs im Verkehr werden mit Erdölprodukten gedeckt. Diese Ressourcen sind nur begrenzt vorhanden. Weltweit wird pro Jahr viel mehr Erdöl konsumiert als neu gefördert wird<sup>6</sup>.

Um die endlichen Erdölressourcen zu schonen, die Erwärmung der Erde gegenüber der vorindustriellen Zeit auf maximal 2 Grad zu begrenzen und für eine gerechtere Verteilung über Länder und Generationen zu sorgen, wird in der Schweiz die 2000-Watt-Gesellschaft bis ins Jahr 2100 angestrebt. 2000 Watt entsprechen aktuell auch dem durchschnittlichen Energieverbrauch auf der Erde. In den USA als Spitzenreiter werden aktuell über 12 000 Watt pro Person verbraucht, während der entsprechende Wert für wenig industrialisierte Länder bei deutlich unter 1000 Watt pro Person liegt. Im Kanton Bern soll bis ins Jahr 2050 jede Bernerin und jeder Berner maximal 2000 Watt Energie pro Jahr verbrauchen – so das Ziel. Das ist rund ein Drittel des heutigen Energiebedarfs. Generell wird zwischen Endenergie und Primärenergie unterschieden. Mit dem Begriff «Endenergie» wird die Energie bezeichnet, die man direkt einsetzen kann, um beispielsweise ein Auto damit zu betreiben. Wenn Autohersteller den Treibstoffverbrauch ihrer Produkte im Werbeprospekt angeben, handelt es sich um Endenergie. Als Primärenergie wird die gesamte Energie bezeichnet, die im ursprünglichen Energieträger enthalten ist, zuzüglich der Energie, die für die Gewinnung, Umwandlung und Nutzung aufgewendet werden muss. Spricht man im Zusammenhang mit dem Beispiel Auto von Primärenergie, ist zusätzlich zur Endenergie auch noch die Energie gemeint, die benötigt wird, um aus dem Rohöl Benzin zu produzieren. Das Rohöl muss gefördert, raffiniert und transportiert werden. Wenn es also um den Energieverbrauch im Bereich Verkehr geht, ist die Primärenergie die genauere Grösse, da sie umfassend

6 Wir leben in einer mobilitätsgeprägten Gesellschaft. Energiestiftung Schweiz.

den Energieverbrauch beschreibt, der durch den Verkehr verursacht wird.

Interessant sind auch die sogenannten Primärenergiefaktoren. Sie weisen aus, wie viel Primärenergie eingesetzt werden muss, um eine Einheit Endenergie zu erhalten, mit der man dann beispielsweise Verkehrsmittel betreiben kann. Während bei Heizöl (1.24), Benzin (1.29) und Wasserkraft (1.22) nur rund ein Fünftel der Primärenergie verloren geht, ist es beim Atomstrom (4.07) ein Vielfaches, das in Form von Wärme ungenutzt entweicht.<sup>7</sup> Bei der Umweltwirkung der Elektromobilität ist also entscheidend, welche Art von Strom für den Betrieb eingesetzt wird. Der Primärenergieverbrauch in der Schweiz liegt im Durchschnitt bei 6'900 Watt pro Person (2015)<sup>8</sup>.

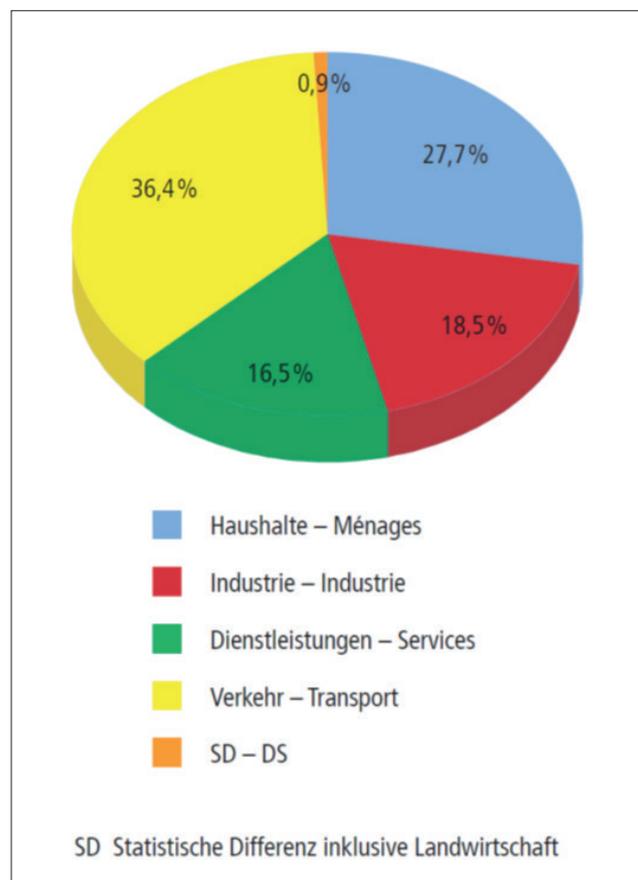


Abbildung 2: Energieverbrauch Anteil in Prozent pro Sektor. Gesamtenergiestatistik 2015. Bundesamt für Energie BFE

<sup>7</sup> ESU-services, Primärenergiefaktoren von Energiesystemen, Uster 2012

<sup>8</sup> Die Energiebilanz in den 2000-Watt-Lebensmodellen. EnergieSchweiz

## 4. Lärmemissionen

Während des Tages sind 20 % der Schweizer Bevölkerung an ihren Wohnorten Strassenlärm ausgesetzt, der über dem gesetzlichen Grenzwert von 60 Dezibel liegt. Das heisst, jede fünfte Person ist tagsüber von Strassenverkehrslärm betroffen, der Auswirkungen auf die Gesundheit haben kann. Von übermässigem Eisenbahn- oder Fluglärm ist rund eine von 100 Personen beeinträchtigt. Gesundheitsschäden durch Lärm sind vielseitig: Schäden am Gehör, Stress und Nervosität, Herz-Kreislauf-Probleme, Bluthochdruck oder Kopfschmerzen<sup>9</sup>.

Bis 2018 sollen Strassenabschnitte über dem Immissionsgrenzwert saniert werden, d. h. Massnahmen ergriffen werden, um die Lärmbelastung zu reduzieren. Die Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV) setzt dabei folgende Prioritäten:

1. Verkehrs- und raumplanerische Massnahmen (Verkehrs- und Siedlungsplanung)
2. Sanierungen:
  - a. Massnahmen an der Quelle (leisere Fahrzeuge, Verkehrsreduktion, Verkehrslenkung, Geschwindigkeitsreduktion, lärmarme Strassenbeläge)
  - b. Massnahmen auf dem Ausbreitungsweg (Lärmschutzwände oder -wälle, Zwischenbauten)
3. Ersatzmassnahmen: Sind keine Sanierungen möglich und müssen Erleichterungen gewährt werden, kommen Schallschutzfenster als Ersatzmassnahme zur Anwendung.

Die LSV gibt also klar vor, dass neben siedlungs- und verkehrsplanerischen Massnahmen mit erster Priorität betriebliche Massnahmen an der Quelle, wie Geschwindigkeitsreduktionen und Verkehrsreduktionen, zur Lärmreduktion zu prüfen und umzusetzen sind. Diese Massnahmen rücken umso stärker ins Zentrum der Überlegungen, als es innerorts nach wie vor keine ausreichenden Erfahrungen mit der längerfristigen Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit von lärmarmen Strassenbelägen gibt.

<sup>9</sup> Mobilität und Verkehr. Umweltauswirkungen (Thema 02). Bundesamt für Statistik BFS, [www.bfs.admin.ch](http://www.bfs.admin.ch)

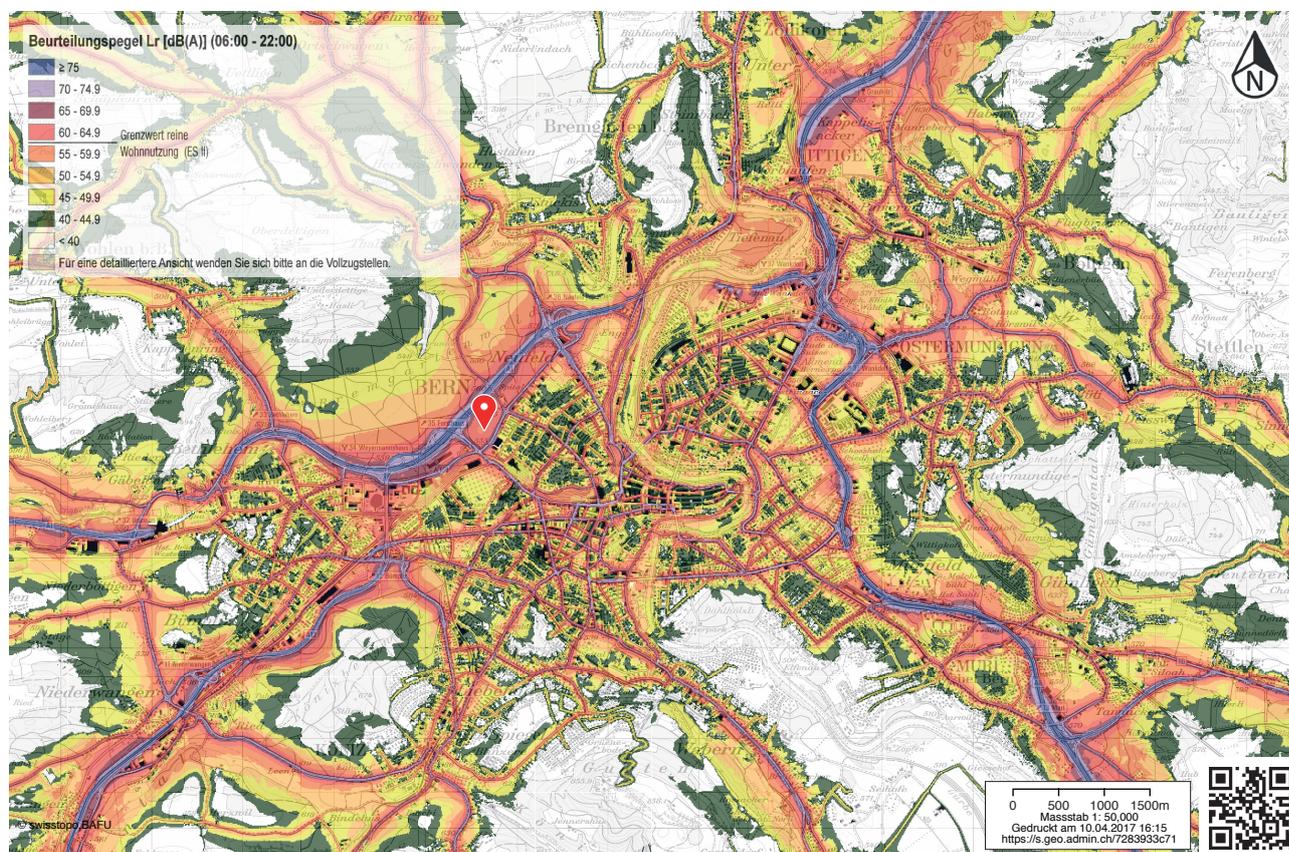


Abbildung 3: Strassenlärmbelastung in der Agglomeration Bern. Quelle: GIS Lärmdatenbank sonBASE. Bundesamt für Umwelt BAFU

## 5. Flächenverbrauch und Bodenversiegelung

Um den Verkehr zwischen Wohnort, Arbeitsort, Einkaufsmöglichkeiten und Freizeiteinrichtungen abwickeln zu können, braucht es Verkehrsinfrastruktur wie Strassen, Plätze und Bahnareale. Diese machen heute fast ein Drittel der gesamten Siedlungsfläche in der Schweiz aus. Der Verkehr braucht beinahe so viel Platz wie das Wohnen. Der Grossteil der Verkehrsfläche, nämlich 88%, entfallen auf Strassen und Autobahnen (Abbildung 4). Der Bau von Strassen, Schienen und Gebäuden zerschneidet Lebensräume, prägt das Landschaftsbild und beeinflusst die Lebensqualität. In Bereichen der Verkehrsinfrastruktur wird der Erdboden weitgehend mit wasserundurchlässigen Materialien abgedeckt (Bodenversiegelung). Pflanzen können unter Wassermangel leiden. Das Oberflächenwasser von stark befahrenen Strassen kann zudem verunreinigt sein und muss gegebenenfalls aufwändig gereinigt werden, bevor es dem Grundwasser wieder zugeführt werden darf. Da das Regenwasser nicht grossflächig versickern kann, sondern an der Oberfläche entsprechend dem Gefälle fliesst und kanalisiert wird, können bei starken Niederschlägen lokal Überschwemmungen auftreten.

## 6. Einfluss der Verkehrsmittelwahl

Die Verkehrsmittel unterscheiden sich massiv in ihrem Beitrag zu unerwünschten Umweltauswirkungen. Den grössten Beitrag können wir liefern, indem wir weniger häufig unterwegs sind und die Distanzen unserer Wege reduzieren.

**Zu Fuss** gehen ist die umweltfreundlichste Art sich fortzubewegen. Ein Verkehrsmittel in engerem Sinne wird dazu nicht benötigt. Schuhe und je nach Jahreszeit auch noch warme Kleidung sind ausreichend, um sich draussen fortzubewegen. Treibhausgasemissionen, Luftschadstoffemission und der Primärenergieverbrauch sind also nicht relevant. Allerdings brauchen Fussgängerinnen und Fussgänger im Siedlungsraum Fläche für Verkehrsinfrastruktur in Form von Fusswegen, Fussgängerstreifen und Signalanlagen (Abbildung 5). Im Vergleich zu anderen Verkehrsmitteln steht der Fussverkehr sehr gut da. Zu fussgehen wirkt sich zudem positiv auf die Gesundheit aus (Themendossier 5: «Gesund mobil»).

Der **Veloverkehr** ist unter dem Aspekt der Umweltauswirkungen ebenfalls positiv zu bewerten. Es sind keine Treibstoffe notwendig, so dass Treibhausgasemissio-

nen, Luftschadstoffemissionen und der Primärenergieverbrauch in diesem Zusammenhang kein Thema sind. Eine Ausnahme bildet das E-Bike, das heute noch keinen nennenswerten Anteil am Gesamtverkehr darstellt, aber in den vergangenen Jahre grosse Zuwachsraten aufweist und dessen Anteil auch weiterhin zunehmen wird. Wenn für den Betrieb Strom aus erneuerbaren Quellen verwendet wird, sind die negativen Auswirkungen aber gering. Verkehrsinfrastruktur wird auch für das Velo benötigt. Flächenverbrauch und Bodenversiegelung sind von Bedeutung, aber dennoch geringer, als beim Autoverkehr. Auf die Gesundheit wirkt sich das Velofahren positiv aus (Themendossier 5: «Gesund mobil»).

Der **öffentliche Verkehr** (ÖV) ist vor allem für den städtischen Verkehr mit hohen Auslastungen eine sehr effiziente und umweltfreundliche Art der Fortbewegung. Über 80 % der Personenkilometer werden mit Strom betriebenen Fahrzeugen abgewickelt. Bernmobil verwendet dafür bereits heute nur Strom aus erneuerbaren Quellen<sup>10</sup> und die SBB haben sich ab 2025 ebenfalls dazu verpflichtet. Somit werden die verbleibenden Erdölressourcen geschont und die Treibhausgasemissionen und der Primärenergieverbrauch gering gehalten. Auch die übrigen Luftschadstoffe treten beim ÖV auf. Verteilt auf die grosse Anzahl Reisender sind sie jedoch gering. Beim Flächenverbrauch liegen Züge und Trams in Bewegung unter 10 m<sup>2</sup> pro Person. Busse benötigen etwa doppelt so viel. Da der ÖV abgesehen von den Zügen weitgehend die Strasseninfrastruktur nutzt, kommt die Bodenversiegelung relativ stark zum Tragen. Der Zugverkehr kann lokal zu Lärmbelastungen über den Immissionsgrenzwerten führen. In urbanen Gebieten wird es aber eher zum Problem, dass elektrisch betriebene Fahrzeuge leise sind und durch andere Verkehrsteilnehmer weniger gut wahrgenommen werden, so dass einige Unfälle auch darauf zurückgeführt werden (Themendossier 7: «Unterwegs, aber sicher»).

So viele Vorzüge der **Autoverkehr** auch aufzuweisen hat (Themendossier 2: «Verkehrsmittel und Mobilitätsangebote»), im Hinblick auf seine Umweltauswirkungen erhält er unter den landseitigen Verkehrsmitteln im Personenverkehr die schlechtesten Noten. Autos werden heute fast ausschliesslich mit Benzin oder Diesel betrieben. Der Anteil von Hybrid- und Elektrofahrzeugen liegt in der Schweiz noch unter einem Prozent, weist aber zweistellige Wachstumsraten auf. Somit ist das Auto das hauptverantwortliche Verkehrsmittel für die Treibhaus-

<sup>10</sup> Medienmitteilung: BERNMOBIL deckt ihren Strombedarf mit erneuerbarer Energie ab. 2009. Bernobil

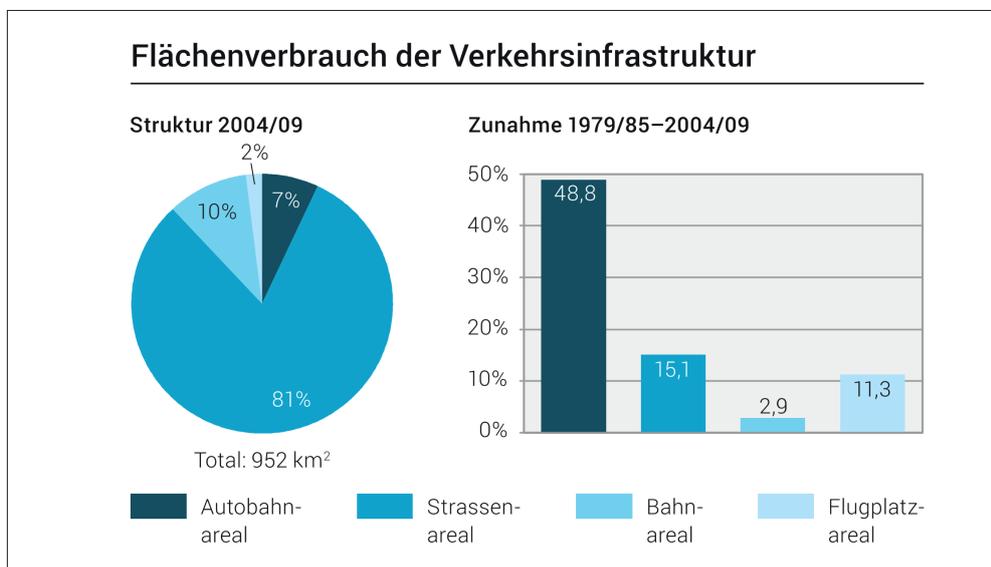


Abbildung 4: Flächenverbrauch der Verkehrsinfrastruktur. Bundesamt für Statistik BFS. 2016



Abbildung 5: Flächenbedarf unterschiedlicher Verkehrsmittel in m<sup>2</sup>.<sup>1</sup>

Quelle: Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahmen nach Verkehrsarten. 2015. [www.zukunft-mobilitaet.net](http://www.zukunft-mobilitaet.net)

<sup>1</sup> Die Flächen ermitteln sich aus der Fahrzeuglänge und Breite der benötigten Verkehrsfläche sowie dem zugehörigen Bremsweg plus doppeltem Reaktionsweg als Sicherheitsabstand.

gasemissionen und den Primärenergieverbrauch beim landseitigen Personenverkehr. Feinstaub- und Stickoxidemissionen sind ebenfalls von Bedeutung. Beim Flächenverbrauch liegt der Autoverkehr um ein Vielfaches höher als alle anderen Verkehrsmittel (Abbildung 5). Überschreitungen der Lärmgrenzwerte lassen sich häufig auf den Autoverkehr zurückführen (Themendossier 7: «Unterwegs, aber sicher»). Auch an Verkehrsunfällen ist das Auto am häufigsten beteiligt. In weniger dicht besiedelten Gebieten mit einem geringen ÖV-Angebot, für Menschen mit Handicap oder für Warentransporte sind wir trotz der negativen Umweltauswirkungen auf das Auto angewiesen. Der Fortschritt der Forschung und Entwicklung für Fahrzeugtechnologie mit effizienteren Motoren, Katalysatoren usw. sowie die Angebote des Car- und Bikesharings tragen dazu bei, die negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu reduzieren.

Der grosse Vorteil des **Flugverkehrs**, rasch weite Distanzen zurücklegen zu können, ist gleichzeitig sein grosses Problem: Wer fliegt, hat rasch sehr viel Energie verbraucht und Treibhausgase emittiert. Für ein Christmas-Shopping an einem Wochenende in New York kommen 13 000 km zusammen und es wird etwa so viel Primärenergie verbraucht wie für einen Kleinwagen während eines ganzen Jahres. In der Schweiz entfällt auf den Flugverkehr ein knappes Viertel des Primärenergieverbrauchs im Verkehr, bei den Treibhausgasemissionen sind es ca. 30 %. Der Trend ist zunehmend. Die Prognosen gehen von sinkendem Verbrauch bzw. sinkenden Emissionen pro Personenkilometer aufgrund von Effizienzsteigerungen der Technik aus. Gleichzeitig wird die Nachfrage stark steigen. Im Ergebnis nehmen Verbrauch und Emissionen im Flugverkehr weiterhin laufend zu.

## Weiterführende Links

### GIS-Lärmdatenbank sonBASE

<http://www.bafu.admin.ch/laerm/10312/10340/index.html?lang=de>

Flächendeckende Auswertung zu Lärmbelastung in der Schweiz

### Mikrozensus Mobilität und Verkehr

<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/mobilitaet-verkehr.gnpdetail.2017-0076.html>

Alles zum Mikrozensus Mobilität und Verkehr 2015 des Bundesamts für Statistik BFS und Bundesamt für Raumplanung ARE

### Mobitool

[www.mobitool.ch](http://www.mobitool.ch)

Mobitool erlaubt mit wenigen Klicks die Umweltrelevanz verschiedener Verkehrsmittel abzurufen und untereinander zu vergleichen.

mobXpert-be.ch, August 2017