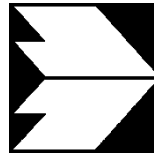




TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN



Ingenieurbüro Lohmeyer
GmbH & Co. KG

Immissionsschutz, Klima,
Aerodynamik, Umweltsoftware

U2-VERLÄNGERUNG IN BAD HOMBURG

STELLUNGNAHME ZUR FEINSTAUBPROBLEMATIK

Auftraggeber: Verkehrsplanung Köhler und Taubmann GmbH
Hanauer Landstraße 145
60314 Frankfurt am Main

Prof. Dr.-Ing. U. Becker

Dr. rer. nat. I. Düring
Dipl.-Ing. W. Schmidt

redaktionell überarbeitete Fassung vom 27.02.2019
Projekt 71553-18-10
Berichtsumfang: 15 Seiten

INHALTSVERZEICHNIS

1	AUFGABENSTELLUNG	2
2	FEINSTAUBBELASTUNG DES SCHIENENVERKEHRS	3
	2.1 Ursachen der Feinstaubbelastung	3
	2.2 Beurteilung der Feinstaubbelastung	3
3	VORLIEGENDE MESSTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	6
4	EMISSIONSFAKTOREN.....	7
5	EMISSIONSABSCHÄTZUNG FÜR DIE STATION GONZENHEIM.....	9
6	DISKUSSION DER RELEVANZ DER FEINSTAUBBELASTUNG	10
7	MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER FEINSTAUBBELASTUNGEN.....	12
8	FAZIT	13
9	LITERATUR	14

Tabellenverzeichnis:		Seite
Tab. 1:	Beurteilungsmaßstäbe für Feinstaubtaubimmissionen nach 39. BImSchV (2010)	4
Tab. 2:	Arbeitsplatzgrenzwerte gemäß TRGS 900 (* seit 01.01.2019)	5
Tab. 3:	Anteil der PM10-Fraktion am Gesamtabrieb nach Abriebsquelle	7
Tab. 4:	Emissionsfaktoren 2006 für PM10 - sowie PM2.5-Abrieb in g/Zugkilometer (SPNV)	8
Tab. 5:	Emissionsfaktoren Straßenverkehr 2018, „Agglo/HVS/50/dicht“, Ebene, 5 % Schwerverkehrsanteil	10

1 AUFGABENSTELLUNG

Für die Verlängerung der Stadtbahnlinie U2 vom heutigen Endpunkt in Bad Homburg-Gonzenheim bis zum Bahnhof Bad Homburg (ca. 1,6 km) liegt seit Januar 2016 der Planfeststellungsbeschluss vor. Die U2-Verlängerung verläuft auf einem Abschnitt von ca. 300 m im Tunnel. In diesem Zusammenhang ist die Verlegung der heutigen Station Gonzenheim in die -1-Ebene vorgesehen. Die neue unterirdische Station ist in unmittelbarer Nähe zum östlichen Trog und somit im Anschluss an die Tunnelöffnung geplant.

In Zusammenhang mit der öffentlichen Diskussion bezüglich der Auswirkungen auf die Luftqualität, insbesondere die durch den Betrieb der Schienenfahrzeuge in Tunneln verursachte Feinstaubbelastung, wird zu folgenden Aspekten Stellung genommen:

- 1) Was sind die Ursachen für Feinstaubbelastungen in Stadtbahntunneln und sind verbindliche Grenzwerte in unterirdisch gelegene Stadtbahnstationen einzuhalten?
- 2) Wie ist der Stand der Wissenschaft zu dieser Problematik, gibt es gesicherte Erkenntnisse zur Feinstaubbelastung durch Schienenfahrzeuge?
- 3) Wie sind die Relevanz der Feinstaubbelastung durch Schienenfahrzeuge und somit die gesundheitlichen Auswirkungen für die an der in Bad Homburg-Gonzenheim geplanten Station wartenden Fahrgäste generell einzuschätzen, z. B. im Vergleich zu Expositionen durch Kfz-Verkehr und unter Berücksichtigung der Tunnellänge?
- 4) Gibt es geeignete Maßnahmen, um die Feinstaubbelastung speziell in Tunnelabschnitten zu reduzieren?

2 FEINSTAUBBELASTUNG DES SCHIENENVERKEHRS

2.1 Ursachen der Feinstaubbelastung

Feinstaub lässt sich nach der Größe der Staubpartikel in verschiedene Fraktionen einteilen. Relevante Fraktion des Gesamtstaubes stellen die Partikel dar, deren aerodynamischer Durchmesser weniger als 2,5 (PM_{2.5}) bzw. 10 Mikrometer (μm) beträgt (PM₁₀).

Die PM₁₀-Emissionen aus mechanischen Prozessen werden im Schienenverkehr im Wesentlichen durch den Abrieb an Schiene, Rad, Bremse und Fahrdracht verursacht (INFRAS, 2007).

Schienenfahrzeuge verfügen in der Regel über Sandstreueinrichtungen, um bei ungünstiger Witterung oder im Gefahrenfall durch „Sanden“ den Reibwert zwischen Rad und Schiene zu erhöhen. Daraus können ebenfalls Feinstaubemissionen resultieren.

Durch die Aerodynamik, die im Umfeld der Züge durch die Fahrbewegung entsteht, kommt es zu Wiederaufwirbelungen bereits sedimentierter Abriebs- oder Streusandpartikel. In INFRAS (2007) wurden Immissionsmessungen an einer Bahnhofseinfahrt in Zürich sowie an einer vielbefahrenen Überlandstrecke in der Schweiz durchgeführt. Dabei zeigte sich jedoch, dass die Messungen keinerlei Hinweise auf die Aufwirbelung von feinstem Schotterstaub beim Schienenverkehr geben.

2.2 Beurteilung der Feinstaubbelastung

Für die Beurteilung der PM₁₀-Konzentrationen in der unmittelbaren Umgebung werden lediglich die lokalen Emissionen betrachtet. Die Emissionen, die bei der Erzeugung der Elektroenergie für den Betrieb der Bahnen verursacht werden, bleiben deshalb unberücksichtigt.

Beurteilungsmaßstäbe bzw. Grenzwerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit vor Luftschadstoffbelastungen in der Außenluft sind in der 39. Bundesimmissionsschutzverordnung (39. BImSchV, 2010) festgelegt. In nachfolgender **Tab. 1** sind die in der 39. BImSchV aufgeführten Grenzwerte für die Feinstaubimmissionen zusammenfassend dargestellt.

Schadstoff	Beurteilungswert	Zahlenwert in $\mu\text{g}/\text{m}^3$	
		Jahresmittel	Kurzzeit
PM10	Grenzwert seit 2005	40	50 (Tagesmittelwert, maximal 35 Überschreitungen/Jahr)
PM2.5	Grenzwert seit 2015	25	

Tab. 1: Beurteilungsmaßstäbe für Feinstaubtaubimmissionen nach 39. BImSchV (2010)

Die für die Außenluft geltende 39. BImSchV definiert Grenzwerte für PM10 und PM2.5 als Jahresmittelwerte sowie für PM10 auch ein Kurzzeitwert in Form von einem Tagesmittelwert von $50\mu\text{g}/\text{m}^3$, der nicht häufiger als 35-mal im Jahr überschritten werden darf.

Diese Grenzwerte für die messbare Gesamtbelastung gelten für Bereiche, „in denen die höchsten Werte auftreten, denen die Bevölkerung wahrscheinlich direkt oder indirekt über einen Zeitraum ausgesetzt sein wird, der im Vergleich zum Mittelungszeitraum der betreffenden Immissionsgrenzwerte signifikant ist“. Die Aufenthaltszeit sollte also in der Größenordnung der Mittelungszeiten der Grenzwerte liegen. Der eher kurzzeitige Aufenthalt an Haltestellen, aber auch die Situation auf Fußwegen, Fahrradwegen oder auf Kfz-Parkplätzen oder in Parkhäusern fällt nicht in diese Kategorie.

Die 39. BImSchV kann somit für die Beurteilung der Feinstaubbelastung für kurzzeitige Aufenthalte an der geplanten unterirdischen Station Gonzenheim nicht herangezogen werden.

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) empfiehlt deutlich niedrigere Grenzwerte als die 39. BImSchV, da es bei Feinstaub keine Wirkungsschwelle gibt. Als Beurteilungswerte werden von der WHO $20\mu\text{gPM10}/\text{m}^3$ im Jahresmittel sowie für den PM10-Tagesgrenzwert „nur“ 3 statt 35 Überschreitungstage von $50\mu\text{g}/\text{m}^3$ vorgeschlagen. Bei PM2.5 wird von $10\mu\text{g}/\text{m}^3$ im Jahresmittel ausgegangen.

Beurteilungswerte für sehr kurzzeitliche Expositionen, z. B. auf Stundenbasis, werden auch bei der WHO nicht angegeben.

Für Arbeitsplätze geben die Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS) den Stand der Technik, Arbeitsmedizin und Arbeitshygiene sowie sonstige gesicherte wissenschaftliche Erkenntnisse für Tätigkeiten mit Gefahrstoffen, einschließlich deren Einstufung und Kennzeichnung, wieder. Sie werden vom Ausschuss für Gefahrstoffe (AGS) aufgestellt und von ihm der Entwicklung entsprechend angepasst und vom Bundesministerium für Arbeit und Soziales (BMAS) im Gemeinsamen Ministerialblatt (GMBI) bekannt gegeben.

Für Staub sind in den Technischen Regeln für Gefahrstoffe (TRGS 900) die in **Tab. 2** aufgeführten Arbeitsplatzgrenzwerte (AGW) festgelegt und verbindlich einzuhalten.

Schadstoff	Arbeitsplatzgrenzwerte nach TRGS 900
Alveolengängiger Staub (A-Staub)	1,25* / 3 mg/m ³
Einatembare Staub (E-Staub)	10 mg/m ³

Tab. 2: Arbeitsplatzgrenzwerte gemäß TRGS 900 (* seit 01.01.2019)

Die Arbeitsplatzgrenzwerte gelten zum Schutz von Arbeiterinnen/Arbeitern am Arbeitsplatz bei Mittelungszeiten von 8h (Schichtmittelwert). Sie sind deutlich höher als die Grenzwerte der 39. BImSchV. Beim A-Staub, welcher mit PM10 vergleichbar ist, liegt der AGW ab 2019 25 mal (1.250 µg / 50 µg) höher als der PM10-Tagesgrenzwert nach 39. BImSchV.

Auch die Arbeitsplatzgrenzwerte können nicht zur Beurteilung der Schadstoffbelastung an Haltestellen herangezogen werden, weil die Aufenthaltsdauer an einer Haltestelle pro Tag i. A. nur wenige Minuten beträgt.

Es ist somit festzuhalten, dass es zur Beurteilung der Luftschadstoffbelastung an Haltestellen derzeit keine Luftschadstoffimmissionsgrenzwerte oder -Richtwerte gibt.

3 VORLIEGENDE MESSTECHNISCHE UNTERSUCHUNGEN

Zur Feinstaub-Konzentration entlang von Stadt- und U-Bahnen sowie an deren Haltestellen liegen in der Literatur Ergebnisse aus verschiedenen messtechnischen Untersuchungen vor. So wurden z. B. in Mohsen et al. (2018) PM_{2.5}- und PM₁₀-Konzentrationen entlang einer Stadtbahnlinie, die auf einer Länge von mehreren Kilometern unterirdisch verläuft, gemessen. Dabei wurden die Konzentrationen im Zugabteil selbst sowie auf den Bahnsteigen jeweils in unterirdisch und oberirdisch verlaufenden Streckenabschnitten ermittelt und vergleichend gegenübergestellt. Es zeigte sich, dass die PM₁₀-Konzentrationen im Bereich der unterirdisch verlaufenden Streckenabschnitte im Zugabteil um den Faktor 2.8, an den Bahnsteigen um den Faktor 2.7 höher waren als im Bereich der oberirdischen Abschnitte. In ähnlich gearteten Untersuchungen in anderen Städten lagen die Verhältnisse der PM₁₀-Konzentrationen unterirdisch/oberirdisch am Bahnsteig im Bereich zwischen 1.1 und 12.0. Das relativ große Spektrum ergibt sich vor allem aus der unterschiedlichen Ausführung der Lüftungsanlagen in den Tunneln sowie aus dem unterschiedlichen Verhältnis aus Hintergrundbelastung und bahnbedingter Zusatzbelastung.

Die vorliegenden messtechnischen Untersuchungen haben gezeigt, dass die Messergebnisse sehr von den konkreten örtlichen Situationen abhängig und somit nicht auf die geplante Situation an der unterirdischen Haltestelle in Bad Homburg – Gonzenheim übertragbar sind. Dies begründet sich vor allem aus der geplanten Lage der Station in unmittelbarer Nähe der Tunnelöffnung (Trog) und der vergleichsweise geringen Länge des geplanten Tunnels.

4 EMISSIONSFAKTOREN

In EMEP/EEA (2016) werden bei der Erstellung der europäischen Emissionskataster beim Sektor Schienenverkehr nur die motorbedingten Emissionen berücksichtigt. Emissionsfaktoren für Abriebs- und Aufwirbelungsprozesse liegen demnach dort nicht vor.

Im Bahn-Emissionskataster Schienenverkehr (BEKS) des Bahnumweltzentrums der DB AG wurden PM10-Emissionsfaktoren für Schienen-, Rad-, Brems- und Fahrdrabtrieb für das Jahr 2006 berechnet (Löchter, 2007). Der Gebrauch von Lokstreusand wird als Emissionsquelle im BEKS nicht berücksichtigt, ebenso erfolgt keine Berücksichtigung der Aufwirbelungen. Die Grundlage für die Berechnung der Abriebsemissionen im BEKS bilden die Anteile der einzelnen Abriebsquellen für PM10 bzgl. des Gesamtabriebs und für PM2.5 bzgl. PM10, die in INFRAS (2007) empirisch abgeleitet wurden. Der PM10-Anteil an den Gesamtabrieben ist je nach Abriebsquelle unterschiedlich (**vgl. Tab. 3**).

Abriebsquelle	Anteil PM10 am Gesamtabrieb	Anteil PM2.5 an PM10
Bremse	15 %	20 %
Rad	90 %	10 %

Tab. 3: Anteil der PM10-Fraktion am Gesamtabrieb nach Abriebsquelle

Um mögliche Beeinträchtigungen von Signalanlagen durch Bremsand zu vermeiden, ist dessen Einsatz jedoch bei Geschwindigkeiten unter 25 km/h, d. h. damit auch im unmittelbaren Bereich von Haltepunkten, nur in Ausnahmesituationen zulässig. Der Einfluss von Streusand auf die Luftqualität wird unterschiedlich bewertet. In ÖVK (2010) wird z. B. ausgewiesen, dass allein durch die Wiener Straßenbahn bei einem jährlichen Einsatz von 1700 t Bremsand und unter der Annahme, dass 50 % davon der PM10-Fraktion zugeordnet werden, PM10-Emissionsmengen verursacht werden, die in der gleichen Größenordnung liegen, wie die des Wiener Straßenverkehrs. Das Ministerium für Verkehr in Baden-Württemberg geht hingegen davon aus, dass der Einsatz von Streusand in Baden-Württemberg durch die regelmäßige Reinigung des Schienenkörpers, die Absaugung überschüssigen Sandes sowie die relativ geringe eingesetzte Menge keine nennenswerte Auswirkung auf die Luftqualität zu erwarten ist (LUBW, 2018). Mittlere Emissionsfaktoren zur Berechnung der PM10-Emissionen durch Sanden liegen in der Literatur nicht vor.

Auf Basis der somit berechneten jährlichen PM10-Abriebsmengen wurden – getrennt nach den Schienenverkehrsarten „Schienenpersonennahverkehr“ (SPNV), „Schienenpersonenfernverkehr“ (SPFV) und „Güterverkehr“ (SGV) und den jeweiligen Jahresfahrleistungen - die Emissionsfaktoren (EFA) für den Abrieb aller betrachteten Quellen je Zugkilometer berechnet. **Tab. 4** enthält die im Zusammenhang mit der Betrachtung der U2-Verlängerung in Bad Homburg relevanten Emissionsfaktoren für den SPNV.

Abriebsquelle	PM10-EFA (g/Zkm)	PM2.5-EFA (g/Zkm)
Bremse	0,55	0,11
Rad	0,77	0,08
Schiene	1,71	0,17
Fahrdraht	0,07	0,01
Summe	3,10	0,37

Tab. 4: Emissionsfaktoren 2006 für PM10 - sowie PM2.5-Abrieb in g/Zugkilometer (SPNV)

Die in **Tab. 4** dargestellten Emissionsfaktoren sind prinzipiell bezugsjahresabhängig, da sowohl die mittleren jährlichen Abriebsmengen als auch die mittlere Jahresfahrleistung nicht konstant sind. Die Höhe der Bremsabriebsmenge hängt vor allem von der Geschwindigkeit, der Bremshäufigkeit und der Fahrzeugmasse ab. Im Personenverkehr kommen vorrangig Scheibenbremsen mit einem Abriebsfaktor von 30-100 mg/km und Scheibenpaar (Löchter, 2007) zum Einsatz. Im Personenverkehr ist der Anteil des Bremsabriebs auf Grund der beschriebenen Bremskonstruktion jedoch gering, sodass die jahresspezifischen Unterschiede nicht relevant sind (LfULG, 2012).

5 EMISSIONSABSCHÄTZUNG FÜR DIE STATION GONZENHEIM

Das Betriebskonzept sieht auf dem U2-Verlängerungsabschnitt zum Zeitpunkt der Inbetriebnahme folgendes Fahrtenangebot vor:

- in der Hauptverkehrszeit (HVZ): 15-Minuten-Takt,
- in der Nebenverkehrszeit (NVZ): 15-Minuten-Takt,
- in der Spätverkehrszeit (SVZ): 30-Minuten-Takt.

Die technische Planung der U2-Verlängerung berücksichtigt in Abhängigkeit der Fahrgastentwicklung eine mögliche spätere Taktverdichtung auf einen 7,5-Minuten-Takt in der HVZ. Die nachfolgende Emissionsabschätzung unterstellt im Sinne eines konservativen Ansatzes bereits diese Taktverdichtung.

Daraus ergeben sich werktags in Summe 89 Kurse pro Tag und Richtung (75 Kurse im Tageszeitraum und 14 Kurse im Nachtzeitraum).

Der Betrieb der Stadtbahnlinie U2 erfolgt ausschließlich mit Fahrzeugen der Bombardier Transportation vom Typ U4 bzw. zukünftig auch vom Typ U5 maximal in Vierfach-Traktion.

Das Bremssystem dieser Fahrzeuge besteht aus einer kombinierten Nutzbremse und Widerstandsbremse, wobei die Funktion der Nutzbremse primär verwendet wird. Sie arbeitet als elektromotorische Bremse, welche die beim Abbremsen gewonnene Energie in die Fahrleitung zurückspeist. Die Energie wird über einen Einholm-Stromabnehmer auf dem Fahrzeugdach bezogen.

Für die Abschätzung der Stadtbahnemissionen werden die Abriebs-Emissionsfaktoren für den Schienenpersonennahverkehr aus **Tab. 4** verwendet. Streusandemissionen und Aufwirbelungen werden auf Grund der geringen Relevanz bzw. der Unsicherheiten in der Datenlage nicht berücksichtigt.

Der PM10-Emissionsfaktor für die Stadtbahn wird demnach mit 3.1 g/Fahrzeugkilometer angenommen. Unter der Annahme von insgesamt 178 Fahrzeugen/Tag ergibt sich eine Emissionsmenge von 552 g/Tag und km.

6 DISKUSSION DER RELEVANZ DER FEINSTAUBBELASTUNG

In **Kapitel 5** wurden die durch den Bahnverkehr zu erwartenden PM10-Emissionen abgeschätzt. Die Emissionsmenge allein vermag keine Information über gesundheitlichen Auswirkungen auf wartende Personen an der Haltestelle liefern. Dies können nur Analogieschlüsse oder der Vergleich von Konzentrationswerten (Immissionen) mit Beurteilungswerten liefern. Hierzu wird nachfolgend eine Analogie zu den Belastungen aus dem Straßenverkehr gezogen:

Für den Straßenverkehr ergeben sich für eine typische Innerorts-Verkehrssituation (Agglomerationsraum/Hauptverkehrsstraße/Tempolimit 50/dichter Verkehrsfluss) und einem Schwerverkehrsanteil von 5 % die in **Tab. 5** dargestellten Emissionsfaktoren. Die Berechnung dieser PM10-Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs erfolgt für die motorbedingten Emissionen auf Basis des HBEFA 3.3 (UBA, 2017), sowie für Abrieb und Aufwirbelung auf Basis Düring et al. (2011). Dieses Vorgehen entspricht dem derzeitigen Stand der Technik.

Fahrzeugart	PM10-EFA (g/Fahrzeugkilometer)		
	Motor	Abrieb und Aufwirbelung	gesamt
Leichtverkehr	0,0067	0,0330	0,0397
Schwerverkehr	0,0333	0,3500	0,3833
Kfz-gesamt	0,0080	0,0489	0,0569

Tab. 5: Emissionsfaktoren Straßenverkehr 2018, „Agglo/HVS/50/dicht“, Ebene, 5 % Schwerverkehrsanteil

Unter den getroffenen Annahmen entspricht die durch die geplante Stadtbahn täglich emittierte PM10-Menge von 552 g/Tag und km (**vgl. Kapitel 5**) derjenigen, die bei einer derzeit durchschnittlichen Fahrzeugflotte im Innerortsverkehr von ca. 9.700 Fahrzeugen freigesetzt werden würde:

$$DTV (\text{Straßenverkehr}) = \frac{[PM10 - \text{Emission} (\text{Stadtbahn})]}{[PM10 - \text{EFA} (\text{Straßenverkehr})]} = \frac{552 \text{ g/d} \cdot \text{km}}{0,057 \text{ g/Fahrzeug} \cdot \text{km}} = 9.690 \text{ Fahrzeuge /d}$$

Überschreitungen der PM10-Grenzwerte der 39. BImSchV an Straßen mit solchen Verkehrsmengen sind in Deutschland derzeit nicht mehr zu beobachten. In diesem Zusammenhang sei auf die Veröffentlichungen der Messdaten des Umweltbundesamtes sowie der Länder verwiesen.

Da die genannten Emissionen unterirdisch erfolgen stellt sich die Durchlüftungssituation (Luftaustausch) anders dar als an den oberirdischen Straßenräumen. Dies soll die folgende Abschätzung zeigen:

Bei einer lichten Breite von ca. 25 m und einer lichten Höhe von ca. 4,5 m ergibt sich in der Station ein Querschnitt von ca. 110 m². Geht man während des Ein- und Ausfahrens der Züge von einer durch die Kolbenwirkung der Züge induzierten Luftgeschwindigkeit von im Mittel 2 m/s aus, ergibt sich ein Volumenstrom von 110 m² mal 2 m/s = 220 m³/s.

Wie in **Kapitel 4** abgeleitet werden pro Fahrzeug 3 g/km Feinstaub emittiert. Bei einer Tunnelänge von 300 m also ca. 1 g. Geht man konservativ von 60 s Dauer der Ein- und Ausfahrt aus ergibt sich pro Ein- und Ausfahrt eine Konzentration von

$$1 \text{ g} / 60\text{s} / 220 \text{ m}^3/\text{s} = 76 \text{ }\mu\text{gPM}_{10}/\text{m}^3.$$

Zu dieser bahninduzierten Zusatzkonzentration käme noch die „natürliche“ Hintergrundkonzentration der Außenluft hinzu. Diese ist sehr stark von meteorologischen Gegebenheiten abhängig und liegt im Mittel etwa zwischen 15 und 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Die Feinstaubkonzentrationen für die an der Haltestelle Wartenden werden also in der Größenordnung von 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mit größeren Schwankungen um diesen Wert liegen. Solche Konzentrationen werden u.a. auch in der bereits zitierten Untersuchung von Mohsen et al. (2018) für U-Bahnstationen aufgezeigt. Es werden sich hier also an der geplanten Station Gonzenheim für unterirdische Haltestellen typische Feinstaubkonzentrationen einstellen. Dieser Wert liegt zwar doppelt so hoch wie der PM₁₀-Tagesgrenzwert der 39. BImSchV, man muss jedoch berücksichtigen, dass der Aufenthalt bei diesen Konzentrationen nur in wenigen Minuten pro Tag stattfindet, eine dauerhafte Exposition und damit ein Bezug zu diesem Grenzwert nicht gegeben ist.

7 MASSNAHMEN ZUR REDUZIERUNG DER FEINSTAUBBELASTUNGEN

Nach §38 Bundes-Immissionsschutzgesetz müssen auch Schienenfahrzeuge so beschaffen sein, dass durch ihre Teilnahme am Verkehr verursachten Emissionen bei bestimmungsgemäßen Betrieb die zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen einzuhaltenden Grenzwerte nicht überschreiten. Ferner müssen sie so betrieben werden, dass vermeidbare Emissionen verhindert und unvermeidbare Emissionen auf ein Mindestmaß beschränkt bleiben.

So wirken sich die Verwendung von Einrichtungen zum Schmieren von Spurkränzen bzw. Schienenflanken und die Anpassung der Zugkonfiguration an den tatsächlichen Verkehrsbedarf mindernd auf die Emissionen des Schienenverkehrs aus.

Zudem sollten die Triebfahrzeugführerinnen und Triebfahrzeugführer aufgefordert werden, verschleißarm - und somit emissionsarm - zu bremsen, d. h. soweit wie möglich die Generatorbremse oder den Retarder zu nutzen.

Eine immissionsseitige Minderungsmaßnahme wäre die Verbesserung der Durchlüftungsbedingungen (Luftaustausch) in der unterirdischen Station, sollten sich im Realbetrieb unverhältnismäßig hohe Feinstaubkonzentrationen einstellen. Entsprechend der Abschätzung in **Kapitel 5** ist dies aber nicht zu erwarten.

Unabhängig davon muss darauf hingewiesen werden, dass durch die Schaffung eines attraktiven ÖPNV Fahrleistungen vom MIV auf den ÖPNV verlagert werden und damit die Luftschadstoffsituation an den beurteilungs- und gesundheitlich relevanten Bereichen, wie Wohn-, Büro und Erholungsflächen in Straßennähe, gemindert wird.

8 FAZIT

Feinstaubemissionen aus mechanischen Prozessen werden im Schienenverkehr im Wesentlichen durch den Abrieb an Schiene, Rad, Bremse und Fahrdrat verursacht. Zur Beurteilung der Luftschadstoffbelastung an Haltestellen gibt es derzeit keine Luftschadstoffimmissionsgrenzwerte oder -Richtwerte. Die vorliegenden Ergebnisse von messtechnischen Untersuchungen zu Feinstaubkonzentration entlang von Stadt- und U-Bahnen sowie an deren Haltestellen haben gezeigt, dass die Messergebnisse sehr von den konkreten örtlichen Rahmenbedingungen abhängig sind und somit nicht auf die geplante Situation an der unterirdischen Haltestelle in Bad Homburg – Gonzenheim übertragbar sind. Dies begründet sich vor allem aus der geplanten Lage der Station in unmittelbarer Nähe der Tunnelöffnung (Trog) und der vergleichsweise geringen Länge des geplanten Tunnels. Beides wirkt sich durch die damit verbundene günstige Belüftungssituation positiv auf die zu erwartende Feinstaubbelastung der Station aus.

Die technische Planung der U2-Verlängerung berücksichtigt in Abhängigkeit der Fahrgastentwicklung eine mögliche spätere Taktverdichtung auf einen 7,5-Minuten-Takt in der HVZ. Dieses Mengengerüst bildete im Sinne eines konservativen Ansatzes die Grundlage für eine Feinstaubemissionsabschätzung in der Station Gonzenheim. Danach entspricht die durch die geplante U2-Verlängerung täglich emittierte PM10-Menge etwa derjenigen, die bei einer derzeit durchschnittlichen Fahrzeugflotte im Innerortsverkehr von ca. 9.700 Fahrzeugen (DTV) freigesetzt werden würde. Überschreitungen der PM10-Grenzwerte der 39. BImSchV an Straßen mit Verkehrsmengen dieser Größenordnung sind in Deutschland derzeit nicht mehr zu beobachten. Überschlägig kann für die an der Haltestelle Gonzenheim wartenden Fahrgäste mit einer Feinstaubkonzentrationen in der für unterirdische Haltestellen typischen Größenordnung von ca. $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ gerechnet werden. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Aufenthalt nur in wenigen Minuten pro Tag stattfindet und eine dauerhafte Exposition und damit ein Bezug zum PM10-Tagesgrenzwert der 39. BImSchV nicht gegeben ist.

Eine aus der täglichen Nutzung der U2-Verlängerung mit Ein-/Ausstieg an der neuen Station Gonzenheim resultierende gesundheitliche Beeinträchtigung von Fahrgästen auf Grund erhöhter Feinstaubbelastungen ist somit nicht zu erwarten. Gleichzeitig muss darauf hingewiesen werden, dass durch die Schaffung eines attraktiven ÖPNV-Angebotes Fahrleistungen vom Kfz-Verkehr auf den ÖPNV verlagert werden und damit die Luftschadstoffsituation an den beurteilungs- und gesundheitlich relevanten Bereichen in Straßennähe, wie Wohn-, Büro und Erholungsflächen, gemindert wird.

9 LITERATUR

- Air Pollutant Emission Inventory Guidebook (2016): last update: June 2017, EEA Report Nr. 21 / 2016. <https://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- Düring, I., Schmidt, W.; und A. Lohmeyer: Einbindung des HBEFA3.1 in das FIS Umwelt und Verkehr sowie Neufassung der Emissionsfaktoren für Aufwirbelung und Abrieb des Straßenverkehrs. Ingenieurbüro Lohmeyer GmbH & Co. KG, Radebeul unter Mitarbeit der TU Dresden sowie der BEAK Consultants GmbH. Projekt 70675-09-10, Juni 2011. Gutachten im Auftrag von: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie, Dresden.
- INFRAS (2007): PM10-Emission Verkehr/Teil Schienenverkehr, Studie im Auftrag des BAFU. INFRAS, Bern, 2007.
- LfULG (2012): Entwicklung und Anwendung einer Methode zur Ermittlung der Emissionen aus dem Rangierbetrieb und dem Schienenpersonenfern- und -güterverkehr, Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), Schriftenreihe, Heft 2/2012.
- Löchter, A. (2007): Modellsystem zur Berechnung des Abriebs und anderer luftgetragenen Schadstoffe des Schienenverkehrs, Immissionsschutz 2007 - Zeitschrift für Luftreinhaltung, Lärmschutz, Anlagensicherheit, Abfallverwertung und Energienutzung, Erich Schmidt Verlag.
- LUBW (2018): Kleine Anfrage des Abgeordneten Fabian Gamlig an den Landtag Baden-Württemberg: Feinstaubbelastung durch Schienenfahrzeuge, Drucksache 16/3242, 30.01.2018
- Mohsen, M., Ahmed, M. B., Zhou, J. L.: Particulate matter concentrations and heavy metal contamination levels in the railway transport system of Sydney, Australia. Transportation Research Part D 62 (2018) 112-124
- ÖVK (2010): Wer verursacht den Feinstaub in der Wiener Luft?, Österreichischer Verein für Kraftfahrzeugtechnik (ÖVK), Wien, 2010.
- UBA (2017): Handbuch Emissionsfaktoren des Straßenverkehrs, Version 3.3/April 2017. Dokumentation zur Version Deutschland erarbeitet durch INFRAS AG Bern/Schweiz in Zusammenarbeit mit IFEU Heidelberg. Hrsg.: Umweltbundesamt Berlin. <http://www.hbefa.net/d/start.html>.