

# **Verkehrsbedingte Lärmkosten in der Schweiz**

**Referat anlässlich der Tagung „15 Jahre  
Lärmschutzverordnung“ vom 12. April  
2002 in Olten**

**Dr. Heini Sommer**

12. April 2002

---

**ECOPLAN**

Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik

CH - 3005 Bern, Thunstr. 22

CH - 6460 Altdorf, Postfach

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

---

## Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
|          | <b>Inhaltsverzeichnis .....</b>                              | <b>1</b>  |
| <b>1</b> | <b>Einleitung .....</b>                                      | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>Die wichtigsten Lärmverursacher in der Schweiz .....</b>  | <b>2</b>  |
| 2.1      | Lärmarten und Verursacher .....                              | 2         |
| 2.2      | Die Bedeutung der einzelnen Lärmverursacher .....            | 3         |
| 2.3      | Entwicklung der Lärmbelastung .....                          | 4         |
| <b>3</b> | <b>Auswirkungen des Verkehrslärms .....</b>                  | <b>6</b>  |
| 3.1      | Welche Bereiche sind vom Verkehrslärm betroffen? .....       | 6         |
| 3.2      | Welche Bereiche gelten als externe Lärmkosten? .....         | 8         |
| <b>4</b> | <b>Externe Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz .....</b> | <b>8</b>  |
| 4.1      | Lärmkosten im Wohnbereich .....                              | 9         |
| 4.2      | Lärmbedingte Gesundheitskosten .....                         | 12        |
| 4.3      | Übrige verkehrsbedingte Lärmkosten .....                     | 15        |
| 4.4      | Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse .....      | 16        |
| <b>5</b> | <b>Forschungsbedarf .....</b>                                | <b>18</b> |
|          | <b>Literaturverzeichnis .....</b>                            | <b>20</b> |

# 1 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, z.B. 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 Kenntnis der Auswirkungen und Kosten gibt 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.

In diesem Beitrag wollen wir aufzeigen, wie weit und gesichert unsere Kenntnisse über den Lärm und die dadurch verursachten Kosten in der Schweiz sind. Dazu geben wir in Kapitel 2 einen kurzen Überblick über die Lärmarten und die wichtigsten Lärmverursacher in der Schweiz. In Kapitel 3 wird erläutert, in welchen Bereichen der Verkehrslärm (als Hauptverursacher) zu Kosten und Nutzenentgang führt. Kapitel 4 enthält einen Überblick über aktuelle Schätzungen zu den Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz. Im abschliessenden Kapitel 5 werden wir auf die wichtigsten Lücken und den verbleibenden Forschungsbedarf eingehen.

## 2 Die wichtigsten Lärmverursacher in der Schweiz

### 2.1 Lärmarten und Verursacher

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

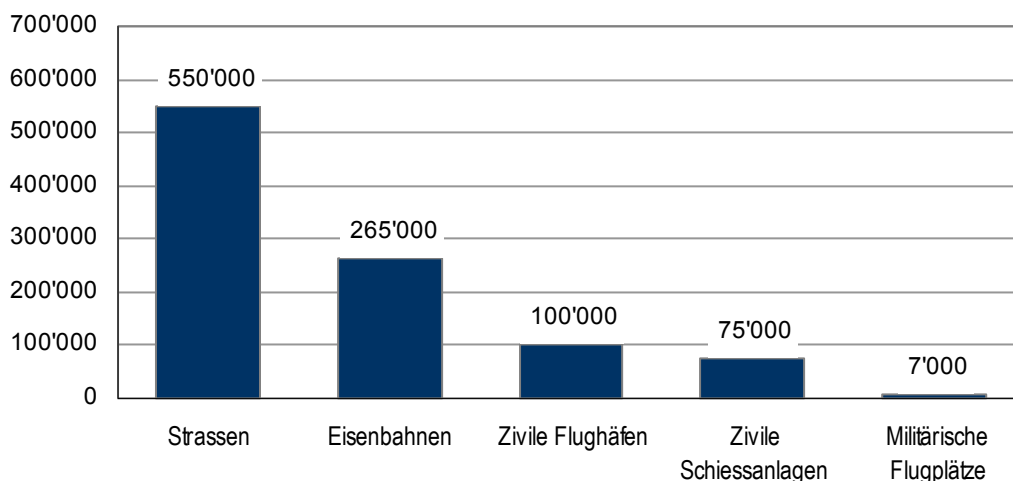
- Verkehrslärm durch Strassen-, Schienen- und Flugverkehr
- Industrie- und Gewerbelärm

- Schiesslärm
- Alltagslärm und Musikveranstaltungen

## 2.2 Die Bedeutung der einzelnen Lärmverursacher

Die Bedeutung der einzelnen Lärmverursacher ist stark unterschiedlich. Zwar fehlen zur Zeit aktuelle Zahlen über die heutige Lärmbelastung (z.B. Anzahl Personen nach Lärmklassen und Verursacher). Aus den Immissionsgrenzwertüberschreitungen lassen sich jedoch Hinweise zur Bedeutung der einzelnen Verursacher gewinnen.<sup>1</sup> Für die fünf grössten Lärmarten ist die Anzahl Personen über dem Immissionsgrenzwert (IWG) in Abbildung 1 dargestellt.

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



Quelle: BUWAL (2001), Lärmbekämpfung in der Schweiz, S. 49

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 2'600 km ein

<sup>1</sup> 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 (z.B. 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 z.B. > 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 (z.B. Anzahl Personen mit einer Lärmbelastung von 45-49 dB, 50-54 dB, 55-59 dB usw.) bestimmen.

Der Immissionsgrenzwert ist jedoch insofern von Bedeutung, als bei Überschreitung dieses Wertes gemäss USG im Grundsatz eine Sanierung vorzunehmen ist.

Sanierungsbedarf. Davon entfallen 290 km auf Nationalstrassen, 390 km auf Hauptstrassen und rund 2'000 km auf übrige Strassen.“<sup>2</sup>

Der **Schieneverkehr** verursacht bei rund 265'000 Personen Belastungen über dem IGW.<sup>3</sup> Entlang des gesamten Streckennetzes (5'035 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 2'000 **zivilen Schiessanlagen** verursachten vor der Sanierung schätzungsweise bei ca. 75'000 Personen IGW-Überschreitungen.

Bei den **militärischen Flugplätzen** sind gemäss Schätzungen rund 7'000 Personen von 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.“<sup>4</sup>
- 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.

## 2.3 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.<sup>5</sup> Liegen die Immissionen über dieser Grenze muss mit erheblichen Belästigungen gerechnet werden.

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

---

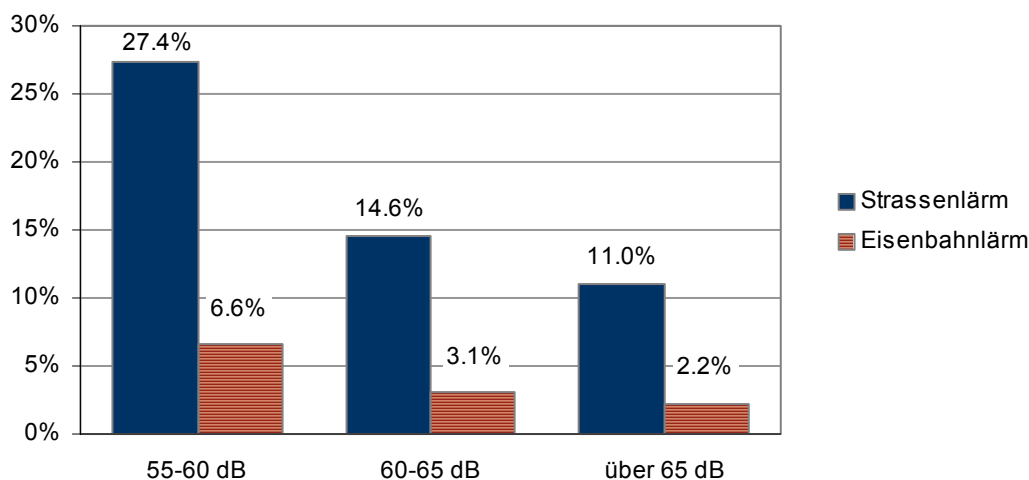
<sup>2</sup> BUWAL (2001), Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven, S. 48.

<sup>3</sup> BUWAL (2001), Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven, S. 48.

<sup>4</sup> BUWAL (2001), Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven, S. 49.

<sup>5</sup> WHO (1999), Guidelines for Community Noise, S. 65.

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



Quelle: BUWAL (2001), Lärmbekämpfung in der Schweiz, S. 50

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 (z.B. Einbau von lärmarmen Strassenbelägen) haben die Zunahme der Lärmbelastung durch das Verkehrswachstum nicht kompensieren können:
  - Der Strassen- und Schienenverkehr als Hauptverursacher der Lärmbelästigung 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.<sup>6</sup> Vor diesem Hintergrund werden wir uns im Folgenden auf die Auswirkungen und Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz konzentrieren.

### 3 Auswirkungen des Verkehrslärms

#### 3.1 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.<sup>7</sup>

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):

- 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 z.B.

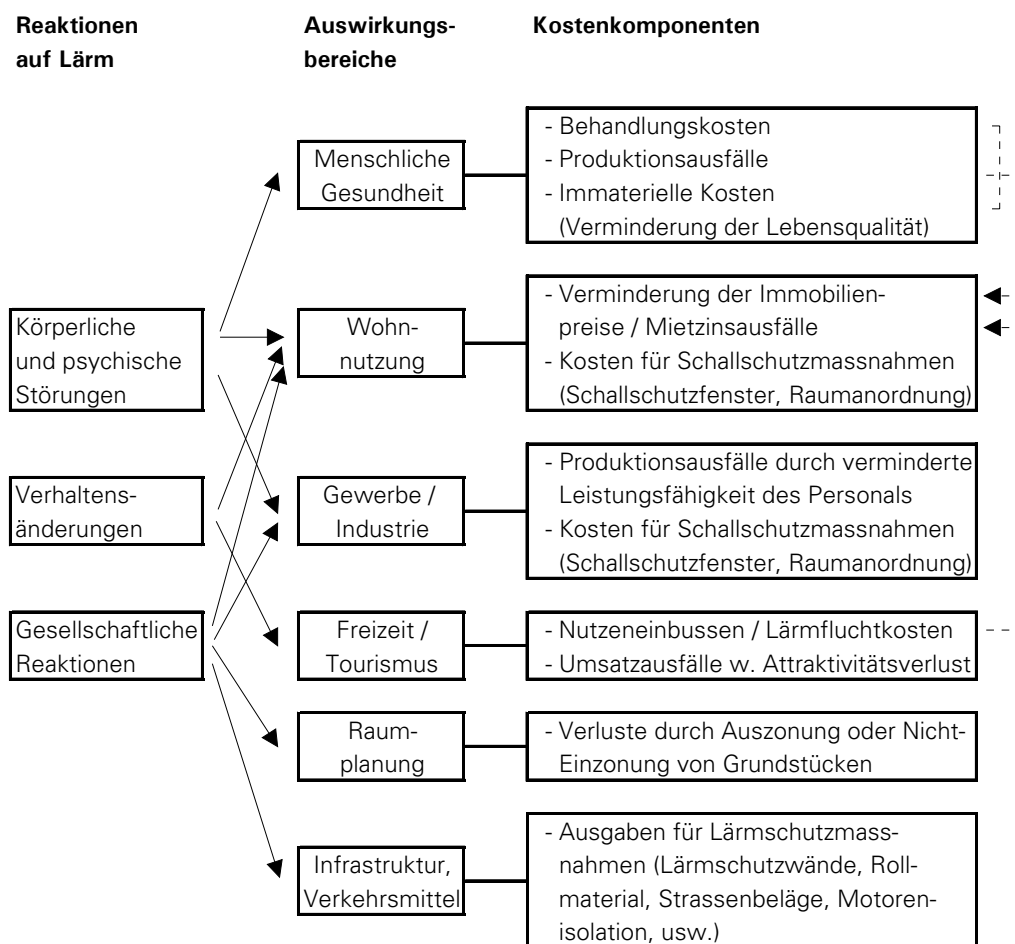
---

<sup>6</sup> Vgl. dazu z.B. BUWAL (2001), 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.

<sup>7</sup> 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.

- Vorschriften für Lärmsanierungsmassnahmen im Wohnbereich, an der Verkehrsinfrastruktur oder an den Fahrzeugen (Lärmschutzwände, Vorgabe von Standards für lärmarme Motoren)
- Raumplanerische Massnahmen und Einschränkungen (z.B. Verzicht auf Einzonung von Wohngebieten entlang von Verkehrsträgern).

Abbildung 3: Lärm und seine Auswirkungen



Bei den Kostenkomponenten zu den einzelnen Auswirkungsbereichen können, wie in der Abbildung 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.



### 3.2 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 und Benutzern des Verkehrsmittels), sondern von Dritten (z.B. Bewohnerinnen und Bewohnern 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.<sup>8</sup> Lärmschutzmassnahmen an der Verkehrsinfrastruktur fliessen in die Strassen- oder Schienenrechnung ein und werden über diese Kostenträger gedeckt.<sup>9</sup> Beide Komponenten sind daher nicht als externe Kosten zu betrachten.

## 4 Schätzungen der externe Kosten des Verkehrslärms in der Schweiz

Die aktuellsten Ergebnisse für die Schweiz liegen zur Zeit aus den Arbeiten im Rahmen des europäischen Forschungsprojektes UNITE<sup>10</sup> und des NFP 41<sup>11</sup> 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 Ergebnisse des UNITE Projektes<sup>12</sup> und der NFP 41 Studien<sup>13</sup> zu den externen Kosten des Verkehrs.

---

<sup>8</sup> Zum Beispiel in Form höherer Autopreise für lärmarme Motoren.

<sup>9</sup> Eine allfällige Unterdeckung der Strassen- und Schienenrechnung infolge nicht-gedeckter Ausgaben für Lärmschutzmassnahmen müsste selbstverständlich im Rahmen einer „Gesamtrechnung Verkehr“ berücksichtigt werden.

<sup>10</sup> UNITE : UNification of accounts and marginal costs for Transport Efficiency. Forschungsprojekt im 5. EU-F+E-Rahmenprogramm „Competitive and Sustainable Growth“ Key Action „Sustainable Mobility and Intermodality“.

<sup>11</sup> Nationales Forschungsprogramm NFP 41: Verkehr und Umwelt, Wechselwirkungen Schweiz – Europa.

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

## 4.1 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 Ermittlung der Kosten 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.<sup>14</sup> 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         | -               |

<sup>13</sup> 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.

<sup>14</sup> 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.

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.<sup>15</sup>

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

| <b>Lärmklasse</b> | <b>GVF-Studie</b> |                 | <b>Daten der SBB</b> |
|-------------------|-------------------|-----------------|----------------------|
|                   | <b>Wohnungen</b>  | <b>Personen</b> | <b>Personen</b>      |
| 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 Projekte 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 besser Qualität auf, als jene für den Strassen- und Schienenverkehr.

**Tabelle 3 Lärmbelastung der Bevölkerung durch den Flugverkehr, 1998<sup>16</sup>**

| <b>Lärmklasse</b> | <b>Personen</b> |
|-------------------|-----------------|
| 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               |

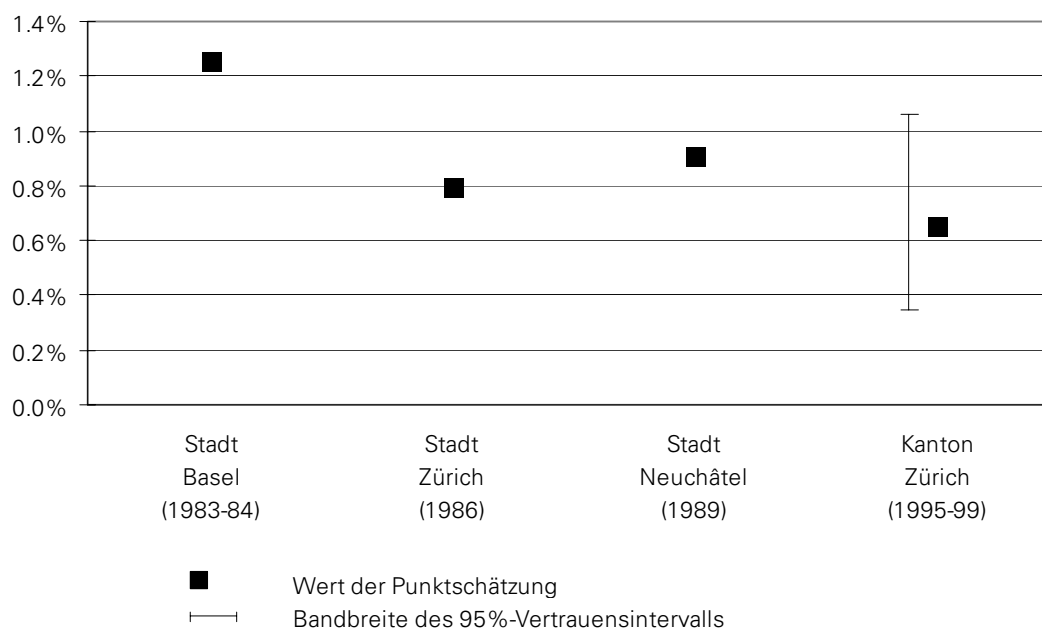
<sup>15</sup> Aktuellere Daten der SBB basierend auf neuen detaillierten Lärmkatastern standen für das UNITE Projekt nicht in geeignet aufbereiteter Form zur Verfügung.

<sup>16</sup> 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.

### 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.<sup>17</sup> Bei den Studien aus den 80er Jahren liegt die Bandbreite zwischen 0.8% bis 1.2% pro dB(A) Lärmzunahme.

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



Im Rahmen des UNITE Projektes wurde von einem Durchschnittswert von 0.9% ausgegangen. Für die Ermittlung der Ausfälle wurde ein durchschnittlicher Mietzins von 1'000 CHF pro Monat und Wohnung angenommen.

### c) Ergebnisse

Der durch den **Strassenverkehr** verursachte Nutzenverlust im Wohnbereich beläuft sich gemäss den vorliegenden Schätzungen auf rund **770 bis 970 Mio. CHF pro Jahr**. Da das

<sup>17</sup> Ecoplan (2000), Externe Lärmkosten des Verkehrs: Hedonic Pricing Analyse.

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

verwendete Mengengerüst (Zahl der belärmten Wohnung) 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 Verkehrswachstums 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. CHF** (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. CHF**.

**Tabelle 4: Schätzung der verkehrsbedingten Lärmkosten im Wohnbereich**

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

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

## 4.2 Lärmbedingte Gesundheitskosten

Die Lärmbelastung kann nebst dem Nutzenverlust im Wohnbereich auch zu einer Beeinträchtigung der menschlichen Gesundheit führen. Dadurch können – ähnlich wie bei den 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 nebst 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 nicht-auditiven Effekten können verschiedene akute pathophysiologische Veränderungen (z.B. Veränderung der Blutfettwerte, Anstieg der Herzfrequenz, Ausscheiden von Stresshormonen usw.) festgestellt werden.

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

Klar definierte Krankheitsbilder (sogenannte „health end points“) sind aber für die Quantifizierung der Gesundheitskosten erforderlich um

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

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

- Myokardialer Herzinfarkt
- Angina pectoris<sup>19</sup>
- Bluthochdruck
- Schlafstörungen

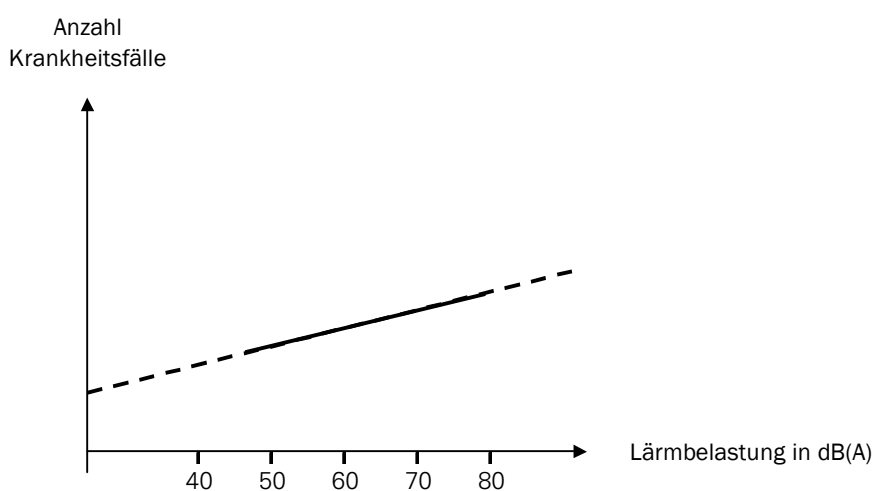
---

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

## 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-Funktion stammen aus epidemiologischen Untersuchungen in verschiedenen Ländern.<sup>20</sup> Für die Quantifizierung der Krankheits- und Todesfälle wurde das ExternE Modell verwendet.<sup>21</sup>

## 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.<sup>22</sup>

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

<sup>21</sup> 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.

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

#### d) Ergebnisse

Die lärmbedingten Gesundheitskosten durch den Verkehr belaufen sich gemäss den UNITE Schätzungen auf rund 137 Mio. CHF. 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. CHF durch den Strassenverkehr verursacht. Der Schienenverkehr ist für rund 43 Mio. CHF 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. Die Ergebnisse müssen daher mit der entsprechenden Vorsicht interpretiert werden. In der Tendenz dürften die tatsächlichen Kosten höher liegen.

**Tabelle 5: Lärmbedingte Gesundheitskosten durch den Verkehr**

|                        | In Mio. CHF<br>(mit Kostenbasis 1998) |
|------------------------|---------------------------------------|
| <b>Strassenverkehr</b> | 89 <sup>a</sup>                       |
| <b>Schieneverkehr</b>  | 43 <sup>a</sup>                       |
| <b>Luftverkehr</b>     | 5 <sup>c</sup>                        |
| <b>Total</b>           | <b>137</b>                            |

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

### 4.3 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.<sup>23</sup> 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 Er-

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



holungssuchenden 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.<sup>24</sup> 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 – Bellinzona<sup>25</sup> belaufen sich auf rund 22 Mio. CHF pro Jahr; 15% oder 3.3 Mio. CHF davon stellen die externen Kosten der Landschaftsbeeinträchtigung dar.<sup>26</sup> 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.

#### 4.4 Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse

Die verkehrsbedingten Lärmkosten belaufen sich für die bisher quantifizierten Bereiche auf 1.0 bis 1.4 Mrd. CHF 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 Grünbuch<sup>27</sup> für die Lärmkosten veranschlagt wird.

Der Hauptteil der Kosten entfällt auf den Wohnbereich (0.87 bis 1.2 Mrd. CHF). Die lärmbedingten Gesundheitskosten fallen demgegenüber wesentlich geringer aus, auch wenn sie mit knapp 140 Mio. CHF nicht vernachlässigbar sind.

Zu den übrigen Bereichen liegen bisher keine verlässlichen Schätzungen vor.

---

<sup>24</sup> 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 %-Satz nicht ausschliesslich auf das Umweltgut „Ruhe“ bezieht, sondern die gesamte Zahlungsbereitschaft für eine intakte Umwelt im Urlaub widerspiegelt. Die Verwendung dieses %-Satzes führt daher tendenziell zu einer Überschätzung der lärmbedingten Kosten.

<sup>25</sup> 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.

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

<sup>27</sup> European Commission (1996), Green Paper on Future Noise Policy.

**Tabelle 6 Verkehrsbedingte Lärmkosten in der Schweiz pro Jahr in Mio. CHF (1995/1998)**

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

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. CHF pro Jahr). Der Zusammenhang zwischen der Lärmbelastung und der Verminderung des Immobilien- bzw. Wohnungspreis 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 externen Kosten im Wohnbereich (rund 210 Mio. CHF). 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. CHF. 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 Projektes erstmals Berechnung 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 mussten 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.

## 5 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 Lärmdaten erarbeitet und anhand einer Pilotstudie in der Gemeinde Neuenkirch überprüft.<sup>28</sup> 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 Verkehrsaufkommen jederzeit möglich wäre. Das Konzept harret zur Zeit noch der Umsetzung.

Im Bereich des Schienenverkehrs und der Landesflughäfen liegen die erforderlichen Lärmberechnungsmodelle und die aktuelle Daten zur Lärmexposition grundsätzlich vor. Sie müssten aber für eine Gesamtschätzung der verkehrsbedingten Lärmkosten noch zusammengeführt werden. Zusätzlich müsste für die Militärflughäfen und den 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 entsprechende Kosten zu ermitteln. Dazu müsste insbesondere auch ein Mengengerüst zur Lärmexposition am Arbeitsplatz aufgebaut werden.

---

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

- **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 (z.B. 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 (2001)  
Lärmbekämpfung in der Schweiz – Stand und Perspektiven, Schriftenreihe Umwelt Nr. 329, Bern.
- Ecoplan (2000)  
Externe Lärmkosten des Verkehrs: Hedonic Pricing Analyse, Arbeitspapier (Vorstudie II), Altdorf und Bern.
- Ecoplan / Planteam GHS AG (1998)  
Externe Lärmkosten des Verkehrs: Schlussbericht Vorstudie I, GVF-Auftrag Nr. 291, Altdorf 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 5<sup>th</sup> 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.