

BAV

# ÖV UND UMWELT HERAUSFORDERUNGEN UND HANDLUNGSBEDARF

Schlussbericht - Zusammenfassung  
Bern / Heidelberg, 31. Mai 2011

Mario Keller, Cuno Bieler, Benjamin Belart (INFRAS)  
Wolfram Knörr, Alexander Schacht, Frank Kutzner (IFEU)

7177A\_OEV\_UMWELT\_V5\_ZUSAMMENFASSUNG.DOC

IFEU

WILCKENSSTRASSE 3  
D-69120 HEIDELBERG  
t +49 6221 4767 0  
f +49 6221 4767 19

WWW.IFEU.DE

INFRAS



INFRAS

MÜHLEMATTSTRASSE 45  
CH-3007 BERN  
t +41 31 370 19 19  
f +41 31 370 19 10  
BERN@INFRAS.CH

BINZSTRASSE 23  
CH-8045 ZÜRICH

WWW.INFRAS.CH

## ZUSAMMENFASSUNG

### Fragestellungen

Eine gute Verkehrsinfrastruktur ist fraglos ein wichtiger Standortfaktor, ebenso, dass der öffentliche Verkehr (ÖV) in der Schweiz dazu einen wichtigen Beitrag liefert. Neben der Sicherstellung einer guten Erschliessung von Städten und Regionen ist insbesondere der Umweltvorteil des ÖV gegenüber andern Verkehrsträgern eine wichtige Begründung für die Förderung durch die öffentliche Hand. Diese Studie geht folgenden Fragen nach:

- › Wie ist der Stand der **Umweltvorteile des öffentlichen Verkehrs** (Schiene und Bus) namentlich im Vergleich zum motorisierten Strassenverkehr, dies jeweils im Personen- wie im Güterverkehr?
- › Wie sieht die **künftige Entwicklung** in den nächsten rund 20 Jahren aus? Verändern sich die Relationen vor allem aufgrund technischer Fortschritte?
- › In welchen Bereichen besteht beim ÖV allenfalls **Handlungsbedarf** auf Seiten des Bundes und/oder der Transportunternehmen, um den Umweltvorteil zu halten oder zu verbessern?

### Fokus der Studie

Die Untersuchung beleuchtet folgende **Umweltbereiche**:

- › *Primärenergieverbrauch* steht stellvertretend für die Umweltwirkungskategorie „energetischer Ressourcenverbrauch“.
- › Die *Treibhausgase* (v.a. CO<sub>2</sub>-Emissionen) als Indikator für den Klimaeffekt.
- › Die Belastung der Luft durch *Schadstoffe*, mit einem Fokus auf Stickoxide und Feinstaub (PM10) als Leit-Indikatoren für die Luftqualität.
- › Die *Lärmbelastung*.
- › Die *Auswirkungen auf Raum und Boden*: dazu zählen in erster Linie der Flächenbedarf, aber es werden auch weitere Folgewirkungen thematisiert, insbesondere die Zersiedlung, die Landschaftszerschneidung sowie die Belastung des Bodens und von Gewässern.

Die Untersuchung stellt den öffentlichen Verkehr in den Mittelpunkt<sup>1</sup>. Gleichzeitig wird als „Benchmark“ der Strassenverkehr herangezogen, welcher zum Teil ähnliche Einsatz- bzw. Distanzbereiche wie der ÖV aufweist. So lässt sich besser einschätzen, wie gross die Umweltvor-

<sup>1</sup> In dieser Untersuchung wird der gesamte Schienengüterverkehr dem ÖV zugerechnet, während der öffentliche Güterverkehr auf der Strasse (z.B. Post) nicht dazu gezählt wird.

teile (oder -nachteile) sind, wie weit diese im Verlauf der Zeit Bestand haben oder sich verändern und welcher Handlungsbedarf sich daraus ableiten lässt. Diese Vergleiche wollen aber nicht die beiden Verkehrsträger gegeneinander ausspielen, zumal der ÖV in vielen Fällen auf die Strasse angewiesen ist (z.B. Autobusse, die „letzte Meile“ von Bahnfahrten, der kombinierte Güterverkehr). Nicht weiter in den Vergleich einbezogen werden die Luftfahrt, ebenso wenig der Langsamverkehr. Ein Sonderfall ist der Schiffsverkehr (namentlich die Rheinschiffahrt), dem ein eigenes Kapitel gewidmet ist.

Bei der Analyse von Umweltwirkungen spielen mehrere **Prozesse** eine Rolle: Der *Betrieb* der Fahrzeuge; die *Energiebereitstellung* „vom Bohrloch bis zur Tankstelle“ („Well-to-Tank“); Erstellung, Unterhalt und Entsorgung der *Fahrzeuge*, und Erstellung und Unterhalt der *Verkehrswegeinfrastruktur*. Die ganze Kette ist vor allem für den Energieaspekt sowie die Schadstoffe von Interesse. Die Studie macht dafür denn auch eine Gesamtbetrachtung aller Prozessteile. Für die Beurteilung der zeitlichen Entwicklung wird der Fokus dann auf die (relevantesten) Teile des Betriebs und der Energiebereitstellung gelegt.

### **Einschätzung der einzelnen Umweltbereiche**

Tabelle Z-1 gibt eine Übersicht über die verschiedenen Komponenten der Umweltbelastung durch Verkehr und macht eine qualitative Einordnung ihrer Bedeutung abgeleitet aus der Diskrepanz zwischen einem Wunsch- und Ist-Zustand (z.B. dem Ausmass von Grenzwert-Überschreitungen). Gleichzeitig werden der Stand der Umweltbelastung der verschiedenen Aspekte bei ÖV und Strasse grob beurteilt und die Trends skizziert.

UMWELTBELASTUNG DURCH VERKEHR					
Thema	Bedeutung	Stand ÖV	Trend ÖV	Stand Strasse	Trend Strasse
Energieverbrauch absolut	●		☹		☹
Energieeffizienz	●		☹		☺
CO <sub>2</sub> -Emissionen	●		☹		☺
Luftschadstoff-Emissionen	●		☹		☺
Lärm	●		☹		☹
Erschütterungen	●		☹		☹
Flächenverbrauch	●		☹		☹
Zerschneidung der Landschaft	●		☹		☹
Boden- und Gewässerbelastung	●		☹		☹

**Tabelle Z-1** Qualitative Übersicht über Stand und Trends der Umweltbelastung im Verkehr bei Strasse und ÖV. Grün ist eine eher positive, rot eine je nach Intensität der Diskrepanz zwischen Wunsch- und Ist-Zustand unterschiedlich stark negative Beurteilung des entsprechenden Beitrags zur Umweltbelastung. Die Trends werden klassifiziert in „Verbesserung“, „keine signifikante Veränderung“ oder „tendenzielle Verschlechterung“ gegenüber heute.

### Zu den einzelnen Komponenten:

*Energieverbrauch und -effizienz* sind Problemfelder, die vor allem mit Blick auf die Zukunft eine Herausforderung darstellen. Heute beträgt der Anteil des ÖV am Primärenergieverbrauch des Personenverkehrs rund 9% bei 20% Anteil an der Verkehrsleistung (Pkm); der Bahnanteil liegt bei knapp 6% bei 16% Verkehrsanteil. Im Güterverkehr sind es 8.5% Primärenergieverbrauchanteil bei 35% Anteil an der Transportleistung (tkm). Energetisch hat der ÖV heute also klare Vorteile. Aufgrund des erwarteten Nachfragewachstums beim ÖV dürfte der absolute Energieverbrauch gegenüber heute – trotz Zunahme der Effizienz – zunehmen. Die Deckung des zusätzlichen Strombedarfs wird entsprechend zu einer grossen Herausforderung namentlich vor dem Hintergrund der gegenwärtig laufenden Debatte zur Stromproduktion (Akzeptanz der Kernenergie, Diskussion um den Ausstieg aus der Kernenergie, Forcierung der erneuerbaren Energien, Strompreisentwicklung etc.). Bei der Strasse verbleibt der Trend beim Gesamtenergieverbrauch auf hohem Niveau, auch wenn durch Einsatz energieeffizienterer Fahrzeuge der Verkehrsmengenzuwachs überkompensiert werden dürfte, der absolute Energiebedarf gegenüber heute also abnehmen dürfte. Entsprechende Massnahmen (wie etwa CO<sub>2</sub>-Zielwerte für Neuwa-

gen) sind eingeleitet. Auch die Elektromobilität könnte langfristig zur Abnahme beitragen, wobei sich aus Versorgungssicht (Stromproduktion) dann analoge Fragen wie beim ÖV auch strassenseitig stellen.

Bei der *CO<sub>2</sub>-Belastung* kommt der grosse Vorteil der Bahn zum Tragen, weil sie nicht nur energieeffizienter ist, sondern weil sie in der Schweiz zu gut 75% mit erneuerbarer Energie und damit nahezu klimaneutral unterwegs ist; die übrigen 25% steuert Atomstrom bei, was allein aus Klimasicht ebenfalls vorteilhaft ist. Auch wenn die Bahn mit einem europäischen Durchschnittstrommix (UCTE) betrieben würde, wäre sie verkehrsleistungsbezogen noch um einen Faktor 3 besser als der motorisierte Individualverkehr. Allerdings fallen auch für die Bahn bei der Herstellung von Fahrzeugen und Infrastruktur entsprechende Emissionen an, diese sind aber – aufgrund der intensiveren Nutzung von Fahrzeugen und Infrastruktur – tiefer als bei der Strasse. Auch Autobusse sind – trotz Verbrennungsmotorantrieb – im Mittel CO<sub>2</sub>-mässig um rund 25% vorteilhafter unterwegs als der motorisierte Individualverkehr.

*Luftschadstoffe:* Durch den grossen Anteil an weitgehend schadstofffreiem Bahnbetrieb sowie aufgrund des hohen Ausrüstungsgrades mit Dieselpartikelfiltern bei den Autobussen schneidet das heutige ÖV-System in der Schweiz sehr gut ab. Aber auch die Schadstoffbelastung durch den Strassenverkehr hat markant abgenommen und wird auch in Zukunft noch weiter abnehmen, so dass die Problematik der verkehrsbedingten Luftschadstoffe bzw. Luftqualität mittelfristig stark an Bedeutung verlieren wird.

Die *Lärmbelastung* ist ein Problembereich und wird es trendmässig auch mittelfristig bleiben. Tagsüber sind rund 16% der Bevölkerung, nachts rund 10% (trotz Nachtfahrverbot für schwere Lastwagen) übermässigem Strassenverkehrslärm ausgesetzt. Eisenbahnlärm betrifft zwar insgesamt weniger Personen, aber nachts sind doppelt so viele Leute betroffen wie tagsüber, was vor allem auf den lärmigen Güterverkehr zurückzuführen ist. Mittlerweile sind bei der Strasse wie bei der Schiene kostspielige Massnahmenprogramme zur Lärmbekämpfung in der Umsetzung, auch wenn sie gegenüber dem ursprünglichen Sanierungsfahrplan gewisse Verzögerungen aufweisen. Es ist jedoch absehbar, dass auch nach Ablauf der angepassten Sanierungsfristen noch ein namhafter Teil der Bevölkerung durch übermässigen Strassenlärm belastet sein wird, u.a. weil das Verkehrswachstum einen Teil des Sanierungserfolgs wieder wettmachen wird. Bei der Schiene ist das Bild nicht unähnlich. Eine Herausforderung stellt hier insbesondere der lärmige Schienengüterverkehr dar, und hier vor allem der internationale Güterverkehr, der schwerer beeinflussbar ist als der nationale.

*Erschütterungen* sind vor allem ein Problem des Schienenverkehrs. Diese sind komplexer als Lärm, und zwar sowohl bei der Ermittlung als auch bei der Bekämpfung. Lärmschutzwände

und –fenster bieten dagegen keine Abhilfe. Die Entwicklung und Erprobung von Massnahmen zum Schutz vor Erschütterungen ist zurzeit im Gang, mit einer kurzfristigen Behebung der Problematik kann nicht gerechnet werden.

Bei den *Auswirkungen auf Raum und Boden* ist zu differenzieren:

- › Der *Flächenverbrauch durch Verkehrsanlagen* ist einmal ein Mengenproblem. Von den gegen 90'000 ha Verkehrsfläche entfallen 91% auf Strassen, Wege und Parkplätze, 7% auf die Bahn und 2% auf Flugplätze. Die Aussagekraft einer solchen einfachen Zuordnung ist allerdings begrenzt, weil vor allem die Strassen häufig mehrfach genutzt werden, sie dienen z.B. auch dem ÖV wie auch dem Langsamverkehr. Der spezifische Flächenverbrauch des ÖV ist klar geringer bzw. seine spezifische Leistungsfähigkeit (z.B. in Personen pro m<sup>2</sup>) grösser als jene von Strassenverkehrsmitteln.
- › Die *Zersiedelung* ist eine Folgewirkung des Flächenverbrauchs. Weniger die Zersiedelung per se ist ein Umweltproblem als vielmehr deren verkehrlichen Folgen: der zersiedelungsbedingte Mehrverkehr weist beispielsweise eine hohe Energieintensität auf, weil er in der Regel stark strassenorientiert ist. Eine ÖV-orientierte Siedlungsentwicklung gibt den Haushalten mehr Spielraum zur Nutzung von Langsamverkehr und ÖV, ermöglicht kürzere Wege zu Dienstleistungen, Arbeitsplätzen und Erholungsstätten, reduziert die Abhängigkeit vom Auto und spart nicht nur Energie, sondern auch Transportkosten.
- › Die *Landschaftszerschneidung* ist nicht nur eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes und führt zu Bearbeitungserschwernissen z.B. für Land- und Forstwirtschaft, sie ist auch ein Umweltproblem. Die starken Barrierewirkungen gefährden die Artenvielfalt. Autobahnen (im Unterschied zu Bahnstrecken) werden aus Sicherheitsgründen eingezäunt, was das Unfallrisiko wesentlich verringert, aber gleichzeitig den Lebensraum einzelner Tierarten zertrennt und die Tierpopulationen noch stärker voneinander isoliert.
- › Bezüglich *Boden- und Gewässerbelastung* sind diffus in die Umwelt freigesetzte problematische Stoffe der potenzielle Problembereich. Strassenseitig sind es u.a. der Pneu- und Bremsabrieb, schienenseitig der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln, daneben auch Emissionen von Schwermetallen sowie Kohlenwasserstoff-Emissionen. Es bestehen allerdings Kenntnislücken über deren effektives Belastungsausmass, die derzeit durch Grundlagenarbeiten geschlossen werden sollen. Bei Umbauten und Neuanlagen wird dem Aspekt durch einschlägige Regelwerke und Richtlinien (z.B. Umweltberichterstattung, Umweltverträglichkeitsprüfung) gebührend Rechnung getragen.

## Folgerungen und Handlungsbedarf

Man kann aus diesen Einschätzungen zwei Folgerungen ableiten:

- › Der ÖV hat heute bezüglich vielen Umweltbereichen gewichtige Vorteile im Vergleich zur Strasse (Energieeffizienz, Schadstoffe, Bodenverbrauch).
- › Die Trends sind aber teilweise gegenläufig: Die Strasse holt tendenziell auf, der ÖV stagniert oder die Situation kann sich gar verschlechtern (u.a. als Folge starken ÖV-Wachstums).

Die *erste Folgerung* legitimiert letztlich die verkehrspolitischen Bestrebungen, den öffentlichen Verkehr zu fördern, da eine Verlagerung von der Strasse zum ÖV – im Personen- wie im Güterverkehr – einen signifikanten Beitrag zu einer effizienteren Ressourcennutzung (Energie, Boden) und zur Reduktion der Umweltbelastung liefert. Umfang und Mittel für eine solche Verlagerung variieren je nach Verkehrsart. Die Förderung des ÖV, sei es durch finanzielle Betriebsbeiträge, sei es durch Kapazitätssteigerungen und / oder durch eine Attraktivierung des Angebots durch Verdichtungen oder Fahrzeiteinsparungen mit entsprechendem Infrastrukturausbau ist eine der verfolgten Stossrichtungen. Aus Umweltoptik anzumerken bleibt allerdings, dass eine Reduktion der Umweltbelastung erst dann resultiert, wenn Verkehr effektiv von der Strasse zum ÖV verlagert wird. Förderungspolitik garantiert dies nicht zwangsläufig, sondern kann dazu führen, dass auch aus Umweltsicht unerwünschter Neuverkehr entsteht. Es ist letztlich entscheidend, wie mit der Mobilitätsnachfrage umgegangen wird. Undifferenzierte Förderungspolitik tendiert dazu, durch falsche Anreize vor allem Mehrverkehr zu generieren. Das gilt für den ÖV wie für die Strasse. Die neu lancierte Diskussion um eine Finanzierung des Verkehrssystems, welche die Kostenwahrheit verstärkt in den Vordergrund rückt und den Nutzern der Infrastrukturen höhere Beiträge abfordert, zielt zumindest in die richtige Richtung, weil sie verursachergerecht ist und tendenziell nachfragedämpfend wirkt.

Die *zweite Folgerung* impliziert, dass die Umweltvorteile des ÖV insbesondere gegenüber dem motorisierten Strassenverkehr tendenziell geringer werden. Dies vor allem weil die Strasse aufgeholt wird, was per se zu begrüssen ist, da sich so die Gesamtbelastung des Verkehrs reduziert. Für den ÖV ergibt sich daraus aber Handlungsbedarf, soll der Vorteil langfristig gewahrt bleiben. Adressaten sind einerseits der Regulator bzw. Eigner (namentlich der Bund), andererseits die Transport-Unternehmen des öffentlichen Verkehrs. Der Handlungsbedarf variiert je nach Umweltkomponente. Im Vordergrund stehen zwei Bereiche:

- › Die *Energie* ist im Schienenverkehr noch effizienter einzusetzen und der Strom ist auch bei weiterem Verkehrswachstum nachhaltig (erneuerbar und klimaneutral) zu produzieren.

- › Den *Bahnlärm* (namentlich des Güterverkehrs) ist vor allem an der Quelle mit lärmarmem Rollmaterial weiter zu reduzieren.

Der erkannte **Handlungsbedarf** beim ÖV wird nachfolgend zusammengestellt:

<b>Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen</b>
› Datenerhebung und Controlling: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Verbesserung der Datenerhebungen und Koordination der statistischen Auswertungen des Energieverbrauchs.</li> <li>› Ermittlung und Publikation von Energie-Kennziffern für Bahnen, Tram, Trolley- und Autobusse, um so ein Benchmarking zwischen den Transportunternehmen zu ermöglichen.</li> </ul>
› Strategische Zielsetzungen für Energie und Klima formulieren: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Entwicklung einer Energie- und Klimastrategie für den ÖV (u.a. „CleanTech-Strategie“).</li> <li>› Definition von Zielvorgaben für TU bzgl. Energieverbrauch und CO<sub>2</sub>-Emissionen (z.B. im Rahmen von Leistungsvereinbarungen).</li> <li>› Aktive Support-Rolle des BAV:               <ul style="list-style-type: none"> <li>› Unterstützung der TU bei der Evaluation von Massnahmen zur Steigerung der Energie- und Klimateffizienz im Betriebsmanagement, bei der Weiterentwicklung des Fahrzeugparks (Neu- und Umbaufahrzeuge), bei der Produktion erneuerbarer Energie.</li> <li>› Technologiemonitoring.</li> </ul> </li> </ul>
› Ausarbeitung von Beschaffungskriterien bei der Bestellung von Neufahrzeugen im öffentlichen Verkehr.
› Finanzielle Anreize schaffen zur Förderung der Energieeffizienz, Anpassen Trassenpreissystem, Entwicklung der dafür notwendigen Voraussetzungen.
<b>Schadstoffe</b>
› Bei Autobussen: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Stickoxide: Einführung eines Monitorings zur Stickoxid-Absenkungsproblematik (SCR-Technologie), Unterstützung einschlägiger Untersuchungsprogramme.</li> <li>› Partikel: Problematik insofern gelöst, als die Flotten grossmehrheitlich mit Partikelfiltern ausgerüstet sind. Entwicklung zweckmässiger Verfahren für die Online-Messung von Partikelemissionen zur Prüfung des Filterverhaltens im realen Betrieb.</li> </ul>
› Rangierlokomotiven und -traktoren: weitere Ausrüstung mit Partikelfiltern als Teil einer „CleanTech-Strategie“.
› ÖV-Statistik aufschlussreicher gestalten (räumliche Differenzierung von Energieverbrauch und Technologien, ggf. nach TU).



<b>Lärm und Erschütterungen</b>
› Entwickeln einer „Lärmstrategie Bahn“ als Richtlinie für diesbezügliche Bundesaktivitäten.
› Umsetzung von Massnahmen an der Infrastruktur mit kurzfristiger Wirkung (Schienenschleifen sowie der Einbau von Schienenschallabsorbern).
› Finanzielle Anreize und Lenkungsmassnahmen schaffen zur Einführung lärmarmen Rollmaterials namentlich im Güterverkehr: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Anpassung des Trassenpreissystems mit Erhöhung der Lärmkomponente.</li> <li>› Direkte finanzielle Förderung durch Finanzierung der Differenzkosten von lärmarmen im Vergleich zu konventionellen Güterwagen.</li> </ul>
› Mittelfristig regulatorische Eingriffe / Verbote von lärmintensivem Rollmaterial bzw. Einführung entsprechend verschärfter Emissionsgrenzwerte.
› Forschung und Entwicklung: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Äufnen eines Innovationsfonds.</li> <li>› Grundlagenforschung, pro-aktives Angehen der Fragen um den sog. Schienenbonus.</li> </ul>
› Weitere Intensivierung der Arbeiten zum Lärmschutz auf internationaler Ebene mit dem Ziel der Sanierung ausländischer Güterwagen.
› Erschütterungsschutz: Entwickeln / Erproben technischer Massnahmen bei Infrastruktur und Rollmaterial als Basis für die Konkretisierung der Umweltschutzgesetzgebung (Verordnung Erschütterungsschutz).
› Rahmenbedingungen von Seiten Politik: Finanzmittel aus dem FinöV-Verpflichtungskredit zugunsten des Lärmschutzes sichern.
<b>Auswirkungen auf Raum und Boden</b>
› Zersiedlung: explizite Integration als Beurteilungsaspekt bei Ausbaukonzepten.
› Zerschneidung: <ul style="list-style-type: none"> <li>› Identifikation neuralgischer Punkte („hotspots“), wo die Bahn zur Zerschneidung der Landschaft und von Lebensräumen beiträgt.</li> <li>› Evaluation entsprechender Massnahmen anhand etablierter Checklisten.</li> </ul>
› Bodenbelastung: Es besteht kein unmittelbarer Bedarf nach weiteren Massnahmen, vielmehr ist auf die konsequente Umsetzung der bestehenden Regelungen zu achten.
<b>Sonderthema Rheinschifffahrt</b>
› Umweltbezogener Handlungsbedarf bei Luftschadstoffemissionen und zur Abfallbeseitigung ist weitgehend erkannt, neue Bestimmungen sind beschlossen.
› Nutzen des Potenzials bei der techn. Sicherheit bei der Beförderung von flüssigen Stoffen.

