
Informationen zur Testreihe "Masse-Feder-System unterhalb der Philharmonie"

- Bereits bei der Planung und dem Bau der Kölner Philharmonie wurde die unterirdische Nord-Süd Stadtbahn mit eingeplant. Unter der Philharmonie befinden sich so genannte Schlitzwände, die ursprünglich eine einfachere Unterquerung der Philharmonie ermöglichen sollten. Diese Schlitzwände bestehen aus Stahlbeton und sind baulich mit der Philharmonie verbunden.
- Bei den weiteren Planungen der Nord-Süd Stadtbahn wurde die vorgegebenen Trassenführung unter der Philharmonie berücksichtigt. Hierbei war allen Beteiligten klar, dass eine besondere Beachtung der Schallübertragungen erforderlich ist. Bereits am 14.07.1997 wurde vom Ingenieurbüro Uderstädt + Partner, Essen, eine erste Schall- und Schwingungsmessung durchgeführt. Seinerzeit wurde ein maximaler Grundpegel von ca. 23 dB(A) im großen Saal der Philharmonie gemessen. Die Erschütterungen der Tektonik der Erde lagen deutlich unter der Fühlschwelle von $KB_F = 0,1$.
- Für die geplante Stadtbahnstrecke wurde im Jahre 1994 durch das Ingenieurbüro Uderstädt + Partner eine Immissionsprognose durchgeführt. Ziel dieser Immissionsprognose ist es, eine Abschätzung der später in ausgewählten Anliegergebäuden zu erwartenden Schall- und Erschütterungsimmissionen vorzunehmen. Anhand dieser Ergebnisse wird festgelegt, in welchen Streckenabschnitten des Tunnels spezielle Oberbauformen zur Immissionsminderung erforderlich sind. Die Notwendigkeit zum Einbau dieser speziellen Oberbauformen ergibt sich aus den Grenzwertfestlegungen des Planfeststellungsverfahrens. In diesem Zusammenhang wurde auch die Philharmonie betrachtet. Bereits zu diesem Zeitpunkt wurde festgelegt, dass ein hochwertiges Masse-Feder-System im Bereich der Philharmonie erforderlich ist. Das Gutachten zur Immissionsprognose wurde zum Bestandteil des Planfeststellungsverfahrens.

- Mit Schreiben vom 30.07.1999 beantragte die Stadt Köln die Durchführung des Planfeststellungsverfahrens nach dem Personenbeförderungsgesetz für den Bau der Nord-Süd Stadtbahn bei der Bezirksregierung Köln. Die Planunterlagen lagen in der Zeit vom 23.05.2000 bis 26.06.2000 aus. Im Planfeststellungsverfahren gab es keine Einwände gegen Bau und Betrieb der Nord-Süd Stadtbahn unter der Philharmonie.
- Der Planfeststellungsbeschluss datiert auf den 30.04.2002. Im Planfeststellungsbeschluss wurden hinsichtlich der Schall- und Erschütterungsimmissionen des unterirdischen Bauwerks folgende Festlegungen getroffen.

C2. *Körperschall und Erschütterungen*

C.2.1 *Zum Schutz von Körperschall sind beim Betrieb der unterirdischen Stadtbahn folgende mittlere Maximalpegel in Wohn- und Schlafräumen der angrenzenden Wohngebäude bzw. in vom Schutzzweck her vergleichbaren Räumen einzuhalten:*

tags: $\max L_{pA} \leq 45 \text{ dB(A)}$

nachts: $\max. L_{pA} \leq 35 \text{ dB(A)}$

C.2.2 *Zum Schutz vor Erschütterungen sind beim Betrieb der unterirdischen Stadtbahn folgende Werte in Wohn- und Schlafräumen der angrenzenden Wohngebäude bzw. in vom Schutzzweck her vergleichbaren Räumen einzuhalten:*

tags: $KB_{FT} \leq 0,1$

nachts: $KB_{FT} \leq 0,07$

(Beurteilungs-Schwingstärke nach DIN 4150-2/Ausgaben Juni 1999)

C.2.3 *Körperschall und Erschütterungen im Bereich der Philharmonie*
Um auch weiterhin einen ungestörten Konzertbereich zu gewährleisten, ist die Stadt Köln verpflichtet, im Bereich der Philharmonie Schutzmaßnahmen zu treffen, die sicherstellen, dass folgende, dem heutigen Zustand entsprechende Werte eingehalten werden:

Körperschall: $\max. L_{pa} \leq 25 \text{ dB(A)}$

Erschütterungen: $KB_F \leq 0,01$

- Nach Vorlage des Planfeststellungsbeschlusses wurde seitens der Kölner Philharmonie, der Köln Musik GmbH und dem WDR Kritik an der Führung der Nord-Süd Stadtbahn unter der Philharmonie vorgetragen. Es wurden verschiedene Gespräche geführt. Insbesondere wurde über alternative Varianten zum bisher geplanten Masse-Feder-System diskutiert. Der damalige Dezernent der Stadt Köln für Bauen und Verkehr, Prof. Dören, war in die Gespräche eingebunden. In einer Aktennotiz vom 20. August 2002 ist folgender Beschluss von Prof. Dören hinsichtlich der Unterfahrgang Philharmonie festgehalten worden:

Allgemein:

Angesichts der nationalen/internationalen Bedeutung der Kölner Philharmonie sieht Prof. Dören bei der Philharmonie eine Ausnahmesituation und bekundet das Einverständnis der Stadt Köln, den Bitten der KölnMusik GmbH zu entsprechen und über die bisher geplanten Maßnahmen hinaus zusätzliche Sicherheiten bezüglich einer Schall- und Erschütterungsbeanspruchung durch den Stadtbahnbetrieb zu schaffen.

Unterfahrgang:

Favorisiert wurde durch Herrn Prof. Dören folgende Variante:

Die Sohlabsenkung wird durchgeführt (Mehrkosten ca. € 275.000), um sich alle Freiheitsgrade offen zu halten. Nach Erstellung des Rohbaus ist auf Grundlage von Versuchen (vor Ort) zu entscheiden, ob ein Ein- oder Zwei-Masse-Feder-System zum Einsatz kommt.

- Auf Basis des Beschlusses Prof. Dören wurde dann vom Ingenieurbüro Uderstädt + Partner in Absprache mit der Philharmonie, der Köln Musik GmbH und des WDR unterschiedliche MFS-Varianten für die Versuche entwickelt, die folgend beschrieben werden.

Ein Masse-Feder-System für Stadtbahnanlagen besteht grundsätzlich aus einer Stahlbetonplatte, die über Federelemente auf der Tunnelsohle aufliegt (Bild 1). Die Systeme sind immer auf die jeweilige Situation – Tunnelquerschnitt, Fahrzeugtyp, Abstimmfrequenz usw. – abzustimmen. Masse-Feder-Systeme wurden im Stadtbahnnetz der KVB bereits mehrfach eingebaut, z. B. Aachener Straße im Bereich RTL, Stadtbahntunnel Bensberg, Stadtbahntunnel Mülheim.

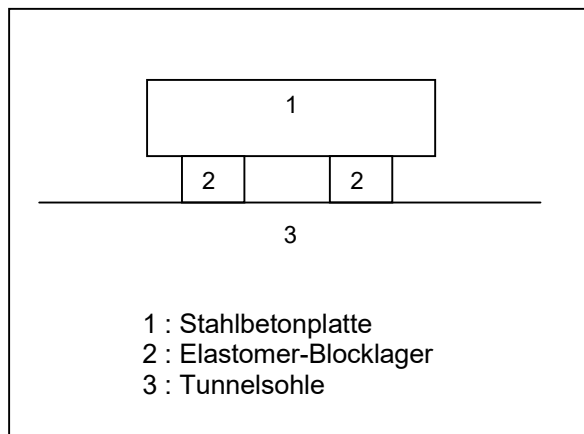


Bild 1: Prinzipskizze eines Masse-Feder-Systems

Im Bereich der Philharmonie war zunächst ein auf 5 Hz abgestimmtes Masse-Feder-System, bestehend aus einer 1 m starken Betonplatte und Elastomer-Blocklagern (Variante 0a, Bild 2) vorgesehen. Bei den zu untersuchenden weiteren Varianten handelt es sich um Systeme mit einem anderen Federelement, einer größeren Plattenstärke und einem Doppelplattensystem. Die Abstimmungsfrequenz beträgt für alle Systeme 5 Hz. Die Systeme werden wie folgt beschrieben.

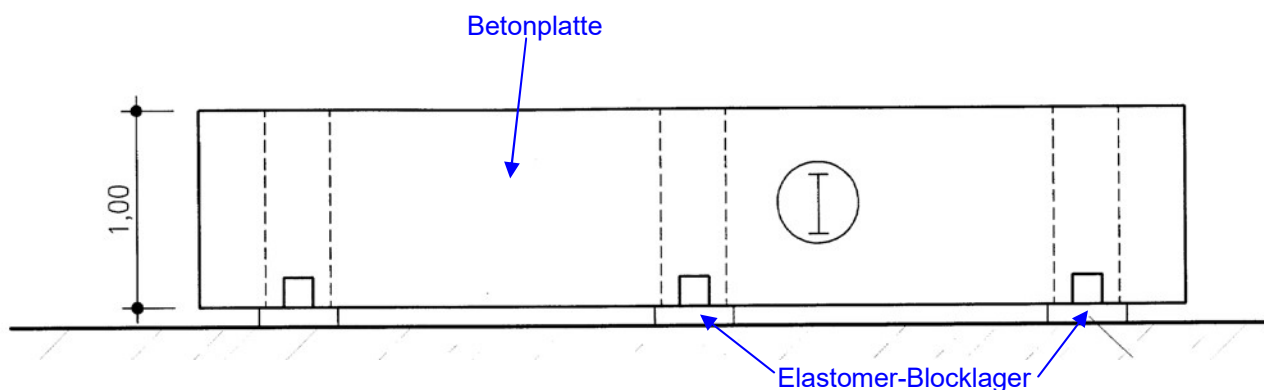


Bild 2: Geplantes Masse-Feder-System, Variante 0a
1 m-Platte, Elastomer-Blocklager

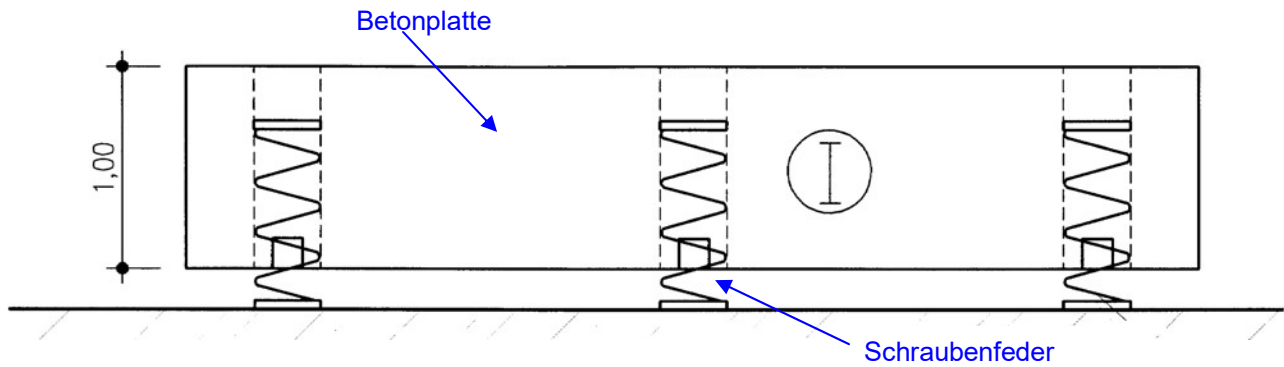


Bild 3: Masse-Feder-System, Variante 0b
1 m-Platte, Schraubenfedern

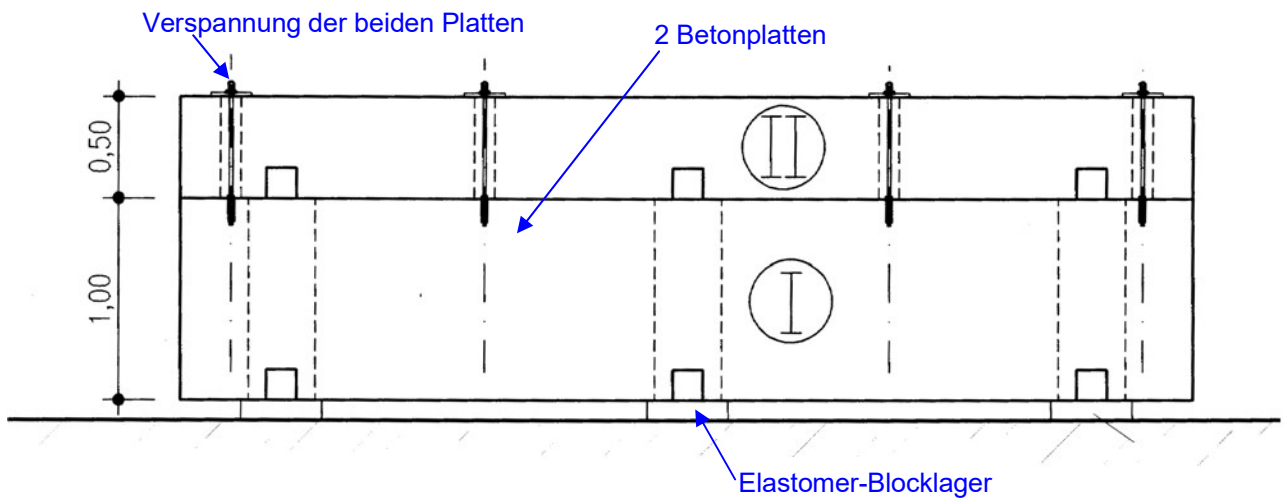


Bild 4: Masse-Feder-System, Variante 1
1,5 m-Platte, Elastomer-Blocklager

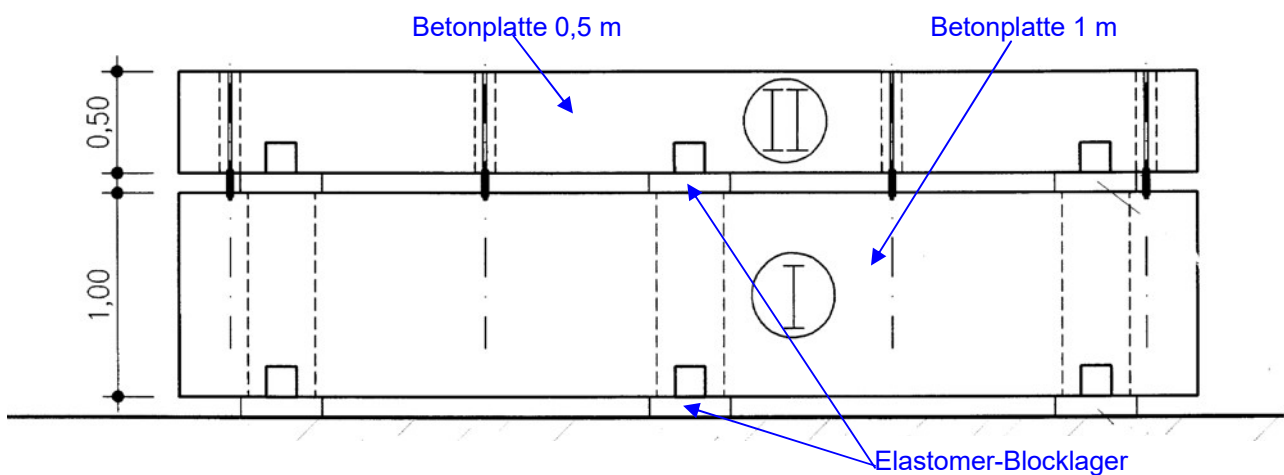


Bild 5: Masse-Feder-System, Variante 2
Doppeltes System mit 1 m und 0,5 m-Platte, Elastomer-Blocklager

Die Platte für den Versuch hat dabei ein Länge von 5 m und eine Breite von 3 m.

Für die Versuche zur Auswahl des optimalen Masse-Feder-Systems im Bereich der Philharmonie ist es erforderlich, die Systeme anzuregen. Da es nicht möglich ist, derartige Versuche im Probebetrieb der Stadtbahn durchzuführen, muss eine Ersatzanregung gewählt werden. Aus anderen Projekten ist bekannt, dass mit einer Rüttelplatte, wie sie für Verdichtungsarbeiten im Baubereich eingesetzt wird, sich die Anregung einer Stadtbahnvorbeifahrt im Tunnel gut simulieren lässt. Ergänzend wurden Vergleichsmessungen im Stadtbahntunnel zwischen den Haltestellen „Äußere Kanalstraße“ und „Akazienweg“ (Linien 3 + 4) durchgeführt. Hier wurde eine Rüttelplatte mit sehr großen dynamischen Kräften eingesetzt, damit sichergestellt ist, dass durch die Ersatzanregung eine im Vergleich zur Stadtbahn höhere Schwingungsanregung eintritt. Auf dem Bild 6 sind beispielhaft die Messwerte der Vorbeifahrt mit 60 km/h denen der Ersatzanregung mit dem Rüttler gegenübergestellt. Es zeigt sich, dass die Rüttelplatte eine deutlich höhere Anregung bewirkt. Dies ist bei den weiteren Betrachtungen der Ergebnisse der Messung in der Philharmonie zu beachten.

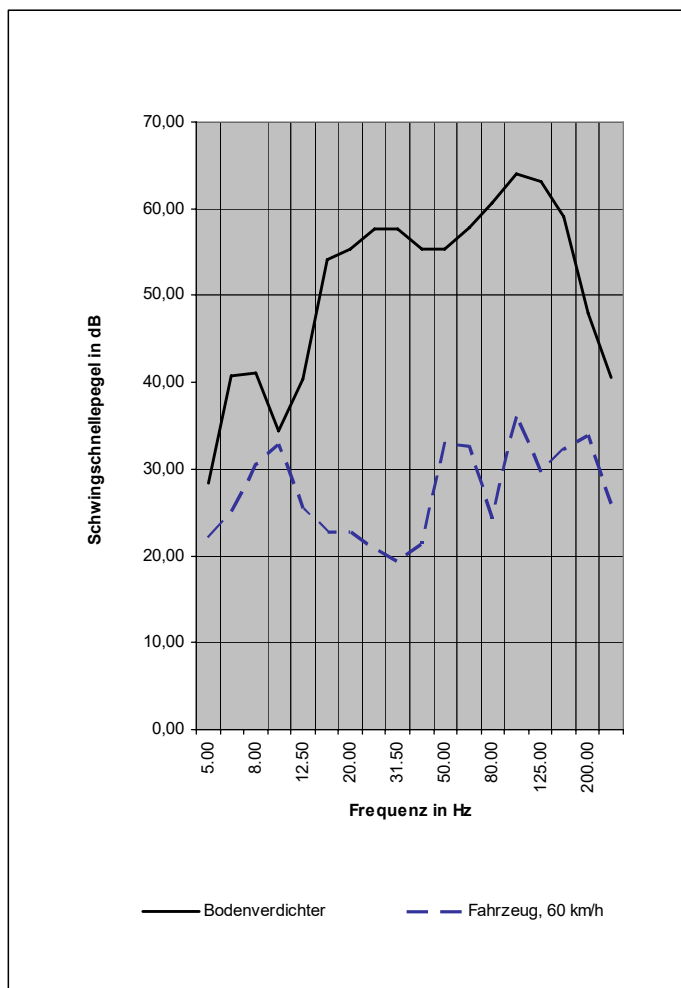


Bild 6: Vergleichsmessung Stadtbahntunnel

- Die geplante Versuchsdurchführung in der Philharmonie wurde im Detail mit der Philharmonie, der Köln Musik GmbH und dem WDR abgestimmt. Der WDR hat hierzu seine Fachleute (Akustiker) mit eingebunden.

Die Versuchsdurchführung in der Philharmonie erfolgte in den Nächten der 22. KW für die von der Arge Nord-Süd Stadtbahn Köln Los Nord hergestellten vier Varianten des Masse-Feder-Systems. Da die bereits im Stadtbahntunnel zu Vergleichszwecken verwendete große Rüttelplatte deutlich über den Anregungen der Stadtbahn lag, wurde noch ergänzend eine kleine Rüttelplatte eingesetzt. Am Tag wurde eine der Varianten des Masse-Feder-Systems von der Arge Nord-Süd Stadtbahn Los Nord entsprechend der Planung aufgebaut. Jeweils nach Beendigung der Vorführungen in der Philharmonie ab ca. 23:00 Uhr erfolgten dann die Versuche. Mit dem Bodenrüttler wurde das jeweilige Masse-Feder-System mit dem auf Bild 7 dargestellten Versuchsaufbau angeregt.



Bild 7: Rüttelplatte mit Tragkonstruktion auf der MF-Platte