

Verkehrsbedingte Lärmkosten in der Schweiz

Dr. Heini Sommer, Ecoplan, Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik, Bern und Altdorf

Einleitung

Lärm – verstanden als unerwünschter, störender Schall – stellt ein typisches Problem unserer individualisierten Gesellschaft dar: Wie hoch die tatsächliche Störung oder Beeinträchtigung ist, hängt zwar zu einem grossen Teil von der subjektiven Wahrnehmung der betroffenen Person ab. Die Auswirkungen beschränken sich aber nicht nur auf die betroffene Person. Von den möglichen Gesundheitsschäden, den Verhaltensänderungen in der Freizeit oder den Anpassungen beim Wohnen ist letztlich die gesamte Wirtschaft und Gesellschaft betroffen, zum Beispiel in Form von zusätzlichen Aufwendungen im Gesundheitsbereich, von Produktionsausfällen am Arbeitsplatz oder vom Einnahmefall auf dem Wohnungs- und Immobilienmarkt.

Eine Erfassung und monetäre Bewertung dieser negativen Auswirkungen des Lärms ist nicht nur von Interesse, um diese Überwälzungsprozesse vom Individuum auf die Gesellschaft kennen zu lernen. Die Kenntnisse der Auswirkungen und Kosten geben uns vielmehr auch Anhaltspunkte, um das Lärmverhalten der Einzelnen zu verändern und das «richtige» Mass der Lärmbekämpfung bestimmen zu können.

Wie in anderen Umweltbereichen ist es nämlich auch beim Lärm so, dass eine «Null-Toleranz-Strategie» wohl kaum der richtige Ansatz wäre: Den Aufwendungen zur Vermeidung des unerwünschten Lärms muss der Nutzen dieser Massnahme (in Form eingesparter Lärmkosten) gegenübergestellt werden. Nur dort, wo sich ein positives Nutzen-Kosten-Verhältnis ergibt, sind Eingriffe angezeigt und sinnvoll.

Die wichtigsten Lärmverursacher in der Schweiz

Lärmarten und Verursacher

Lärm kann von unterschiedlichen Quellen stammen. Die Lärm-schutzverordnung (LSV) unterscheidet (für ortsfeste Anlagen) folgende Arten:

- Verkehrslärm durch Strassen-, Schienen- und Flugverkehr
- Industrie- und Gewerbelärm
- Schiesslärm

Die Bedeutung der einzelnen Lärmverursacher

Die Bedeutung der einzelnen Lärmverursacher ist stark unterschiedlich. Zwar fehlen zur Zeit aktuelle Zahlen über die heutige

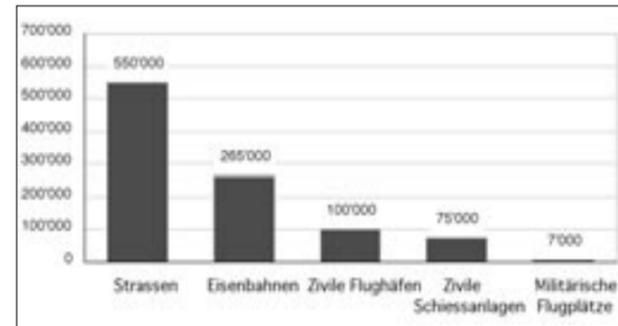
Lärmbelastung (zum Beispiel Anzahl Personen nach Lärmklassen und Verursacher). Aus den Immissionsgrenzwertüberschreitungen lassen sich jedoch Hinweise zur Bedeutung der einzelnen Verursacher gewinnen¹. Für die fünf grössten Lärmarten ist die Anzahl Personen über dem Immissionsgrenzwert (IGW) in Abbildung 1 dargestellt.

- Es zeigt sich, dass durch den **Strassenverkehr** rund 550 000 Personen von IGW-Überschreitungen betroffen sind. Damit ist der Strassenverkehr mit Abstand der grösste Lärmverursacher. «Gemäss Lärmbelastungskataster ergibt sich für mehr als 2600 km ein Sanierungsbedarf. Davon entfallen 290 km auf Nationalstrassen, 390 km auf Hauptstrassen und rund 2000 km auf übrige Strassen.»²
- Der **Schienerverkehr** verursacht bei rund 265 000 Personen Belastungen über dem IGW.³ Entlang des gesamten Streckennetzes (5035 km) sind auf rund 270 km Lärmschutzwände erforderlich.
- Durch den **zivilen Flugverkehr** sind gemäss Schätzungen über 100 000 Menschen über dem IGW belastet.
- Die Lärmimmissionen der rund 2000 **zivilen Schiessanlagen** verursachen vor der Sanierung schätzungsweise bei ungefähr 75 000 Personen IGW-Überschreitungen.
- Bei den **militärischen Flugplätzen** sind gemäss Schätzungen rund 7 000 Personen von den IGW-Überschreitungen betroffen.

Bei den **übrigen Lärmarten** liegen keine flächendeckenden Abschätzungen vor:

- Beim Industrie- und Gewerbelärm ist jedoch aus Umfragen bei kantonalen Fachstellen zu vermuten, «dass die Probleme relativ begrenzt sind, da bestehende Vorschriften der SUVA zur Lärmbegrenzung am Arbeitsplatz den Lärm von solchen Anlagen bereits stark reduziert haben.»⁴
- Beim Alltagslärm und Musikveranstaltungen fehlen gemäss Buwal die wissenschaftlichen Grundlagen für eine allgemeine Beurteilung mit IGW. Solche Lärmsituationen müssen im Einzelfall auf ihre Störwirkung untersucht werden.

Abbildung 1: Schätzung der Anzahl belasteter Personen über den Immissionsgrenzwerten (Erhebungszeitpunkt: Stand vor Sanierungen).



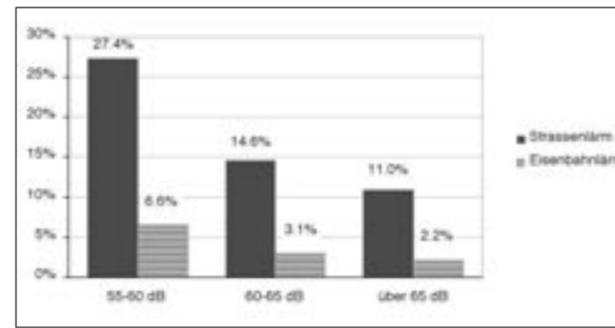
Quelle: Buwal (2002), Lärmbekämpfung in der Schweiz, S. 49.

Entwicklung der Lärmbelastung

Als kritische Grösse für die Lärmbelastung ausserhalb der Wohnung empfiehlt die WHO einen Richtwert von 55 dB(A) über einen Zeitraum von 16 Stunden.⁵ Liegen die Immissionen

über dieser Grenze muss mit erheblichen Belästigungen gerechnet werden.

Abbildung 2: Lärmbelastung der Bevölkerung durch den Strassen- und Schienenverkehr (Daten von 1985 vor Inkrafttreten der LSV).



Quelle: Buwal (2002), Lärmbekämpfung in der Schweiz, S. 50.

Umfassende Schätzungen des Buwal zur Lärmbelastung wurden für die grössten Lärmquellen (Strassen- und Eisenbahnverkehr) letztmals für das Jahr 1985 vor Inkrafttreten der LSV durchgeführt.

Damals waren mehr als 50% der Bevölkerung durch den Strassenverkehr einer Lärmbelastung über der kritischen Grenze von 55 dB(A) ausgesetzt. Durch den Schienenverkehr wurden mehr als 10% der Bevölkerung erheblich belästigt.

Detaillierte Daten zur Entwicklung der Lärmbelastung seit Inkrafttreten der LSV liegen dem Buwal nicht vor. Gemäss einer Umfrage aus dem Jahr 1998 zur subjektiven Lärmbelästigung fühlen sich aber mehr als 64% der schweizerischen Bevölkerung durch Lärm gestört. Selbstverständlich lässt sich diese Umfrage zur Befindlichkeit (ohne genaue Angaben über Dauer und Intensität der Lärmbelastung) nicht direkt mit den Werten aus dem Jahr 1985 vergleichen. Folgende Aussagen sind jedoch möglich:

- In der Tendenz ist festzustellen, dass lärmige Industrie- und Gewerbebetriebe immer seltener werden und der Schiesslärm allmählich abnimmt.
- Demgegenüber hat die Belästigung durch den Verkehrslärm zugenommen. Die teilweisen technischen Verbesserungen an den Fahrzeugen (leisere Motoren, Scheibenbremsen bei Reisezügen usw.) und an der Infrastruktur (zum Beispiel Einbau von lärmarmen Strassenbelägen) haben die Zunahme der Lärmbelastung durch das Verkehrswachstum nicht kompensieren können:
- Der Strassen- und Schienenverkehr als Hauptverursacher der Lärmbelastung hat seit 1985 ein enormes Wachstum erfahren. Die Zunahme zwischen 1985 und 1997 belief sich im Strassenverkehr auf 24% (Fahrzeugkilometer) und im Schienenverkehr auf 12% (Zugkilometer). Dabei ist zu beachten, dass bei beiden Verkehrsarten vor allem der Güterverkehr zugenommen hat, welcher besonders lärmintensiv ist.
- Im internationalen Luftverkehr belief sich das Wachstum der schweizerischen Linienverkehrsunternehmen zwischen 1985 und 1997 auf über 115% (Flugkilometer).

Insgesamt ist – vor allem wegen der Entwicklung im Verkehrsbereich – gemäss Beurteilung der Fachleute generell von einer

Verschärfung der Lärmproblematik auszugehen.⁶ Vor diesem Hintergrund werden wir uns im Folgenden auf die Auswirkungen und Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz konzentrieren.

Auswirkungen des Verkehrslärms

In welchen Bereichen entstehen Lärmkosten?

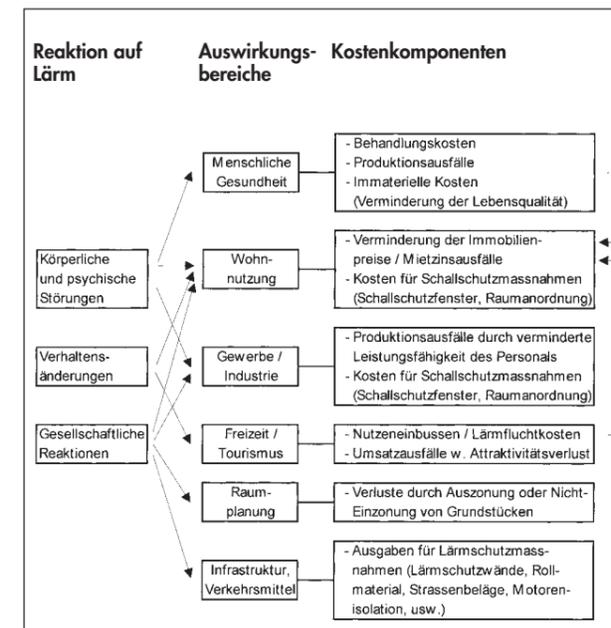
Lärm – als Störung und Belästigung empfunden – führt zu unterschiedlichen individuellen und gesellschaftlichen Reaktionen.

In der ökonomischen Literatur fehlt bisher weitgehend eine systematische Darstellung dieser Reaktionen und der damit verbundenen Folgekosten der Lärmbelastung in verschiedensten Bereichen. Viele Autoren konzentrieren sich bei ihren Schätzungen auf bestimmte Teile der Lärmkosten wie Gesundheitsschäden oder Zahlungsbereitschaften für weniger Lärm am Wohnort.⁷

In der Abbildung 3 wird der Versuch unternommen, die durch den Lärm verursachten Folgeschäden – ausgehend von den möglichen Reaktionen auf die Lärmbelastung in den davon betroffenen Auswirkungsbereichen – in möglichst klar definierte Kostenkomponenten aufzugliedern.

Bezüglich der möglichen **Reaktionen auf Lärm** können im Wesentlichen drei verschiedene «Muster» unterschieden werden (vgl. Abbildung 3):

Abbildung 3: Lärm und seine Auswirkungen.



- Auf der individuellen Ebene kann der Lärm einerseits zu **körperlichen und psychischen Störungen** führen wie zum Beispiel Schlaf- und Konzentrationsstörungen. Aus medizinischer Sicht kommt insbesondere den Schlafstörungen eine besondere Bedeutung zu, weil häufige Schlafstörungen das Wohlbefinden und damit die Gesundheit beeinträchtigen.

- Andererseits kann der Lärm auf individueller Ebene auch zu **Verhaltensveränderungen** führen, indem man durch Wohnungswechsel dem Lärm ausweicht oder in der Freizeit längere Wege in Kauf nimmt, um an einem ungestörten Ort Ruhe und Erholung zu finden.
- Auf der **gesellschaftlichen Ebene** sind vor allem die Reaktionen des Gesetzgebers zu beachten, wie zum Beispiel:
 - Vorschriften für Lärmsanierungsmaßnahmen im Wohnbereich, an der Verkehrsinfrastruktur oder an den Fahrzeugen (Lärmschutzwände, Vorgabe von Standards für lärmarme Motoren).
 - Raumplanerische Massnahmen und Einschränkungen (zum Beispiel Verzicht auf Einzonung von Wohngebieten entlang von Verkehrsträgern).

Bei den Kostenkomponenten zu den einzelnen Auswirkungsbereichen können, wie in der Abbildung 3 angedeutet, Interdependenzen bestehen: Liegt der Wohnort in einer lärmigen Gegend, so dass eine Erholung in der Freizeit an einem ruhigen Ort erst nach längerer Fahrt möglich ist, werden sich diese Fahrkosten negativ auf die Wertschätzung des Wohnorts auswirken. Es ist daher anzunehmen, dass zumindest ein Teil der Lärmfluchtkosten in der Mietpreisdifferenz zwischen einer belärmten Wohnung und einer vergleichbaren Wohnung an ruhiger Lage enthalten ist.

Welche Bereiche gelten als externe Lärmkosten?

Aus verkehrspolitischer Sicht interessieren vor allem die externen Lärmkosten. Als externe Kosten bezeichnet man dabei Kosten, die nicht von den Verursachern (hier also von den BenutzerInnen des Verkehrsmittels), sondern von Dritten (zum Beispiel BewohnerInnen entlang der Verkehrswege) getragen werden. Bezogen auf die Darstellung in Abbildung 3 können mit Ausnahme der Kosten im Bereich der Verkehrsinfrastruktur bzw. der Verkehrsmittel sämtliche Kostenkomponenten als extern bezeichnet werden. Die Ausgaben für Lärmschutzmassnahmen an den Fahrzeugen selbst stellen einen direkten Bestandteil der internen (vom Verursacher getragenen) Kosten dar.⁸

Lärmschutzmassnahmen an der Verkehrsinfrastruktur fließen in die Strassen- oder Schienenrechnung ein und werden über diese Kostenträger gedeckt.⁹ Beide Komponenten sind daher nicht als externe Kosten zu betrachten.

Schätzungen der externen Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz

Die aktuellsten Ergebnisse für die Schweiz liegen zur Zeit aus den Arbeiten im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes UNITE¹⁰ und des NFP 41¹¹ vor. Im UNITE-Projekt wurden für das Jahr 1998 die externen Kosten des Strassen-, Schienen- und Luftverkehrs für insgesamt 18 Länder nach einer einheitlichen Systematik ermittelt. Quantifiziert wurden nebst den Bereichen Unfälle, Luftverschmutzung, Klima, Natur und Landschaft auch die Lärmkosten. Bei den Lärmkosten wurden ausser dem Nutzenentgang im Wohnbereich (Verminderung von Immobilienpreisen und Wohnungsmieten) erstmals auch die lärmbedingten Gesundheitskosten für die Schweiz geschätzt.

Die nachstehenden Ausführungen basieren weitgehend auf den Ergebnissen des UNITE-Projektes¹² und der NFP 41 Studien¹³ zu den externen Kosten des Verkehrs.

¹ Gemäss Umweltschutzgesetz (USG) sind die Immissionsgrenzwerte (IGW) so festzulegen, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören. Bei der Festlegung der Immissionsgrenzwerte wird die Lärmart (zum Beispiel Strassenverkehrslärm, Fluglärm usw.) und die Nutzung der betroffenen Fläche (sogenannte Empfindlichkeitsstufe) berücksichtigt. Die Überschreitung des Immissionsgrenzwertes kann daher je nach Lärm- und Nutzungsart mit einer unterschiedlich hohen Lärmbelastung verbunden sein (im Strassenverkehr zum Beispiel > 55 dB tags in der Empfindlichkeitsstufe I bzw. > 70 dB tags in der Empfindlichkeitsstufe IV). Aus der Anzahl belasteter Personen über dem Immissionsgrenzwert lässt sich wegen dieser Abstufung in der Folge auch nicht direkt die tatsächliche Lärmbelastung der betroffenen Personen bestimmen (zum Beispiel Anzahl Personen mit einer Lärmbelastung von 45–49 dB, 50–54 dB, 55–59 dB usw.). Der Immissionsgrenzwert ist jedoch insofern von Bedeutung, als bei der Überschreitung dieses Wertes gemäss USG im Grundsatz eine Sanierung vorzunehmen ist.

^{2/3} Buwal (2002), Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven, S. 48.

⁴ Buwal (2002), Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven, S. 49.

⁵ WHO (1999), Guidelines for Community Noise, S. 65.

⁶ Vgl. dazu zum Beispiel Buwal (2002), Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven, S. 50–55; Bögli H. und Jordi B. (2001), Neue Offensive zur Lärmbekämpfung; Statistisches Amt des Kantons Zürich (2001), Umweltbericht für den Kanton Zürich 2000.

⁷ So zum Beispiel Maibach M. et al. (1999), Faire und effiziente Preise im Verkehr; Infraconsult (1992), Soziale Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz, GVF-Auftrag Nr. 191; Weinberger M. (1991), Die Messung sozialer Kosten des Lärms am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland.

⁸ Zum Beispiel in Form höherer Autopreise für lärmarme Motoren.

⁹ Eine allfällige Unterdeckung der Strassen- und Schienenrechnung infolge nichtgedeckter Ausgaben für Lärmschutzmassnahmen müsste selbstverständlich im Rahmen einer «Gesamtrechnung Verkehr» berücksichtigt werden.

¹⁰ UNITE: UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency. Forschungsprojekt im fünften EU-F+E Rahmenprogramm «Competitive and Sustainable Growth» Key Action «Sustainable Mobility and Intermodality».

¹¹ Nationales Forschungsprogramm NFP 41: Verkehr und Umwelt, Wechselwirkung Schweiz–Europa.

¹² Für die Schweiz sind die Ergebnisse in einem separaten Lärmbericht publiziert. Vgl. dazu Suter S., Sommer H., Marti M. et al. (2002), The Pilot Accounts for Switzerland.

¹³ Vgl. dazu Maibach M. et al. (1999), Anhänge zu Bericht D3 «Faire und effiziente Preise im Verkehr»; Ott W., Seiler B., Kälin R. (1999), Externe Kosten im Verkehr: Regionale Verteilungswirkungen.

Lärmkosten im Wohnbereich

Für die Ermittlung der Lärmkosten im Wohnbereich wird davon ausgegangen, dass die Lärmbelastung einen (wesentlichen) Einfluss auf die Wahl des Wohnorts hat. Belärmte Wohnungen sind weniger gefragt als vergleichbare Wohnungen an ruhiger Lage. Bei einem funktionierenden Wohnungsmarkt wird sich diese Mindernachfrage in einer entsprechenden Mietpreisdifferenz zwischen belärmten und nicht belärmten Wohnungen ausdrücken. Die Mietpreisdifferenz bzw. der Verlust an entsprechenden Mieteinnahmen entspricht den Lärmkosten im Wohnbereich.

Für die Kostenermittlung muss im Wesentlichen bekannt sein:

- wie viele Wohnungen welcher Lärmbelastung ausgesetzt sind (Lärmexposition).
- wie sich die Lärmbelastung auf die Miet- bzw. Immobilienpreise niederschlägt.

a) Lärmexposition der Bevölkerung

Für den **Strassenverkehr** bestehen nur grobe Schätzungen zur Zahl der belärmten Wohnungen und Personen. Die verfügbaren Daten basieren im Wesentlichen auf einer Studie Anfang der 90er-Jahre, welche im Auftrag des Dienstes für Gesamtverkehrsfragen (GVF) durchgeführt wurde.¹⁴ Zusätzliche Informationen zur Lärmexposition mit einer Differenzierung der Daten für Tages- und Nachtzeit können in Müller-Wenk (1998) für das Jahr 1998 gefunden werden. Die Ergebnisse beider Studien sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Tabelle 1: Lärmbelastung der Bevölkerung durch den Strassenverkehr (Anfang/Mitte der 90er-Jahre).

Lärmklasse	GVF-Studie		Müller-Wenk	
	Wohnungen	Personen	Personen: Tag	Personen: Nacht
55-59 dB(A)	309'060	699'114	1'567'280	584'168
60-64 dB(A)	252'530	571'239	954'616	206'596
65-69 dB(A)	213'340	482'589	463'060	21'372
70-74 dB(A)	84'480	191'099	92'612	-
75+ dB(A)	11'330	25'629	7'124	-

Ähnlich präsentiert sich die Situation für den **Schieneverkehr**. Die verfügbaren Daten zur Lärmbelastung stammen im Wesentlichen aus der GVF Studie. Für das Jahr 1995 wurde von den SBB eine Aktualisierung dieser Daten vorgenommen.¹⁵

Tabelle 2: Lärmbelastung der Bevölkerung durch den Schienenverkehr (Anfang/Mitte der 90er-Jahre).

Lärmklasse	GVF-Studie		Daten der SBB
	Wohnungen	Personen	Personen
55-59 dB(A)	51'760	114'715	100'000
60-64 dB(A)	42'280	93'705	100'000
65-69 dB(A)	35'750	79'232	90'000
70-74 dB(A)	14'140	31'338	45'000
75+ dB(A)	1'900	4'211	17'000

Für den **Flugverkehr** ist die Ausgangslage wesentlich besser. Speziell für das UNITE-Projekt wurde die Lärmbelastung der betroffenen Bevölkerung in der Umgebung der drei nationalen Flughäfen durch die Eidgenössische Materialprüfungszentrale Empa ermittelt. Die in Tabelle 3 ausgewiesenen Daten weisen daher eine wesentlich bessere Qualität auf, als jene für den Strassen- und Schienenverkehr.

Tabelle 3: Lärmbelastung der Bevölkerung durch Flugverkehr, 1998.¹⁶

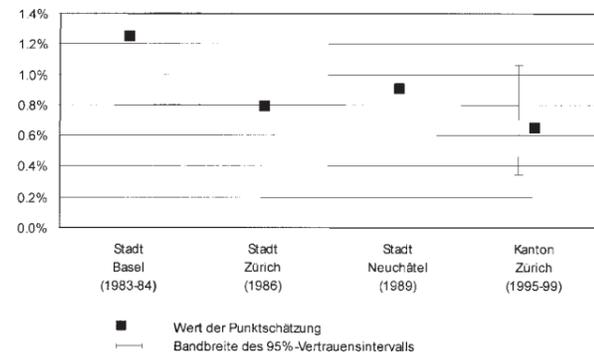
Lärmklasse	Personen
55-59 dB(A)	112'347
60-64 dB(A)	71'251
65-69 dB(A)	16'711
70-74 dB(A)	3'277
75+ dB(A)	6

b) Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Mietzinsniveau

Zum Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Mietzinsniveau wurden in der Schweiz verschiedene Studien durchgeführt. Die jüngste Studie mit qualitativ hoch stehenden Daten der Zürcher Kantonalbank kommt zum Ergebnis, dass ab einer Lärmbelastung von 55 dB(A) pro dB(A) Lärmzunahme mit einem Abschlag des Immobilienpreises um 0,66 % gerechnet werden muss.¹⁷ Bei den Studien aus den 80er-Jahren liegt die Bandbreite zwischen 0,8 % bis 1,2 % pro dB(A) Lärmzunahme.

Im Rahmen des UNITE-Projektes wurde von einem Durchschnittswert von 0,9 % ausgegangen. Für die Ermittlung der Ausfälle wurde ein durchschnittlicher Mietzins von sFr. 1000.- pro Monat und Wohnung angenommen.

Abbildung 4: Einfluss des Lärms auf (Miet-)Preise von Immobilien bzw. Wohnungen – Ergebnisse schweizerischer Untersuchungen.¹⁸



c) Ergebnisse

Der durch den **Strassenverkehr** verursachte Nutzenverlust im Wohnbereich beläuft sich gemäss den vorliegenden Schätzungen auf rund **770 bis 970 Mio. sFr. pro Jahr**. Da das verwendete Mengengerüst (Zahl der belärmten Wohnungen) auf einer relativ kleinen Stichprobe Anfang der 90er-Jahre beruht sind die Ergebnisse mit Vorsicht zu interpretieren. In der Tendenz ist zu vermuten, dass die tatsächlichen Kosten wegen des grossen Ver-

Tabelle 4: Schätzung der verkehrsbedingten Lärmkosten im Wohnbereich.

	UNITE (in Mio. CHF, Jahr 1998)	Ott et. al. (in Mio. CHF, Jahr 1995)
Strassenverkehr	772 ^a	971 ^a
Schieneverkehr	54 ^a	210 ^b
Luftverkehr	38 ^c	(nicht berechnet)
Total	849	1'181

a: Lärmbelastung basiert auf der Situation Anfang der 90er Jahre
b: Lärmbelastung basiert auf dem Jahr 1995
c: Lärmbelastung basiert auf dem Jahr 1998 und berücksichtigt nur die 3 Landesflughäfen

kehrswachstums höher liegen könnten. Gleichzeitig ist aber auch zu berücksichtigen, dass in der Zwischenzeit verschiedene Lärmschutzmassnahmen entlang von Autobahnen und Hauptverkehrsachsen getroffen wurden.

Im **Schieneverkehr** ergeben die Schätzungen mit einem aktualisierten Mengengerüst für das Jahr 1995 Kosten von **210 Mio. sFr.** (vgl. Spalte Ott et. al). Die im UNITE-Projekt ausgewiesenen Kosten basieren noch auf dem alten Mengengerüst Anfang der 90er-Jahre und wurden mit einem etwas gröberen Verfahren ermittelt.

Für den **Luftverkehr** wurden im Rahmen des UNITE-Projektes die Lärmkosten im Wohnbereich erstmals für die Schweiz berechnet. Sie belaufen sich gemäss dieser Schätzung für das Jahr 1998 auf rund **38 Mio. sFr.**

Lärmbedingte Gesundheitskosten

Die Lärmbelastung kann neben dem Nutzenverlust im Wohnbereich auch zu einer Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit führen. Dadurch können – ähnlich wie bei Unfällen – verschiedene Folgekosten für die direkt betroffenen Personen aber auch für die gesamte Volkswirtschaft entstehen. Kostenmässig relevant sind insbesondere die folgenden Bereiche:

- Medizinische Heilungskosten für die stationäre und ambulante Behandlung der Patienten (Spitalaufenthalt, Arztbesuche, Medikamente usw.).
- Produktionsausfall bei vorübergehender Arbeitsunfähigkeit oder dauerndem Arbeitsausfall.
- Immaterielle Kosten (Schmerz, Leid).

Für die Ermittlung der lärmbedingten Gesundheitskosten müssen neben der Lärmexposition der Bevölkerung insbesondere folgende Grundlagen erarbeitet werden:

- Auswahl der Krankheitsbilder.
- Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Anzahl Krankheits- und Todesfälle (Belastungs-Wirkungs-Funktion).
- Kostensätze pro Krankheits- oder Todesfall.

a) Krankheitsbilder

Bei den Hörschäden kann statistisch verlässlich davon ausgegangen werden, dass es ab einer dauernden Lärmbelastung von 85 bis 90 dB(A) bzw. Spitzenbelastungen von 100 bis 115 dB(A) zu bleibenden Hörschädigungen kommt. Solche sehr hohen Belastungswerte werden aber durch den Verkehrslärm – mit Ausnahme einiger nicht relevanter Einzelfälle – nicht erreicht. Hörschädigung durch Verkehrslärm kann daher für die Monetarisierung weitgehend ausgeschlossen werden.

Bei den nichtauditiven Effekten können verschiedene akute pathophysiologische Veränderungen (zum Beispiel Veränderung der Blutfettwerte, Anstieg der Herzfrequenz, Ausscheiden von Stresshormonen usw.) festgestellt werden.

Diese Veränderungen sind aber einer Monetarisierung nicht oder kaum zugänglich, weil über langfristige Folgen der Veränderungen im Sinn von klar definierten Krankheitsbildern keine oder nur unsichere Anhaltspunkte vorliegen. Dies gilt zum Beispiel insbesondere für die erhöhte Ausscheidung von Stresshormonen.

Klar definierte Krankheitsbilder (sogenannte «health end points») sind aber für die Quantifizierung der Gesundheitskosten erforderlich sind:

- allfällige Doppelzählungen zu vermeiden.
- die mit der Krankheit verbundenen Folgekosten (Medikamente, Arztbesuche, Arbeitsausfälle usw.) möglichst genau bestimmen zu können.

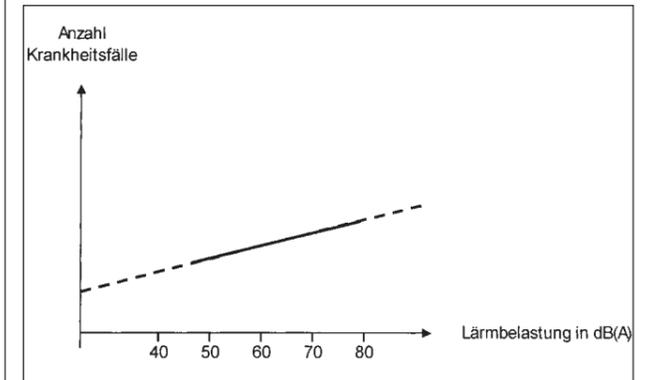
Im UNITE-Projekt hat man sich daher auf wenige klar definierte Krankheitsbilder beschränkt, nämlich:

- Myokardialer Herzinfarkt
- Angina pectoris¹⁹
- Bluthochdruck
- Schlafstörungen

b) Dosis-Wirkungs-Funktion

Für die ausgewählten Krankheitsbilder ist zu ermitteln, in welchem Ausmass die Zahl der Krankheits- bzw. Todesfälle mit steigender Lärmbelastung zunimmt. In der Epidemiologie wird dies als Belastungs-Wirkungs-Funktion (bzw. dose-response-function) bezeichnet. Dieser Zusammenhang entspricht der Steigung der Kurve in Abbildung 5.

Abbildung 5: Beispielhafter Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Anzahl Krankheitsfälle.



Die im UNITE-Projekt verwendeten Dosis-Wirkungs-Funktionen stammen aus epidemiologischen Untersuchungen in verschiedenen Ländern.²⁰ Für die Quantifizierung der Krankheits- und Todesfälle wurde das ExternE-Modell verwendet.²¹

c) Kostensätze für Krankheits- und Todesfälle

Für die Bewertung der Krankheits- und Todesfälle wurden Kostenschätzungen und Fallstudien aus verschiedenen Ländern ausgewertet. Die Ergebnisse wurden mittels Skalierungsfaktoren und Kaufkraftparitäten auf die Schweiz angepasst. Auf eigene schweizerische Erhebungen musste im Rahmen des UNITE-Projektes verzichtet werden.²²

d) Ergebnisse

Die lärmbedingten Gesundheitskosten durch den Verkehr belaufen sich gemäss den UNITE-Schätzungen auf rund 137 Mio. sFr. Im Vergleich zum Nutzenverlust im Wohnbereich fallen sie um rund den Faktor 6 bis 8 geringer aus.

Der Hauptanteil der lärmbedingten Gesundheitskosten wird mit 89 Mio. sFr. durch den Strassenverkehr verursacht. Der Schienenverkehr ist für rund 43 Mio. sFr. verantwortlich.

Wiederum gilt es zu beachten, dass beim Strassen- und Schienenverkehr für die Anzahl belärmter Personen von der Lärmexposition Anfang der 90er-Jahre ausgegangen werden musste.

Tabelle 5: Lärmbedingte Gesundheitskosten durch den Verkehr.

	In Mio. CHF (mit Kostenbasis 1998)
Strassenverkehr	89 ^a
Schieneverkehr	43 ^a
Luftverkehr	5 ^c
Total	137

a: Lärmbelastung basiert auf der Situation Anfang der 90er Jahre
b: Lärmbelastung basiert auf dem Jahr 1995
c: Lärmbelastung basiert auf dem Jahr 1998 und berücksichtigt nur die 3 Landesflughäfen

¹⁴ Infraconsult (1992), Soziale Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz. Die Berechnungen beruhen auf einer geschichteten Stichprobe in insgesamt 34 Gemeinden. Die Stichprobe wurde dabei im Wesentlichen durch die Verfügbarkeit der Anfang der 90er-Jahre vorhandenen Lärmbelastungskataster bestimmt.

¹⁵ Aktuellere Daten der SBB basierend auf neuen detaillierten Lärmkatastern standen für das UNITE-Projekt nicht in geeigneter Form zur Verfügung.

¹⁶ Quelle: Suter S., Sommer H., Marti M. et al. (2002), The Pilot Accounts for Switzerland. Die Angaben beschränken sich ausschliesslich auf die Lärmbelastung in der Schweiz, da für den Aufbau von Verkehrsrechnungen vom Territorialprinzip ausgegangen wurde. Dies ist vor allem für den Flughafen Basel-Mulhouse von Bedeutung, bei welchem nur die Lärmbelastung auf dem Schweizer Territorium berücksichtigt wurde.

¹⁷ Quelle: Ecoplan (2000), Externe Lärmkosten des Verkehrs: Hedonic Pricing Analyse.

¹⁸ Quelle: Ecoplan (2000), Externe Lärmkosten des Verkehrs: Hedonic Pricing Analyse.

¹⁹ Als Angina pectoris wird jener Schmerz in der Brust bezeichnet, der bei einem Sauerstoffmangel im Herzen auftritt.

²⁰ Vgl. dazu TNO (2001), Adverse effects of noise exposure on health, a state of the art summary.

²¹ European Commission (1999), ExternE Externalities of Energy. Für eine Kurzbeschreibung des ExternE-Modells vgl. Suter S., Sommer H., Marti M. et al. (2002), The Pilot Accounts for Switzerland, Annex.

²² Für einen Überblick über die verwendeten Kostensätze vgl. Suter S., Sommer H., Marti M. et al. (2002), The Pilot Accounts for Switzerland, S. 32.

Tabelle 6: Verkehrsbedingte Lärmkosten in der Schweiz pro Jahr in Millionen Schweizer Franken (1995/1998).

	Lärmkosten im Wohnbereich in Mio. CHF	Lärmbedingte Gesundheitskosten in Mio. CHF	Total in Mio. CHF
Strassenverkehr	772 - 971	89	861 - 1'060
Schiennenverkehr	54 - 210	43	97 - 253
Luftverkehr	38	5	43
Total	865 - 1'219	137	1'002 - 1'356

Die Ergebnisse müssen daher mit der entsprechenden Vorsicht interpretiert werden. In der Tendenz dürften die tatsächlichen Kosten höher liegen.

Übrige verkehrsbedingte Lärmkosten

Zu den übrigen externen Lärmkosten des Verkehrs vor allem in den Bereichen Freizeit und Tourismus, Gewerbe und Industrie sowie Raumplanung liegen für die Schweiz bisher keine Gesamtschätzungen vor.

Einzig für den Bereich Tourismus wurde von Infras (1997) im Zusammenhang mit einer Studie zu den externen Kosten des Verkehrs im Gotthard-Korridor eine grobe Abschätzung für das Reusstal und die Leventina vorgenommen.²³ Für die Abschätzung der Kosten ging Infras von folgender Überlegung aus: Eine belärmte Landschaft ist als Urlaubsregion weniger attraktiv als eine intakte Urlaubsregion mit geringer Lärmbelastung. Dies kann für die Erholungssuchenden zu einem Nutzenentgang führen. Beispielsweise kann in engen Bergtälern die Beschallung von Hanglagen das Wandererlebnis nachträglich stören.

Als Grundlage für die Bewertung des Nutzenentgangs wurde eine von Klockow durchgeführte Zahlungsbereitschafts-Analyse verwendet. Diese gelangt zum Ergebnis, dass Touristinnen und Touristen für eine intakte Urlaubsregion eine Steigerung der Urlaubskosten um 15% akzeptieren würden.²⁴ Daraus kann der Umkehrschluss abgeleitet werden, dass der Nutzenentgang durch die gestörte Erholungsfunktion in einem belärmten Gebiet mindestens 15% der aufgewendeten Urlaubskosten entspricht. Für die Quantifizierung werden die Tourismuseinnahmen der Gemeinden erfasst, die entlang des Strassen- und/oder Schienekorridors liegen, sowie jener, die indirekt durch die Emissionen betroffen sind. Die so erfassten Einnahmen für die Strecke Flüelen-Bellinzona²⁵ belaufen sich auf rund 22 Mio. sFr. pro Jahr; 15% oder 3,3 Mio. sFr. davon stellen die externen Kosten der Landschaftsbeeinträchtigung dar.²⁶ Die Kosten wurden von Infras hälftig je dem Strassen- und Schienenverkehr zugewiesen.

Im Vergleich zu den lärmbedingten Kosten im Wohn- und Gesundheitsbereich sind diese Kosten unbedeutend. Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass es sich um eine erste Grobschätzung für einen beschränkten Untersuchungsraum handelt. Für definitive Aussagen müsste sowohl die Methode verfeinert als auch das Mengengerüst ausgeweitet werden.

Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Die verkehrsbedingten Lärmkosten belaufen sich für die bisher quantifizierten Bereiche auf 1,0 bis 1,4 Mia. sFr. pro Jahr. Dies entspricht 0,28% bis 0,37% des Bruttoinlandsprodukts (BIP). Die schweizerischen Ergebnisse liegen damit am unteren Ende der Bandbreite von 0,2% bis 2%, welche von der Europäischen Kommission in ihrem Grünbuch²⁷ für die Lärmkosten veranschlagt wird.

Der Hauptteil der Kosten entfällt auf den Wohnbereich (0,87 bis 1,2 Mia. sFr.). Die lärmbedingten Gesundheitskosten fallen demgegenüber wesentlich geringer aus, auch wenn sie mit knapp 140 Mio. sFr. nicht vernachlässigbar sind.

Zu den übrigen Bereichen liegen bisher keine verlässlichen Schätzungen vor.

Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse ist wie folgt zu bewerten: Für die verkehrsbedingten Lärmkosten im Wohnbereich liegen verschiedene Schätzungen vor. Dabei zeigt sich übereinstimmend, dass insbesondere durch den Strassenverkehr bedeutende Kosten verursacht werden (rund 770–970 Mio. sFr. pro Jahr). Der Zusammenhang zwischen der Lärmbelastung und der Verminderung des Immobilien- bzw. Wohnungspreises beruht auf gesicherten und aktuellen schweizerischen Erhebungen. Demgegenüber musste für die Ermittlung der Lärmexposition (Anzahl belärmter Wohnungen nach Lärmklassen) von einem alten und relativ kleinen Mengengerüst ausgegangen werden. Die Ergebnisse sind daher mit der entsprechenden Vorsicht zu interpretieren.

Für den Schienenverkehr zeigen die Berechnungen mit einem aktualisierten Mengengerüst für das Jahr 1995 ebenfalls bedeutende externe Kosten im Wohnbereich (rund 210 Mio. sFr.). Die Zuverlässigkeit der Ergebnisse schätzen wir im Vergleich zum Strassenverkehr als wesentlich höher ein.

Der zivile Flugverkehr verursacht im Wohnbereich externe Kosten von rund 38 Mio. sFr. Die Schätzung beruht auf einer detaillierten Ermittlung der Lärmbelastung durch die Empa und kann daher in der Grössenordnung als zuverlässig betrachtet werden.

Für die lärmbedingten Gesundheitskosten wurden im Rahmen des UNITE-Projekts erstmals Berechnungen für die Schweiz durchgeführt. Bezüglich den verwendeten Mengengerüsten (Anzahl belärmte Personen) gelten die gleichen Überlegungen wie für den Wohnbereich. Die verwendeten Dosis-Wirkungs-Funktionen zum Zusammenhang zwischen Lärmbelastung und Anzahl Krankheits- bzw. Todesfälle stammen aus verschiedenen internationalen Untersuchungen. Eine Ergänzung und Überprüfung dieser Ergebnisse mit schweizerischen Untersuchungen wäre wünschenswert. Für die monetäre Bewertung der Krankheits- und Todesfälle wurden internationale Kostensätze auf die Schweiz übertragen, was mit entsprechenden Unsicherheiten und Vereinfachungen verbunden ist. Insgesamt müssen die Ergebnisse zu den lärmbedingten Gesundheitskosten als erste Grobschätzung betrachtet werden.

Forschungsbedarf

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, dass für eine verlässliche Ermittlung der verkehrsbedingten Lärmkosten noch ein erheblicher Forschungsbedarf verbleibt. Die wichtigsten Lücken bestehen u. E. vor allem in folgenden Bereichen:

a) Mengengerüst (Lärmexposition)

Im Strassenverkehr beruhen die Schätzungen zur Lärmexposition der Bevölkerung auf alten und spärlichen Grundlagen aus dem Anfang der 90er-Jahre. Für eine aktualisierte und verlässliche Berechnung besteht ein dringender Handlungsbedarf.

Im Auftrag des Buwal wurde im Jahr 2000 ein detailliertes Vorgehenskonzept zur Aktualisierung der Lärmkarten erarbeitet und anhand einer Pilotstudie in der Gemeinde Neuenkirch überprüft.²⁸ Dieses Konzept sieht vor, die Lärmberechnungen mit einem Immissionsberechnungsmodell vorzunehmen. Die bestehenden Lärmbelastungskataster würden in GIS-kompatible Berechnungsprogramme überführt, so dass in Zukunft eine Aktualisierung der Lärmbelastung bei geändertem Verkehrsaufkom-

men jederzeit möglich wäre. Das Konzept harret zur Zeit noch der Umsetzung.

Im Bereich des Schienenverkehrs und der Landesflughäfen liegen die erforderlichen Lärmberechnungsmodelle und die aktuellen Daten zur Lärmexposition grundsätzlich vor. Sie müssten aber für eine Gesamtschätzung der verkehrsbedingten Lärmkosten noch zusammengeführt werden. Zusätzlich müsste für die Militärflughäfen und die übrigen Flugplätze eine Aktualisierung der Daten vorgenommen werden.

b) Wertgerüst

Bei der Bewertung (Monetarisierung) der negativen Auswirkungen der Lärmbelastung besteht vor allem in folgenden Bereichen ein Handlungsbedarf:

– Produktionsausfälle am Arbeitsplatz: Es bestehen Indizien, dass sich der Verkehrslärm negativ auf die Arbeitsleistung auswirkt. Epidemiologische Studien aus den 80er-Jahren gehen von einer geschätzten Leistungsverminderung von 0,5 bis 1,5% pro dB aus. Diese Ergebnisse sollten mit neuen epidemiologischen Studien überprüft werden. Sollte sich dabei der vermutete Zusammenhang bestätigen, sind die entsprechenden Kosten zu ermitteln. Dazu müsste insbesondere auch ein Mengengerüst zur Lärmexposition am Arbeitsplatz aufgebaut werden.

– Gesundheitskosten: Die Übertragung von ausländischen Kostensätzen auf die Schweiz ist wegen unterschiedlicher Versicherungs- und Gesundheitssysteme nur bedingt möglich. Für eine verlässliche Abschätzung der Lärmkosten im Gesundheitsbereich sollten spezifische Erhebungen bei Spitälern, Ärzten und Krankenversicherungen in der Schweiz durchgeführt werden. Zusätzlich sind weitere Untersuchungen zu den Dosis-Wirkungs-Funktionen erforderlich, sowohl auf nationaler als auch internationaler Ebene.

– Lärmbedingte Kosten im Tourismus: Die bisher angewendete Schätzmethode (15% der Tourismusumsätze im Berggebiet) muss als Grobschätzung verstanden werden und erlaubt keine exakte Quantifizierung des Nutzenentgangs. Es besteht sowohl hinsichtlich der anzuwendenden Methodik als auch bezüglich der Zahlungsbereitschaft für mehr Ruhe im Freizeitbereich ein grundsätzlicher Forschungsbedarf.

– Wertverlust bei nicht überbauten Gebieten: Grundsätzlich ist unbestritten, dass die Lärmbelastung in Einzelfällen auch in raumplanerischer Hinsicht negative Auswirkungen auf den Wert von bisher nicht überbauten Gebieten haben kann (zum Beispiel durch Rückversetzung von eingezonten Gebieten in eine tiefere Empfindlichkeitsstufe, durch Auszonung von bisher eingezonten Gebieten oder durch Nicht-Einzonung neuer Gebiete als Wohnzone). Über das Ausmass der davon betroffenen Flächen sowie weitere wichtige Faktoren (Wahrscheinlichkeit der Baurealisierung, Einfluss auf den Grundstückmarkt usw.) liegen bisher keine Erkenntnisse vor.

Literaturverzeichnis

Bögli H. und Jordi B. (2001)
 • *Neue Offensive zur Lärmbekämpfung*, in: *Umwelt 4/2001*, S. 53–55.

Buwal (2002)
 • *Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven*, Schriftenreihe Umwelt Nr. 329, Bern.

Ecoplan (2000)
 • *Externe Lärmkosten des Verkehrs: Hedonic Pricing Analyse*, Arbeitspapier (Vorstudie II), Aldorf und Bern.

Ecoplan/Planteam GHS AG (1998)
 • *Externe Lärmkosten des Verkehrs: Schlussbericht Vorstudie I*, GVF-Auftrag Nr. 291, Aldorf und Bern.

European Commission (1999)
 • *ExternE Externalities of Energy*, Brüssel.

European Commission (1996)
 • *Green Paper on Future Noise Policy*, Brüssel.
 Infraconsult (1992)

• *Soziale Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz*, GVF-Auftrag Nr. 191, Bern.

Infras (1997)
 • *Korridorrechnung: Externe Kosten des Verkehrs im Gotthard-Korridor*, in: *Arbeitsgemeinschaft Herry/Infras/Progonos, Einzel- und gesamtwirtschaftliche Wegekostenrechnung Strasse/Schiene in Österreich und der Schweiz*, GVF-Auftrag Nr. 239, Basel, Zürich, Wien, 1997.

Klockow S. (1991)
 • *Die volkswirtschaftlichen Kosten der Umweltverschmutzung im Bereich Freizeit und Erholung in der Bundesrepublik Deutschland – Ergebnisse einer empirischen Untersuchung*, in: *Zeitschrift für Umweltpolitik & Umweltrecht*, 3/1991, S. 217–247.

Statistisches Amt des Kantons Zürich (2001)
 • *Umweltbericht für den Kanton Zürich 2000*, Zürich.

Metroeconomica Limited (2001)
 • *Monetary valuation of noise effects. Prepared for the EC UNITE Project*.

Maibach M., Schreyer C., Banfi S., Iten R., de Haan P. (1999)
 • *Faire und effiziente Preise im Verkehr, Bericht D3 des Nationalen Forschungsprogramms NFP 41 «Verkehr und Umwelt, Wechselwirkungen Schweiz–Europa»*, Bern.

Maibach M., Schreyer C., Banfi S., Iten R., de Haan P. (1999)
 • *Anhänge zu Bericht D3 «Faire und effiziente Preise im Verkehr», Bericht M5 des Nationalen Forschungsprogramms NFP 41 «Verkehr und Umwelt, Wechselwirkungen Schweiz–Europa»*, Bern.

Ott W., Seiler B., Kälin R. (1999)
 • *Externe Kosten im Verkehr: Regionale Verteilungswirkungen, Bericht D4 des Nationalen Forschungsprogramms NFP 41 «Verkehr und Umwelt, Wechselwirkungen Schweiz–Europa»*, Bern.

Planteam GHS AG (2000)
 • *Externe Lärmkosten des Verkehrs, Teilbereich Akustik, Schlussbericht Vorstudie II*, Bern.

Suter S., Sommer H., Marti M., Wickart M., Schreyer C., Peter M., Gehrig S., Maibach M., Wüthrich P., Bickel P., Schmid S. (2002)
 • *The Pilote Accounts of Switzerland – Appendix Report. UNITE (UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency). Deliverable 5. Funded by 5th Framework RTD Programme. ITS, University of Leeds*.

TNO (2001)
 • *Adverse effects of noise exposure on health, a state of the art summary*, Leiden NL.

Weinberger M. (1991)
 • *Die Messung sozialer Kosten des Lärms am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland*, Köln.

WHO World Health Organization (1999)
 • *Guidelines for Community Noise*, Geneva.

²³ Infras (1997), Korridorrechnung: Externe Kosten des Verkehrs im Gotthard-Korridor.

²⁴ Vgl. dazu Klockow S. (1991), Die volkswirtschaftlichen Kosten der Umweltverschmutzung im Bereich Freizeit und Erholung in der Bundesrepublik Deutschland, S. 231. Es gilt zu beachten, dass sich dieser Prozent-Satz nicht ausschliesslich auf das Umweltgut «Ruhe» bezieht, sondern die gesamte Zahlungsbereitschaft für eine intakte Umwelt im Urlaub widerspiegelt. Die Verwendung dieses Prozent-Satzes führt daher tendenziell zu einer Überschätzung der lärmbedingten Kosten.

²⁵ Die Beschränkung der Berechnung auf die Strecke Flüelen-Bellinzona geht von der Annahme aus, dass die Beeinträchtigung in den anderen Regionen von untergeordneter Bedeutung ist.

²⁶ Infras (1997), Korridorrechnung: Externe Kosten des Verkehrs im Gotthard-Korridor, S. 41.

²⁷ European Commission (1996), Green Paper on Future Noise Policy.

²⁸ Für eine ausführliche Beschreibung des Berechnungs- und Stichprobenkonzepts vgl. Planteam (2000), Externe Lärmkosten des Verkehrs, Teilbereich Akustik.

Coûts du bruit des transports en Suisse

Dr. Heini Sommer, Ecoplan, Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik, Bern und Altdorf

Introduction

Le bruit – on entend par là les sons indésirables et dérangeants – constitue un problème typique de notre société tournée vers l'individualisme: l'ampleur du dérangement ou de la nuisance effectif dépend pour une grande part de la perception subjective de la personne touchée, certes. Mais les effets ne se limitent pas à cette seule perception. En fin de compte, c'est toute l'économie et toute la société qui se ressentent des atteintes potentielles à la santé, des changements de comportement dans les loisirs ou des adaptations de l'habitat, cela, par exemple sous la forme de dépenses supplémentaires de santé, de pertes de productivité au poste de travail ou de pertes de recettes sur le marché du logement et de l'immobilier.

Le recensement et la monétarisation de ces retombées négatives du bruit ne revêtent pas seulement un intérêt dans l'optique d'une meilleure connaissance de ces processus de transposition de l'individu à la société. Connaître les effets et les coûts du bruit nous donne encore des points de repère grâce auxquels il est possible de modifier le comportement de l'individu face au bruit et de déterminer la «juste» mesure de la lutte contre le bruit.

Il en est du bruit comme d'autres secteurs environnementaux: une «stratégie de tolérance zéro» ne serait probablement pas la meilleure piste. En effet, les dépenses consenties en vue d'éviter le bruit indésirable doivent être mises en parallèle avec les bénéfices retirés des mesures mises en œuvre (sous la forme de coûts évités). Et seules sont indiquées et judicieuses les interventions dont il résulte un rapport coûts/bénéfice favorable.

Nous nous proposons de montrer ici l'étendue et la fiabilité de nos connaissances sur le bruit, et de faire un inventaire des coûts occasionnés par cette nuisance en Suisse. A cet effet, nous ferons au chapitre 2 un bref tour d'horizon des types de bruit et de leurs sources en Suisse. Le chapitre 3 expliquera dans quels domaines le bruit des transports (cause principale) génère des coûts et des pertes d'avantages. Le chapitre 4 présente un aperçu des estimations actuelles des coûts du bruit des transports en Suisse. Enfin, le chapitre 5 reviendra sur les principales lacunes de nos connaissances et sur les recherches qu'il reste à faire.

Principales sources de bruit en Suisse

Types de bruit et leurs sources

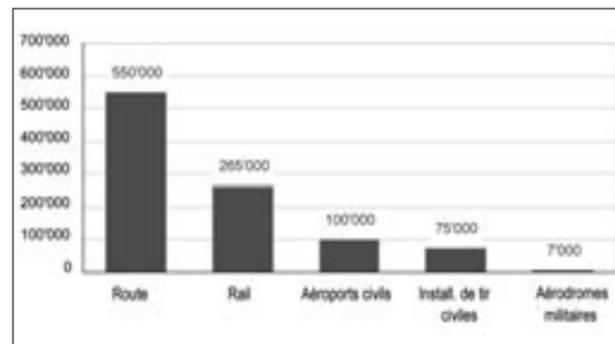
Le bruit peut provenir de différentes sources. L'ordonnance sur la protection contre le bruit (OPB) en distingue (pour les installations fixes) les types suivants:

- bruit occasionné par le trafic routier, le trafic ferroviaire et le trafic aérien
- bruit de l'industrie et des arts et métiers
- bruit du tir

Importance des diverses sources de bruit

L'importance des diverses sources de bruit est très variable. Certes, à ce jour on manque de chiffres actuels décrivant l'exposition au bruit dans sa réalité d'aujourd'hui (p.ex. nombre de personnes par classes de bruit et sources). Cependant, les dépassements des valeurs limites d'immission donnent des indications sur l'importance des différentes sources.¹ La Figure 1 indique le nombre de personnes exposées à des intensités son-

Figure 1: Estimation du nombre de personnes exposées au-delà des valeurs limites d'immission (relevé effectué avant des assainissements).



Source: OFEFP (2002), Lutte contre le bruit en Suisse, p. 49.

res dépassant la valeur limite d'immission (VLI) pour les cinq principaux types de bruit.

- On constate que quelque 550 000 personnes sont touchées par des dépassements des VLI occasionnés par le **trafic routier**. Ce dernier est donc, de loin, la principale source de bruit. «Selon les cadastres du bruit, plus de 2600 km du réseau routier requièrent un assainissement, dont 290 km de routes nationales, 390 km de routes principales fédérales et quelque 2000 km d'autres routes.»²
- Le **trafic ferroviaire** occasionne des expositions supérieures aux VLI pour environ 265 000 personnes.³ Des parois antibruit sont nécessaires sur 270 km environ de l'ensemble du réseau ferré suisse (5035 km).
- Selon des estimations, plus de 100 000 personnes sont exposées au bruit du **trafic aérien civil** dépassant les VLI.
- On estime que les immissions de bruit des quelque 2000 **installations de tir civiles** occasionnaient, avant leur assainissement, des dépassements des VLI pour environ 75 000 personnes.
- Toujours selon des estimations, 7 000 personnes sont exposées à des émissions sonores des **aéroports militaires** dépassant les VLI.

Il n'existe pas d'estimation globale de l'impact des **autres types de bruit**:

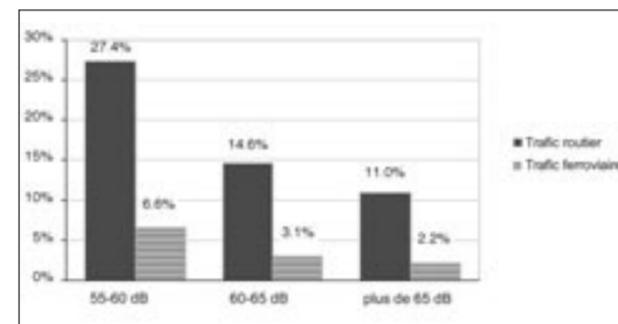
- Cependant, pour ce qui est du bruit de l'industrie et des arts et métiers, des sondages effectués par des services cantonaux spécialisés laissent à penser «que les problèmes sont relativement modestes, étant donné que les prescriptions édictées par la SUVA pour restreindre le bruit à la place de travail ont eu pour conséquence de réduire déjà considérablement les émissions sonores des installations concernées.»⁴
- Enfin, selon l'OFEFP, on ne possède pas de données scientifiques permettant de faire une appréciation générale des bruits du quotidien et des manifestations musicales par rapport aux VLI. Les perturbations causées par de telles situations doivent être étudiées dans chaque cas de figure.

Evolution de l'exposition au bruit

En guise de valeur critique de l'exposition au bruit à l'extérieur du lieu d'habitation, l'OMS recommande une valeur indicative de 55 dB(A) sur une période de 16 heures.⁵ Lorsque les immissions excèdent cette limite, on estime que la gêne est considérable.

C'est en 1985, avant l'entrée en vigueur de l'OPB que l'OFEFP a effectué pour la dernière fois des estimations à grande échelle de l'exposition au bruit pour les principales sources sonores (trafic routier et ferroviaire).

Figure 2: Exposition de la population au bruit du trafic routier et du trafic ferroviaire (dates de 1985, avant l'entrée en vigueur de l'OPB).



Source: OFEFP (2002), Lutte contre le bruit en Suisse, p. 50.

A l'époque, plus de 50% de la population était exposée, du fait du bruit du trafic routier, à une intensité sonore supérieure à la limite critique de 55 dB(A). Plus de 10% de la population était considérablement dérangée par le bruit du trafic ferroviaire.

L'OFEFP ne dispose pas de données détaillées de l'évolution de l'exposition au bruit depuis l'entrée en vigueur de l'OPB. Cependant, une enquête menée en 1998 sur la gêne subjective due au bruit montre que plus de 64% de la population suisse se sent dérangée par le bruit. Il va de soi que cette enquête portant sur la perception personnelle (et ne comportant pas de données précises sur la durée et l'intensité de l'exposition au bruit) ne saurait être directement comparée avec les valeurs de 1985. On peut néanmoins faire les observations suivantes:

- On constate que les exploitations industrielles et artisanales bruyantes sont de plus en plus rares, et que le bruit du tir diminue progressivement.
- En revanche, la gêne due au bruit des transports a augmenté. Les améliorations techniques apportées parfois aux véhicules (moteurs plus silencieux, freins à disques sur les trains de voyageurs, etc.) et aux infrastructures (p.ex. mise en place de revêtements routiers atténuant le bruit) n'ont pas compensé l'élévation de l'exposition au bruit consécutive à la croissance du volume des transports:
 - Principales sources de la gêne ressentie, le trafic routier et le trafic ferroviaire ont connu une croissance énorme depuis 1985. Pour la période 1985-1997, on la chiffre à 24% pour le trafic routier (véhicules-kilomètres) et à 12% pour le rail (trains-kilomètres). A noter que pour ces deux modes de transport, c'est surtout le trafic marchandises, particulièrement bruyant, qui a augmenté.
 - Pour ce qui est du trafic aérien international, les entreprises suisses du trafic de lignes ont connu, entre 1985 et 1997, une croissance de plus de 115% (avions-kilomètres).

Au total, les experts sont généralement d'avis que la problématique du bruit tend à prendre de l'ampleur, surtout à cause de l'évolution des transports.⁶ C'est devant cette toile de fond que nous allons maintenant nous pencher sur les effets et les coûts du bruit des transports en Suisse.

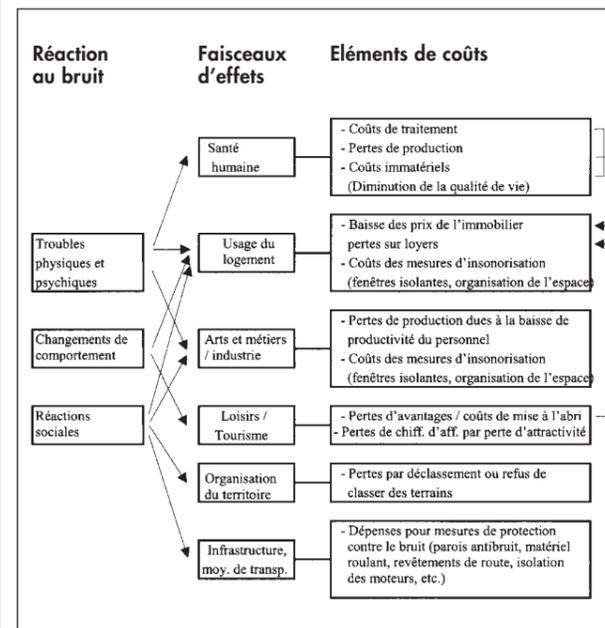
Effets du bruit des transports

Dans quels secteurs le bruit produit-il des coûts?

Ressenti comme un dérangement et une gêne, le bruit génère diverses réactions individuelles et sociales.

Dans la littérature économique, il manque à ce jour une description systématique de ces réactions et des coûts consécutifs à l'exposition au bruit dans les secteurs les plus divers. Beaucoup d'auteurs concentrent leurs estimations sur des éléments bien précis des coûts du bruit, par exemple les atteintes à la santé ou le prix que les gens seraient prêts à payer pour diminuer leur exposition au bruit sur leur lieu de domicile.⁷

Figure 3: Le bruit et ses effets.



A la figure 3, nous avons tenté de décomposer en éléments de coûts aussi clairement définis que possible les dommages occasionnés par le bruit, cela à partir des réactions possibles à la gêne provoquée dans les secteurs touchés.

S'agissant des **réactions possibles au bruit**, on peut a priori distinguer trois «modèles» (voir figure 3):

- Sur le plan individuel, le bruit peut générer, d'une part, des **troubles physiques et psychiques**, par exemple des troubles du sommeil et de la concentration. D'un point de vue médical, les troubles du sommeil prennent une importance particulière parce que, lorsqu'ils sont fréquents, ils nuisent au bien-être et, partant, à la santé.
- D'un autre côté, le bruit peut, sur le plan individuel, être à l'origine de **modifications de comportement**, en ce sens qu'une personne pourra être amenée à déménager pour s'y soustraire ou parcourir de longues distances durant ses loisirs dans le but de trouver un endroit calme, propice à la détente.
- Sur le **plan social**, il faut surtout considérer les réactions du législateur, par exemple:
 - prescription réglant les mesures d'assainissement dans les logements, sur les infrastructures de transports ou sur les véhicules (cloisons antibruit, imposition de standards pour les moteurs silencieux).
 - Mesures et restrictions relevant de l'organisation du territoire (p.ex. refus de classer en zones d'habitation des terrains situés le long de voies de communication).

¹ En vertu de la loi sur la protection de l'environnement (LPE), les valeurs limites d'immission (VLI) doivent être fixées de manière que, en vertu de l'état de la science ou de l'expérience, les immissions inférieures à ces valeurs ne dérangent pas sensiblement la population dans son bien-être.

Lors de la fixation des valeurs limites d'immission, on tient compte du type de bruit (p.ex. bruit du trafic routier, bruit de l'aviation, etc.) et de l'affectation de la surface considérée (degré de sensibilité). Le dépassement de la valeur limite d'immission peut donc être lié à une exposition d'intensité variable au bruit suivant le type de celui-ci et l'affectation du lieu (pour le bruit du trafic routier, p.ex. > 55 dB de jour pour le degré de sensibilité I et > 70 dB de jour pour le degré de sensibilité IV). A partir du nombre de personnes exposées au-delà de la valeur limite d'immission, on ne peut donc pas directement déterminer l'exposition effective des personnes concernées au bruit à cause de cet échelonnement (p.ex. nombre de personnes exposées à un bruit de 45-49 dB, 50-54 dB, 55-59 dB, etc.).

Toutefois, la valeur limite d'immission a une importance dans la mesure où son dépassement exige en principe, conformément à la LPE, un assainissement.

^{2/3} OFEFP (2002), Lutte contre le bruit en Suisse – Etat actuel et perspectives, p. 48.

⁴ OFEFP (2002), Lutte contre le bruit en Suisse – Etat actuel et perspectives, p. 49.

⁵ OMS (1999), Guidelines for Community Noise, p. 65.

⁶ Voir p.ex. OFEFP (2002), Lutte contre le bruit en Suisse – Etat actuel et perspectives, p. 50-55; Bögli H. et Jordi B. (2001), Neue Offensive zur Lärmbekämpfung; Statistisches Amt des Kantons Zürich (2001), Umweltbericht für den Kanton Zürich 2000.

⁷ Ainsi, par exemple Maibach M. et al. (1999), Faire und effiziente Preise im Verkehr; Infraconsult (1992), Coûts sociaux du bruit des transports en Suisse, mandat SET n° 191; Weinberger M. (1991), Die Messung sozialer Kosten des Lärms am Beispiel der Bundesrepublik Deutschland.

Dans les éléments de coût relatifs aux différents faisceaux d'effets, il peut y avoir des interdépendances, comme le montre le schéma ci-dessus: si le lieu de domicile se situe dans une région bruyante, et que pour se détendre durant les loisirs dans un endroit tranquille, il faille accomplir un long trajet, les coûts de ces déplacements auront un impact négatif sur l'estimation de la valeur du lieu de domicile. On peut donc admettre qu'une partie tout au moins des coûts absorbés pour fuir le bruit est comprise dans la différence de loyer entre un logement exposé au bruit et un logement comparable situé dans un endroit calme.

Quels secteurs sont-ils considérés comme des coûts externes du bruit?

La politique des transports s'intéresse surtout aux coûts externes du bruit. Ce terme désigne les coûts qui ne sont pas pris en charge par ceux qui les occasionnent (ici, les usagers des moyens de transport), mais par des tiers (p.ex. les riverains des voies de communication).

Si l'on se réfère au schéma de la figure 3, à l'exception des coûts inhérents à l'infrastructure des transports et aux moyens de transport proprement dit, on peut dire que tous les éléments de coût indiqués sont des coûts externes.

Les dépenses consacrées aux mesures de protection contre le bruit sur les véhicules constituent elles-mêmes un élément direct des coûts internes (supportés par ceux qui les occasionnent).⁸ Les mesures de protection contre le bruit mises en œuvre sur l'infrastructure des transports entrent dans le compte routier ou le compte ferroviaire et sont couvertes par ces unités d'imputation.⁹ Ces deux éléments ne sont donc pas à considérer comme des coûts externes.

Estimation des coûts externes du bruit des transports en Suisse

Les résultats les plus actuels pour la Suisse découlent de travaux effectués dans le cadre du projet de recherche européen UNITE¹⁰ et du PNR 41¹¹. Le projet UNITE établit pour 1998 les coûts externes des trafics routier, ferroviaire et aérien dans 18 pays au total en appliquant une systématique uniforme. Il chiffre non seulement les secteurs accidents, pollution de l'air, climat, nature et paysage, mais encore les coûts du bruit. Sur ce dernier point, ses auteurs ont évalué pour la première fois, outre la perte de bénéfices dans le domaine du logement (diminution des prix de l'immobilier et du loyer des logements), les coûts de la santé imputables au bruit en Suisse.

Les commentaires qui suivent reposent pour une large part sur les résultats du projet UNITE¹² et des études du PNR 41¹³ relatives aux coûts externes des transports.

Coûts du bruit dans le domaine du logement

Lorsqu'il s'agit de déterminer les coûts du bruit dans le domaine du logement, on admet que la gêne due au bruit a une incidence (sensible) sur le choix du lieu de domicile. Les logements bruyants sont moins demandés que les logements comparables situés dans des zones tranquilles. Sur un marché du logement fonctionnant bien, cette faiblesse de la demande se traduirait par une différence de loyer entre logements bruyants et calmes. Cette différence, en d'autres termes cette perte de recettes locatives, correspond au coût du bruit dans le domaine du logement.

La détermination des coûts demande principalement la connaissance des éléments suivants:

- Combien de logements sont-ils exposés à quelle intensité de bruit (exposition au bruit)?
- Comment l'exposition au bruit se répercute-t-elle sur les prix des loyers et de l'immobilier?

a) Exposition de la population au bruit

En ce qui concerne le **bruit du trafic routier**, seules existent des estimations sommaires quant au nombre de logements et de personnes exposés au bruit. Les données disponibles reposent essentiellement sur une étude du début des années 90, réalisée sur mandat du Service d'étude des transports (SET).¹⁴ Des informations supplémentaires sur l'exposition au bruit, différenciée suivant les heures de nuit et de jour, peuvent être trouvées dans Müller-Wenk (1998) pour l'année 1998. Les résultats des deux études sont résumés au Tableau 1.

Tableau 1: Exposition de la population au bruit du trafic routier (début/milieu des années 90).

Classe de bruit	Etude SET		Müller-Wenk	
	Logements	Personnes	Personnes: jour	Personnes: nuit
55-59 dB(A)	309'060	699'114	1'567'280	584'168
60-64 dB(A)	252'530	571'239	954'616	206'596
65-69 dB(A)	213'340	482'589	463'060	21'372
70-74 dB(A)	84'480	191'099	92'612	-
75+ dB(A)	11'330	25'629	7'124	-

La situation est analogue pour le **trafic ferroviaire**. Les données disponibles sur l'exposition au bruit proviennent essentiellement de l'étude du SET. Les CFF ont actualisé ces données pour 1995.¹⁵

Tableau 2: Exposition de la population au bruit du trafic ferroviaire (début/milieu des années 90).

Classe de bruit	Etude SET		Données CFF
	Logements	Personnes	Personnes
55-59 dB(A)	51'760	114'715	100'000
60-64 dB(A)	42'280	93'705	100'000
65-69 dB(A)	35'750	79'232	90'000
70-74 dB(A)	14'140	31'338	45'000
75+ dB(A)	1'900	4'211	17'000

S'agissant du **trafic aérien**, la situation initiale est sensiblement meilleure: L'exposition au bruit de la population au voisinage des trois aéroports nationaux a été déterminée spécialement pour le projet UNITE par le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches (Empa). Les données présentées au Tableau 3 sont donc de qualité nettement meilleure que celles qui concernent le trafic routier et ferroviaire.

b) Relation entre exposition au bruit et niveau des loyers

Plusieurs études ont été effectuées en Suisse à propos de la relation entre l'exposition au bruit et le niveau des loyers. La plus récente à présenter des données de haute qualité est celle de la Banque cantonale zurichoise; elle parvient au résultat suivant: à

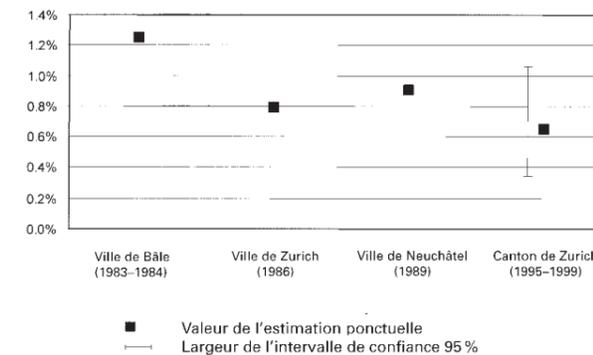
Tableau 3: Exposition de la population au bruit du trafic aérien, 1998.¹⁶

Classe de bruit	Personnes
55-59 dB(A)	112'347
60-64 dB(A)	71'251
65-69 dB(A)	16'711
70-74 dB(A)	3'277
75+ dB(A)	6

partir d'une exposition au bruit de 55 dB(A), il faut compter une réduction du prix de l'immobilier de 0,66% par dB(A) d'augmentation de bruit.¹⁷ Les études des années 80 proposent une marge de 0,8% à 1,2% par dB(A).

Dans le cadre du projet UNITE, on a admis une valeur moyenne de 0,9%. Dans la détermination des pertes, on a admis un loyer moyen de 1000 CHF par mois et par logement.

Figure 4: Incidence du bruit sur les prix (loyers) des immeubles ou des logements – résultats d'études suisses.¹⁸



c) Résultats

Selon les estimations disponibles, la perte de recettes occasionnée par le **trafic routier** dans le secteur du logement oscille entre **770 et 970 millions de francs par an**. Comme les données utilisées (nombre de logements exposés au bruit) reposent sur un échantillon relativement petit au début des années 90, les résultats doivent être interprétés avec prudence. On peut penser que les coûts effectifs pourraient avoir tendance à être plus élevés du fait de la forte croissance des transports. Parallèlement, il faut cependant considérer que, dans l'intervalle, diverses mesures de protection contre le bruit ont été mises en œuvre le long des autoroutes et des grands axes de communication.

Pour le **trafic ferroviaire**, les estimations à partir des données actualisées en 1995 donnent des coûts de **210 millions de francs** (voir la colonne Ott et al.). Les coûts présentés dans le projet UNITE reposent encore sur d'anciennes données du début des années 90 et ont été déterminés au moyen d'un procédé un peu sommaire.

Dans le cas du **trafic aérien**, le projet UNITE est le premier à avoir calculé les coûts du bruit dans le domaine du logement en Suisse. Selon cette estimation, ils atteignaient environ **38 millions de francs** en 1998.

Coûts de la santé dus au bruit

Outre des pertes de recettes dans le secteur du logement, l'exposition au bruit peut engendrer des atteintes à la santé de l'être humain. Elle peut – à l'instar des accidents – générer des

Tableau 4: Estimation des coûts du bruit dus aux transports dans le domaine du logement.

	UNITE (en mio. CHF, 1998)	Ott et al. (en mio. CHF, 1995)
Trafic routier	772 ^a	971 ^a
Trafic ferroviaire	54 ^b	210 ^b
Trafic aérien	38 ^c	(pas calculé)
Total	849	1'181

a: exposition au bruit fondée sur la situation au début des années 90
b: exposition au bruit fondée sur l'année 1995
c: exposition au bruit fondée sur l'année 1998; ne tient compte que des 3 aéroports nationaux

coûts subséquents frappant les personnes directement touchées mais aussi l'ensemble de l'économie. Les secteurs déterminants pour les coûts sont, entre autres, les suivants:

- Frais médicaux de guérison pour le traitement stationnaire et ambulatoire des patients (séjour en hôpital, visites médicales, médicaments, etc.)
- Pertes de production dues à l'incapacité temporaire ou permanente de travail
- Coûts immatériels (douleurs, souffrance)

Pour déterminer les coûts de la santé imputables au bruit, il faut, en plus de l'exposition de la population, élaborer en particulier les bases suivantes:

- Choix des tableaux cliniques (types de pathologies)
- Relation entre exposition au bruit et nombre de cas de maladie et de décès (fonction dose-effets)
- Barèmes des coûts par cas de maladie et décès

a) Types de pathologies

On peut admettre – les statistiques sont fiables – qu'une exposition durable à des niveaux de bruit de 85 à 90 dB(A) ou à des pointes de 100 à 115 dB(A) entraîne des lésions auditives permanentes. Cependant, le bruit des transports n'atteint jamais, si ce n'est dans quelques cas non représentatifs, des valeurs d'exposition aussi élevées. Dans le cadre de la monétarisation des effets du bruit des transports, on peut donc quasiment exclure ce type de lésion.

Parmi les effets non auditifs, on peut constater diverses modifications physiopathologiques aiguës (p.ex. modification du taux de lipides sanguins, élévation de la fréquence cardiaque, production d'hormones du stress, etc.).

Cependant, il est quasiment voire totalement impossible d'exprimer ces modifications en termes monétaires parce qu'il n'existe pas ou très peu de points de repère fiables sur leurs conséquences à long terme au sens de types de pathologies clairement définis. Cela vaut en particulier pour la production accrue d'hormones du stress.

Or des types de pathologies (appelés aussi «health end points») clairement définis sont nécessaires pour chiffrer les coûts de la santé parce qu'il faut

- éviter de possibles doubles comptages et
- pouvoir déterminer aussi précisément que possible les coûts subséquents liés à la maladie (médicaments, visites médicales, incapacité de travail, etc.).

Dans le projet UNITE, on s'est donc limité à quelques types de pathologies clairement définis, à savoir:

- infarctus du myocarde
- angine de poitrine¹⁹
- hypertension artérielle
- troubles du sommeil

⁸ Par exemple sous la forme de majorations des prix des voitures dotées de moteurs silencieux.

⁹ Une éventuelle insuffisance de couverture des comptes routier ou ferroviaire consécutive à des dépenses non couvertes pour des mesures de protection contre le bruit devrait évidemment être prise en compte dans le cadre d'un «compte global des transports».

¹⁰ UNITE: UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency. Projet de recherche du 5 programme cadre EU-F+E «Competitive and Sustainable Growth» Key Action «Sustainable Mobility and Intermodality».

¹¹ Programme du fonds national PNR 41: Transport et environnement, interactions Suisse-Europe.

¹² Pour la Suisse, les résultats sont publiés dans un rapport national spécifique. Voir à ce sujet Suter S., Sommer H., Marti M. et al. (2002), The Pilot Accounts for Switzerland.

¹³ Voir Maibach M. et al. (1999), Anhänge zu Bericht D3 «Faire und effiziente Preise im Verkehr»; Ott W., Seiler B., Kälin R. (1999), Externe Kosten im Verkehr: Regionale Verteilungswirkungen.

¹⁴ Infraconsult (1992), Soziale Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz. Les calculs reposent sur un échantillonnage effectué dans 34 communes. L'échantillon a été essentiellement déterminé par la disponibilité des cadastres du bruit existant au début des années 90.

¹⁵ Les données plus actuelles des CFF, reposant sur de nouveaux cadastres de bruit plus détaillés, n'existaient pas dans la forme voulue pour le projet UNITE.

¹⁶ Source: Suter S., Sommer H., Marti M. et al. (2002), The Pilot Accounts for Switzerland. Les indications se limitent exclusivement à l'exposition au bruit en Suisse, car les comptes de transports sont élaborés sur la base du principe de territorialité. Cela est important, en particulier pour l'aéroport de Bâle-Mulhouse, pour lequel seule l'exposition au bruit sur le territoire suisse a été considérée.

¹⁷ Ecoplan (2000), Externe Lärmkosten des Verkehrs: Hedonic Pricing Analyse.

¹⁸ Source: Ecoplan (2000), Externe Lärmkosten des Verkehrs: Hedonic Pricing Analyse.

¹⁹ On désigne par angine de poitrine la douleur qui irradie dans la poitrine lorsque le cœur présente un déficit d'oxygène.