



# Regierungsrat des Kantons Basel-Stadt

An den Grossen Rat

10.5255.02

WSU/P105255  
Basel, 8. Dezember 2010

Regierungsratsbeschluss  
vom 7. Dezember 2010

## Schriftliche Anfrage Brigitta Gerber betreffend Tram und Erschütterungsmessungen

Das Büro des Grossen Rates hat die nachstehende Schriftliche Anfrage Brigitta Gerber dem Regierungsrat zur Beantwortung überwiesen:

In den letzten Jahren sind die Tramkombinationen enorm viel schwerer geworden, zudem konnte das Fahrtempo wesentlich erhöht werden. Dies führt zu extremen, erdbebenähnlichen Erschütterungen bei Gebäuden, die nahe an den Gleisen stehen. Viele Gleise sind zudem überbeansprucht von der Tonnenfracht und der hohen Frequenz der Tramzüge. Neben den entstehenden Schäden an der Bausubstanz der Häuser ist ein deutlicher Einbruch der Wohnqualität durch Lärm und Gerumpel der Tramzüge zu vermerken. Dies steht im Widerspruch mit dem Anliegen der Stadt, ein gutes Wohnumfeld zu erhalten resp. zu schaffen. Vor diesem Hintergrund bittet die Unterzeichnende den Regierungsrat zu nachfolgenden Fragen betreffend Tram und Erschütterungsmessungen Bericht zu erstatten und zudem einen Überblick über die Gewichts- und Tempoentwicklungen in den letzten 50 Jahren zu geben.

1. Welche Möglichkeiten gibt es zur Messung von Lärm und Erschütterungen, die von Trams verursacht werden? Werden Erschütterungsemissionen regelmäßig gemessen? Werden beim Kauf von neuen Trams Lärm- und Erschütterungsemissionen berücksichtigt resp. negativ gewertet?
2. Gibt es gesetzliche Grundlagen für die Einhaltung gewisser Normen? Wenn ja, wie sehen diese aus, wer kontrolliert deren Einhaltung?

Brigitta Gerber

Wir beantworten diese Schriftliche Anfrage wie folgt:

## 1. Einleitende Ausführungen

### 1.1 Lärm- und Erschütterungsproblematik - Wie entsteht Tramlärm?

Das Problem der Lärmentwicklung kennen alle Schienenverkehrsmittel. Dabei handelt es sich einerseits um Luftschall (Rollgeräusch, Kurvenquietschen, Bremslärm, usw.) der über die Luft zu den Gebäuden und Passanten gelangt. Andererseits gibt es den Körperschall, der – hervorgerufen durch die Anregung der Schiene und des Unterbaus – über den Boden oder auch über Werkleitungen auf die Gebäude übertragen wird und dort in Form von sekundär abgestrahltem Luftschall (Abstrahlung der Wände und Decken) wahrnehmbar ist. Je näher ein Gebäude am Trassee steht und je mehr Körperschallbrücken sich im Boden befinden, desto stärker sind Erschütterungen und sekundär abgestrahlter Luftschall im Innern eines Hauses zu spüren bzw. zu hören. Die Stärke der Schwingungsübertragung kann von Ort zu Ort, von Haus zu Haus, aber auch von Raum zu Raum sehr unterschiedlich sein.

### 1.2 Orte mit erhöhten Erschütterungen und Körperschall

An einigen Orten in der Stadt stehen Tramgleise mit einem Abstand von rund zwei Metern unüblich nahe an den Gebäuden. Auch ausserhalb der Innenstadt gibt es drei längere Strassenabschnitte, die eine solch enge Bebauung aufweisen:

- Austrasse, zwischen den Haltestellen Brausebad und Holbeinsteinstrasse (Linie 6)
- St. Johanns-Vorstadt zwischen den Haltestellen Universitätsspital und Johanniterbrücke (Linie 11)
- Spalenvorstadt zwischen den Haltestellen Universität und Spalentor (Linie 3)

Es handelt sich um historisch gewachsene Strukturen. Die Tramgleise wurden in diesen Abschnitten zirka um das Jahr 1900 verlegt. Heute würde die Tramtrasse zweifellos nicht mehr so nahe an die Gebäude, bzw. die Gebäude würden nicht mehr so nahe an die Tramgleise gebaut. Aufgrund dieser Situation sieht man sich in verschiedenen Liegenschaften mit einer über dem gewohnten Niveau liegenden Übertragung von Körperschall konfrontiert. Auch der Luftschall wird in eng bebauten Gebieten durch Reflexionen zwischen Fahrzeughülle und Gebäude verstärkt.

### 1.3 Entwicklung des Tramverkehrs

Im Jahr 1972 haben die Basler Verkehrs-Betriebe (BVB) 118 Mio. Personen befördert<sup>1</sup>. 2009 waren es bereits 126 Mio. – plus 20 Mio., die von der seit 1994 durch die Baselland Transport AG (BLT) betriebene Tramlinie 11 befördert werden. Demnach werden heute auf dem Tramnetz rund 25% mehr Personen befördert als vor 40 Jahren<sup>2</sup>.

1970 wurde auf den Tramlinien der BVB tagsüber in einem Intervall von 6 Minuten gefahren,

<sup>1</sup> inkl. der Linie 11, die heute durch die BLT betrieben wird

<sup>2</sup> Die Linie 10, die bis Anfang der Achtzigerjahre durch die Birseckbahn (Aeschenplatz – Dornach) und die Birsigtalbahn (Heuwaage – Rodersdorf) ist nicht berücksichtigt. Unter Berücksichtigung dieser Linie wäre das Wachstum noch einige Prozentpunkte stärker

was bereits damals zu Eigenbehinderungen, vor allem im Abschnitt Bahnhof SBB - Aeschenplatz – Innenstadt – Claraplatz führte. Unter anderem aus diesem Grund ging die BVB 1998 auf den 7,5-Minuten-Takt über. Aufgrund der bestehenden Kapazitätsgrenzen im Netz konnte die wachsende Zahl von Kundinnen und Kunden nur mittels grösserer Tramzüge befördert werden, was nachfolgend am Beispiel der Tramlinie 6 dargestellt wird.

**Tabelle: Einsatz von Tramzügen auf der Linie 6**

Jahre	Komposition	Länge	Zugsge-wicht (Tara)	Anzahl Achsen	Achslast Triebachsen
vor 1968	Be 4/4 + B4	28m	30 t	8	5.0t
1968 - 1979	Be 4/6 Düwag und B4	34m	33.7 t	10	3.8t
1980 - 1987	Be 4/6 + Be 4/6 (Dü-wag)	40m	47 t	12	3.8t
1988 - 1997	Be 4/4 + Be 4/4 + B4	43m	49.2 t	12	5.0t
1998 - 2001	Be 4/4 + B4S + B4	43m	41 t	12	5.0t
ab 2002	Combino	43m	47.9 t	8	6.0t

Die Höchstgeschwindigkeit der bis 1968 auf der Linie 6 eingesetzten vierachsigen Standardmotorwagen (Be 4/4, Baujahre 1949 bis 51) lag, wie auch diejenige der Düwag-Gelenkmotorwagen (Be 4/6, geliefert 1968 – 72) und der ab 1988 von Schindler gelieferten vierachsigen Motorwagen bereits bei 60km/h, diejenige des 2001/2002 gelieferten Combino bei 65 km/h. Die maximal zulässige Höchstgeschwindigkeit beträgt auf dem basel-städtischen Tramnetz 60 km/h, dieser Wert ist jedoch nur auf eigenem Bahnkörper (Eglisee – Habermannstrasse – Riehen, Münchensteinerbrücke – M-Parc und Merianbrücke) zugelassen. Im Strassenbereich liegt die Höchstgeschwindigkeit bei 50km/h; dort wo Konfliktpotenzial mit anderen Verkehrsarten besteht, sogar bei nur 45 km/h. In den genannten von der Erschütterungsproblematik betroffenen Abschnitten darf maximal mit 40 km/h gefahren werden.

Die zugelassenen Höchstgeschwindigkeiten und die Durchschnittsgeschwindigkeit haben sich auf dem Tramnetz in den letzten 50 Jahren nur wenig verändert. Dies zeigt ein Blick in den Fahrplan: 1969 betrug die minimale Fahrzeit Allschwil - Riehen 38,5 Minuten, im Jahr 2010 38,7 Minuten<sup>3</sup>. In den vergangenen 40 Jahren wurde der Tramverkehr demnach nicht beschleunigt, aber verstetigt. Dank Lichtsignalbeeinflussung und separater Tramspuren haben die Verspätungen, die in den Sechziger und Siebzigerjahren in den Hauptverkehrszeiten nicht selten bei fünf bis zehn Minuten lagen, massiv abgenommen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die Tramzüge in den letzten 40 Jahren um rund 50% länger und in ihrem Gesamtgewicht auch entsprechend schwerer geworden sind. Die Häufigkeit der Fahrten hat aber nicht zu-, sondern eher abgenommen. Dies trifft auch auf die von der Erschütterungs- und Körperschallproblematik am meisten betroffenen Abschnitte zu, die in den letzten 40 Jahren im Regelbetrieb jeweils nur von einer Linie befahren worden sind (bis 1998 alle 6 Minuten, seither alle 7,5 Minuten). Ausserdem verkehren die Trams

<sup>3</sup> Quelle: Graphischer Fahrplan 1969 und 2010: Mittelwert der Fahrzeit beider Fahrrichtungen abends und am Sonntag. Die Linie 6 wurde gewählt, weil sie als kombinierte Stadt-/Überlandlinie für die Entwicklung im Netz repräsentativ ist.

pünktlicher und stetiger (weniger Abbremsen und Anfahren). Die Höchstgeschwindigkeiten haben sich hingegen kaum und wenn dann nur punktuell verändert. Die längeren und somit auch schwereren Kompositionen wurden nötig, um einerseits der wachsenden Anzahl Kundinnen und Kunden den erwarteten Komfort zu bieten und andererseits wegen des Übergangs vom 6- auf den 7,5-Minuten-Takt.

## 1.4 Massnahmen der BVB zur Lärmreduktion

Mit der Modernisierung des Rollmaterials konnte der durch den Tramverkehr verursachte Luftschall (Rollgeräusche, Kreischen und Quietschen) stark reduziert werden. Der Combino ist rund 10 bis 15 Dezibel leiser als ältere Tramzüge. Zurzeit prüft die BVB, ob die nach 2014 noch eingesetzten älteren Fahrzeuge mit Radschallabsorbern nachgerüstet werden können. Beim Combino ist dies schon heute der Fall.

Gegen das Kurvenquietschen wollen der Kanton und die BVB an exponierten Lagen statio-näre Gleisschmieranlagen installieren. Ein unter anderem bei der Hauptpost durchgeföhrter Test mit einer solchen Anlage ist für innerstädtische Verhältnisse bisher positiv verlaufen. Das Kurvenquietschen wurde stark reduziert. Der Regierungsrat plant, dem Grossen Rat im Jahr 2011 einen entsprechenden Ratschlag vorzulegen.

Auch das lästige Bremskreischen der alten Anhängerwagen, das insbesondere entlang der Linien 1 und 14 bei der Bevölkerung zu Unmut geführt hat, wird bald der Vergangenheit angehören. Bis im Frühjahr 2011 werden alle Anhängerwagen umgebaut sein. Die bereits sanierten Fahrzeuge haben sich im Betrieb bewährt. Die Bremsgeräusche sind weitgehend verschwunden.

Zur Reduktion des Körperschalls wird bei allen Gleisanierungen und Gleisneubauten ein Masse-Federsystem nach den Regeln der Baukunde eingesetzt. Das Gleisbett wird vom übrigen Strassenbett durch Mineralwolle weitestgehend entkoppelt, sodass sich die Schwingungsübertragung um 50 bis 60% reduzieren lässt<sup>4</sup>. Das Beispiel des Entwicklungsgebietes Bahnhof St. Johann - Voltastrasse zeigt, dass in neben einem neu erstellten Tramtrasse liegenden Neubauten keine störenden Erschütterungen mehr auftreten und die vorbeifahrenden Tramzüge kaum noch zu hören sind. Das Zusammenspiel zwischen neuer Gleislage- rungstechnik und guter Schallisolation am Gebäude hat funktioniert.

Die Sanierung des gesamten Schienennetzes ist eine sehr langfristige Angelegenheit, weil die Lebensdauer eines nur von einer Linie befahrenen Gleisabschnittes in der geraden Strecke bei rund 40 bis 45 Jahren liegt. Aus Kostengründen nimmt die BVB die Sanierung jeweils erst dann vor, wenn der Gleisersatz ansteht.

Zusammenfassend stellt der Regierungsrat fest, dass Ursache und Wirkung von Körperschall und Erschütterungen in erster Linie von der Gleislagerung und deren Lage in Bezug

---

<sup>4</sup> Messungen zeigen, dass die Erschütterungen durch Einbau von Dämmmatte im Durchschnitt um 50 bis 60% reduziert werden. Die Wirkung kann jedoch von Gebäude zu Gebäude sehr unterschiedlich sein. Aufgrund der Frequenzverschiebung kann es in wenigen Einzelfällen in Altbaufliegenschaften mit Holzbalkendecken vorkommen, dass die Erschütterungen gleich bleiben oder gar zunehmen

auf die Bebauung abhängt. Zwischen dem Combino und den Fahrzeugtypen aus den Jahren 1987 bis 1991 können bei den Körperschallübertragungen keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Kritischer ist die Situation tatsächlich dort, wo Gebäude sehr nahe an den Tramgleisen stehen. Dies ist beispielsweise in der Austrasse der Fall. Nach Einschätzung eines unabhängigen Akustikexperten dürften in der Austrasse die Anhalts- bzw. Richtwerte zwar auch im noch nicht lärmsanierten Bereich sowohl für Erschütterungen (DIN Norm 4150-2) als auch für Körperschall (BEKS<sup>5</sup>) am Tag und in der Nacht eingehalten werden<sup>6</sup>. Der wahrgenommene Schall und die Erschütterung können aber trotzdem als störend empfunden werden. Deshalb schleift die BVB die Gleise in diesem Abschnitt besonders häufig, um die gute Laufeigenschaften der Trams sicherzustellen. Nachhaltig gelöst werden kann das Problem aber nur durch einen Gleisersatz und den gleichzeitigen Einbau eines Masse-Feder-Systems. Aufgrund des noch guten Gleiszustandes steht dieser aber erst in rund 20 Jahren an.

Am Beispiel des Abschnittes Austrasse soll aufgezeigt werden, welche Möglichkeiten grundsätzlich zur rascheren Problemlösung bestünden:

Zur Bekämpfung des Körperschalls und der Erschütterungen:

- Frühzeitige Erneuerung der Tramgleise (Kostenpunkt der Massnahme: zirka CHF 3.5 Mio.)
- Teilweise oder vollständige Führung der Linie 6 über den Spalenring und die Markthalle, mit der Folge, dass sich die Reisezeit zwischen Brausebad und Heuwaage um knapp zwei Minuten verlängert und die Austrasse „ihre“ Tramhaltestelle verliert.

Zur Bekämpfung des Luftschalls:

- Einbau von Schallschutzfenstern. Die Gebäudeeigentümer erhalten 100 % der Kosten von Schallschutzfenstern, wenn der Tramlärm zusammen mit dem Straßenverkehrslärm den Alarmwert von 70 dB am Tage bzw. 65 dB in der Nacht überschreitet. Bei einer Belastung ab 67 dB leistet der Kanton freiwillig einen Beitrag von 50 % an die Kosten der Schallschutzfenster.

---

<sup>5</sup> Weisung des Bundesamts für Verkehr für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen vom 20.12.1999

<sup>6</sup> Bei Erschütterungen unterhalb der Grenzwerte gemäss SN 640312A vom April 1992 sind auch kleinere Schäden an den Gebäuden unwahrscheinlich. Diese Grenzwerte wurden bei der Messung von Tramvorbeifahrten von BVB und BLT noch nie auch nur annähernd erreicht

## 2. Beantwortung der Fragen

*Frage 1: Welche Möglichkeiten gibt es zur Messung von Lärm und Erschütterungen, die von Trams verursacht werden? Werden Erschütterungsemisionen regelmässig gemessen? Werden beim Kauf von neuen Trams Lärm- und Erschütterungsemisionen berücksichtigt resp. negativ gewertet?*

### **Luftschall**

Bei Trambahnen, die im Strassenstrasse verkehren, haben die Vollzugsbehörden den Auftrag, Strassenlärmkataster zu erstellen und periodisch zu aktualisieren. Dabei wird der Tramlärm dem Strassenverkehrslärm zugerechnet. Beurteilt (gemessen oder berechnet) werden die Lärmimmissionen in der Mitte des offenen Fensters. Zurzeit erhebt das Amt für Umwelt und Energie die Belastungen an Tramstrecken durch Emissions- und Immissionsmessungen des Tramlärms.

Bei Tramfahrzeugen wird ausserdem die Emission von Luftschall unter vorgegebenen Messbedingungen auf einer normierten Strecke ermittelt, dies anlässlich der Inbetriebsetzung der Fahrzeuge und nach grösseren Umbauten.

### **Erschütterungen und Körperschall**

Zur Ermittlung der Erschütterungen wird in einem neben den Gleisen liegenden Testgebäude in den Grundmauern und in der Decke die Schwinggeschwindigkeit bei vorbeifahrendem Fahrzeug (Peak-Wert und energetischer Mittelwert RMS) bei verschiedenen Vorbeifahrgeschwindigkeiten gemessen. Neue Fahrzeuge werden nach Ablieferung entsprechend gemessen und mit einem vergleichbaren Fahrzeugtyp, d.h. dem Combino, verglichen.

Das Amt für Umwelt und Energie lässt im Rahmen der aktuellen Messkampagne nebst den Luftschallmessungen auch Erschütterungsmessungen durchführen.

### **Ausschreibung neuer Trams**

Bei der Ausschreibung neuer Trams werden Vorgaben bezüglich Körperschall und Luftschall gemacht. Gemessen wird nach europäischem Standard. Der Körperschall des offerierten Fahrzeugs wird mit demjenigen des Combino verglichen. Luftschall und abgestrahlter Körperschall werden anlässlich der Fahrzeugabnahme nachgeprüft. Dazu werden von einem unabhängigen Experten unter verschiedenen Geschwindigkeiten und Bedingungen Vergleichsmessungen mit dem Combino vorgenommen.

Die Lärmemissionen eines offerierten Fahrzeuges sind ein Bewertungskriterium zur Beurteilung der Offerten. Weil die Lärmentwicklung eines Tramfahrzeuges stark netz- und ortsabhängig ist, sind Hersteller nicht in der Lage, eine absolute Aussage zur Lärmentwicklung eines Fahrzeuges auf dem Zielnetz zu machen. Ihre Offerte bezieht sich deshalb immer auf eine normierte Strecke.

*Frage 2: Gibt es gesetzliche Grundlagen für die Einhaltung gewisser Normen? Wenn ja, wie sehen diese aus, wer kontrolliert deren Einhaltung?*

Massgebend sind das Bundesgesetz über den Umweltschutz (SR 814.01, Umweltschutzge-

setz [USG]) und die Lärmschutz-Verordnung (SR 814.41, LSV)

- Artikel 11 USG – Grundsatz – verlangt in Absatz 1, dass ... Lärm und Erschütterungen ... durch Massnahmen bei der Quelle begrenzt werden (Emissionsbegrenzungen). Nach Absatz 2 müssen die Emissionen so weit begrenzt werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist (Vorsorgeprinzip). In Absatz 3 verlangt der Gesetzgeber, dass die Emissionen verschärft werden, wenn feststeht, dass die Einwirkungen schädlich oder lästig sind.
- Artikel 12 USG – Emissionsbegrenzungen – verlangt, dass Vorschriften über Emissionsbegrenzungen in Verordnungen oder in direkt auf das Gesetz abgestützten Verfügungen vorgeschrieben werden.
- Artikel 13 USG – Immissionsgrenzwerte – sieht vor, dass der Bundesrat Immissionsgrenzwerte in Verordnungen festlegt.
- Artikel 15 USG – Immissionsgrenzwerte – verlangt, dass diese für Lärm und Erschütterungen so festzulegen sind, dass nach dem Stand der Wissenschaft oder der Erfahrung Immissionen unterhalb dieser Werte die Bevölkerung in ihrem Wohlbefinden nicht erheblich stören.
- Artikel 16 USG – Sanierungspflicht – legt fest, dass Anlagen, die den Vorschriften des Umweltschutzgesetzes oder den Umweltvorschriften anderer Bundesgesetze nicht genügen, saniert werden müssen. Der Bundesrat erlässt Vorschriften über die Anlagen, den Umfang der zu treffenden Massnahmen, die Fristen und das Verfahren.
- Artikel 20 USG – Schallschutz bei bestehenden Gebäuden – legt fest, dass Eigentümer von Gebäuden bei denen sich die Lärmimmissionen nicht durch Massnahmen bei der Quelle unter den Alarmwert setzen lassen, zum Einbau von Schallschutzfenstern oder ähnlichen Massnahmen verpflichtet werden. Die Eigentümer der lärmigen ortsfesten Anlage tragen die Kosten dafür.

### **Sanierung wegen übermäßigem Aussenlärm (Luftschall)**

Für die Sanierung von Eisenbahnen – dazu gehören auch Trambahnen auf eigenem Trassee – erliess der Bundesrat, gestützt auf das Bundesgesetz über die Lärmsanierung der Eisenbahnen und auf das Umweltschutzgesetz die Verordnung über die Lärmsanierung der Eisenbahnen (SR 742.144.1, VLE). Für den Vollzug dieser Gesetze und der Verordnung sorgt das Bundesamt für Verkehr (BAV).

Die Sanierung von Trambahnen im Strassenstrasse erfolgt nach den Regelungen der Lärmschutz-Verordnung (LSV). Nach Anhang 3 der LSV wird der Tramlärm dem Motorfahrzeuglärm zugeschlagen. Die so ermittelten Belastungswerte müssen in einem Lärmbelastungskataster festgehalten werden (Art. 37 LSV). Erreichen oder überschreiten die Beurteilungspegel die Immissionsgrenzwerte, so muss die ortsfeste Anlage "Strasse" saniert werden. Ist dies durch Massnahmen an der Quelle (Fahrzeuge, Beläge, Schiene, Temporeduktionen, verkehrslenkende Massnahmen usw.) oder auf dem Ausbreitungswege (Lärmschutzwände) nicht möglich, so erteilt die Vollzugsbehörde Erleichterungen und verlangt den Einbau von Schallschutzfenstern, wenn der Alarmwert erreicht oder überschritten bleibt. Vollzugsbehörde und damit Kontrollinstanz für die sogenannten üb-

rigen Strassen<sup>7</sup> ist das Amt für Umwelt und Energie. Die Sanierung muss bis spätestens im Jahr 2018 erfolgt sein.

**Sanierung wegen übermässigem Körperschall (sekundärer Luftschall) und Erschütterungen**

Der Bundesrat muss für diesen Bereich eine entsprechende Verordnung erlassen. Die Bundesbehörden sind zurzeit daran, einen Entwurf auszuarbeiten. Die Vernehmlassung bei den Kantonen ist noch nicht erfolgt. In welchem Umfang, ab welchen Grenzwerten und bis wann Sanierungen erfolgen müssen, ist dem Regierungsrat deshalb noch nicht bekannt. Als sicher darf angenommen werden, dass für die Kosten von Sanierungen die Eigentümer der Anlage aufkommen müssen und dass das Bundesamt für Verkehr (BAV) für den Vollzug und damit für die Kontrollen verantwortlich sein wird. Bereits jetzt vollzieht das BAV die von ihm erlassene "Weisung für die Beurteilung von Erschütterungen und Körperschall bei Schienenverkehrsanlagen (BEKS) vom 20.12.1999" bei wesentlich geänderten, neuen, umgebauten oder ausgebauten Anlagen.

Im Namen des Regierungsrates des Kantons Basel-Stadt



Dr. Guy Morin  
Präsident



Barbara Schüpbach-Guggenbühl  
Staatsschreiberin

---

<sup>7</sup> Im Kanton Basel-Stadt sind dies alle Strassen ausser den Nationalstrassen.