

INSTITUT FÜR SCHALLTECHNIK, RAUMAKUSTIK, WÄRMESCHUTZ

Dr.-Ing. Klappor G. m. b. H.

Beratende Ingenieure VBI

Amtlich anerkannte Prüfstelle für Güteprüfungen
 Zugelassenes Institut für Geräusch-Messungen nach § 26, 28 Bundes-Immissionsschutzgesetz

IRM GmbH + Co
 Dr.-Ing. Klappor
 Büro Düsseldorf
 Verid. u. Staill. anerk. Sachverständiger f. Schall- u. Wärmeschutz

Eing.	16. Juni 1998	idort, den	12. Juni 1998 / Dr.NoVo

Schalltechnisches Gutachten

Objekt: B-Plan Nr. 12.1 - Stadt Eisenach
 Automobilwerk Eisenach, Stammwerk

Bauherr: Automobilwerk Eisenach GmbH i. L.
 Rennbahn 8
 99817 Eisenach

Auftraggeber und Planung: R K W Planungs - GmbH
 Tersteegenstraße 30
 40474 Düsseldorf

Inhalt: Schallimmissionsprognose für Verkehrs-
 und Gewerbelärm

Auftrag vom: 20. Januar 1998

Auftrags-Nr.: L 907080

ANSCHRIFT: 40468 DUSSELDORF
 KALNUMER STRASSE 173
 TELEFON: 02 111 422 02 18 U. 422 08 89
 TELEFAX: 02 111 42 05 11
 DEUTSCHE BANK
 KONTO-NR. 5 683 636
 (BLZ 050700101)
 POSTBANK
 ESSEN 4433 5 431
 BLZ 060 100 431

GESCHÄFTSFÜHRER: DR.-ING. ROLF KLAPPOR, DR. ELKE MEYER-KÄHLEN
 SITZ DER GESELLSCHAFT: DUSSELDORF · REGISTERRICHT: DUSSELDORF, HRB 27339

INHALTSVERZEICHNIS:

1	Aufgabenstellung
2	Schalltechnische Situation
3	Methodik der Untersuchung
4	Berechnung der Emissionen
4.1	Verkehrslärm
4.1.1	Straßenverkehr
4.1.2	Eisenbahnverkehr
4.2	Gewerbelärm
4.2.1	Vorhandene Gewerbebetriebe
4.2.2	Geplante Gewerbeflächen
5	Berechnung der Schallimmission
5.1	Verkehrslärm
5.1.1	Ergebnisse
5.1.2	Diskussion der Ergebnisse
5.2	Gewerbelärm
5.2.1	Optimierungskriterien
5.2.2	Ergebnisse
5.2.3	Diskussion der Ergebnisse
6	Schlussfolgerungen
	Literatur

1

Aufgabenstellung

Nördlich des Eisenacher Stadtzentrums befindet sich das Betriebsgelände des ehemaligen Automobilwerks Eisenach. Im Auftrag des Liquidators und in Abstimmung mit der Stadt Eisenach hat der Auftraggeber R K W einen Bebauungsplan [1] entworfen. Um die künftige schalltechnische Situation in dem mit Gewerbe-, Misch- und Wohngebieten zu bebauenden Bereich einschätzen zu können, ist eine Schallimmissionsprognose zu erstellen.

Der Schallimmissionschutz im Plangebiet hat zwei Zielrichtungen:

1. Die Wohn- und Bürogebäude sind so anzuordnen, daß sie möglichst gut gegen den Lärm der bestehenden Verkehrswege abgeschirmt sind (Eisenbahn; Tiefenbacher Allee, Rennbahn, Fischweide). Eine neue Nord - Süd - Durchgangsstraße ist in die Betrachtungen einzubeziehen (Friedrich-Naumann- / Willi-Enders-Straße). Die Möglichkeiten für die Errichtung von aktiven Lärmschutzmaßnahmen sind zu prüfen. Als Beurteilungskriterium dienen *DIN 18 005* [2] bzw. für die neue Straße die *16. BImSchV* [3].

2. Für die sich auf den ausgewiesenen Gewerbeflächen ansiedelnden Betriebe sind die Schalleistungspegel als Vorgaben so zu beschränken, daß in den bestehenden und den geplanten Wohngebieten die Orientierungswerte nach [2] eingehalten werden (Lärmkontingierung). Dabei ist die Vorbelastung durch Gewerbe- und Industriebetriebe (insbesondere der bestehenden Betriebe *UFE GmbH* und *MITEC GmbH*) einzuberechnen.

Entsprechend der unterschiedlichen Lärmquellen, schutzwürdigen Objekte und Beurteilungsrichtlinien werden zwei Teilprognosen (Verkehr und Gewerbe) erstellt.

Die obengenannte Vorgehensweise ist in einer immissionsrechtlichen Stellungnahme des Staatlichen Umweltamtes Suhl [4] vorgegeben worden.

2 Schalltechnische Situation

Das Plangebiet mit einer Ost - West - Ausdehnung von ca. 800 m und einer Nord - Süd - Ausdehnung von ca. 200 m liegt auf einem ebenen Gelände am südlichen Ufer der Hörsel (vgl. Anlage 1). Hinter dem am anderen Ufer entlanglaufenden Straßenzug Tiefenbacher Allee - Grabental steigt das Gelände zur Autobahn A 4 hin an. Die Südgrenze bildet die Bundesstraße B 7 / 84 mit dem unmittelbar angrenzenden ca. 5 m hohen Eisenbahndamm der ICE - Strecke *Bebra - Erfurt*. Im Osten wird das Gelände von den Nebenstraßen Fischweide und Stolzestraße sowie einem bestehenden Wohngebiet um die Lucas-Cranach-Straße begrenzt. Den westlichen Abschluß bilden zwei aus dem ehemaligen Automobilwerk ausgegründete metallverarbeitende Betriebe (*MITEC GmbH* und *UFE GmbH*). Somit strahlen von Nord, West und Süd Geräuschquellen in das Gebiet ein.

Von der Westgrenze bis zum teilweise neugebauten Straßenzug Friedrich-Naumann- / Willi-Enders-Straße liegt derzeit ein völlig beräumtes Gelände, das mit vier Gewerbegebieten (GE 1, GE 2, GE 4, GE 7), einem Mischgebiet (MI 3) und zwei Sondergebieten für Versammlungsstätten (SO 5, SO 6 / 6.1) bebaut werden soll. Wegen der Nähe zum bestehenden Industriegebiet werden hier praktisch keine Wohnungen errichtet, so daß keine gravierenden Immissionschutzprobleme zu erwarten sind.

Die auf dem ehemaligen Werksgebiete am Hörseleufer derzeit noch stehenden Altbauten (Werkshallen, Büro- und Sozialgebäude, Heizwerk) sollen bis auf ein Ausstellungsgebäude an der Hörselebücke (SO 8) abgerissen werden, wobei zum Teil noch die Genehmigung der Denkmalschutzbehörde aussteht. Dieser Teil des Plangebietes soll mit einem Gewerbegebiet (GE 9), zwei Mischgebieten (MI 10, MI 11 / 11.1) und vier allgemeinen Wohngebieten (WA 16 / 16.1, WA 17, WA 18, WA 19) bebaut werden. Wegen der großen Entfernung zu den bestehenden Verkehrs- und Gewerbearealen bzw. einer Abschirmung durch davorstehende Bebauung ist auch hier nur mit geringen Richtwertüberschreitungen zu rechnen.

Die größten Schallschutzprobleme werden in den Gebieten erwartet, die außerhalb des AWE-Grundstückes und vielfach direkt an der Verkehrsader Eisenbahn / Bundesstraße liegen, die jedoch zum überwiegenden Teil bereits bebaut sind. Es handelt sich um zwei Mischgebiete an der Rennbahn (MI 12, MI 13) und zwei Wohngebiete an der Fischweide (WA 14, WA 15). Hier werden Übereinkünfte mit den Eigentümern über Schallschutzmaßnahmen zu treffen sein.

Methodik der Untersuchung

3

Für eine Schallmissionsprognose muß die schalltechnische Situation möglichst gut durch ein akustisches Modell beschrieben werden. Dazu gehört in erster Linie eine Charakterisierung der Schallelementen hinsichtlich ihrer Form und der abgestrahlten Schalleistung. Da es zur Beschreibung der Störwirkung von Geräuschen auf den Menschen im Normalfall ausreicht, über alle Schalleistungen, die auf ihn während des Zeitraumes eines Tages (06.00 Uhr bis 22.00 Uhr) bzw. einer Nacht (22.00 Uhr bis 06.00 Uhr) einwirken, räumlich und zeitlich zu integrieren, kann dieses Prinzip bereits bei der Beschreibung der Emissionsquellen in Abschnitt 4 angewandt werden.

Das akustische Modell wird vervollständigt durch die geometrischen Daten von Gelände und Gebäuden; es wird so in ein Rechenprogramm [5] eingegeben. Das Modell ist in den Lageplänen für die Verkehrs-lärmprognose (Anlage 2) und die Gewerbelärmprognose (Anlage 5) dargestellt.

Die Schallmission kann auf zwei Arten berechnet und dargestellt werden:

- Schallpegelberechnung an allen Punkten eines quadratischen Rasters auf einer konstanten Höhe über Gelände, daraus Ableitung einer Isophonendarstellung (Flächen, die zur gleichen Schallpegelklasse gehören, werden gleichfarbig dargestellt),
- Schallpegelberechnung an ausgewählten Fassadenpunkten der Gebäude, Darstellung in Listen, ggf. mit Richtungspegeldiagrammen.

Die grafische Isophonendarstellung ist nur auf eine Höhe beschränkt und dient hier der Veranschaulichung der zu erwartenden Schallpegelverteilung.

Da für das vorliegende, höhenmäßig stark strukturierte Bebauungsgebiet gerade die Aussagen in unterschiedlichen Höhen interessieren, wird die Listenaufstellung zur Detailuntersuchung genutzt.

Die Schallmissionsberechnungen werden nach den Vorschriften der *VDI-Richtlinien 2714* [8] und *2720* [9] ausgeführt, die dem benutzten Computerprogramm zugrunde liegen. Hierbei werden sowohl die schallabsorbierende, die schallreflektierende als auch die schallabschattende Wirkung der Gebäude- und Geländestrukturen berücksichtigt.

Der am Immissionsort empfangene Schalldruckpegel L_s berechnet sich nach [8] aus

$$L_s = L_w + DI + K_0 - D_s - D_L - D_D - D_G - D_e \quad (1)$$

wobei die Emissionskenngrößen DI , L_w und K_0 aus Abschnitt 4 hervor- gehen, während die Parameter des Ausbreitungsweges (Richtung, Ab- stand, Abschirmung, Dämpfungsmaße) vom Computerprogramm aus dem Modell entnommen werden.

Die Berechnungsergebnisse sind nach folgenden Richtlinien zu beurtei- len:

a) Nach [2] sind für neu zu errichtende Wohnungen in der Nähe von Gewerbetächen oder Verkehrswegen Orientierungswerte für Be- urteilungspegel vorgeschrieben, die von den Gebietsnutzungen abhängig sind:

Allgemeines Wohngebiet (WA) 55 dB (A) tags
40 dB (A) nachts für Gewerbelärm
45 dB (A) nachts für Verkehrslärm

Mischgebiet (MI) 60 dB (A) tags
45 dB (A) nachts für Gewerbelärm
50 dB (A) nachts für Verkehrslärm

Gewerbegebiet (GE) 65 dB (A) tags
50 dB (A) nachts für Gewerbelärm
55 dB (A) nachts für Verkehrslärm

b) Zum Schutz bestehender Wohnungen gegen den Lärm neu zu planender Gewerbetächen gelten nach der *TA-Lärm* [11] bzw. *VDI 2058* [12] dieselben Richtwerte, während neue Verkehrswege nach [3] höhere Beurteilungspegel erzeugen dürfen:

Wohngebiet (WA, WR) 59 dB (A) tags
49 dB (A) nachts

Mischgebiet (MI) 64 dB (A) tags
54 dB (A) nachts

Gewerbegebiet (GE) 69 dB (A) tags
59 dB (A) nachts

c) Schließlich haben nach [13] an bestehenden Bundesstraßen lie- gende Wohnungen Anspruch auf Erstattung von Aufwendungen für Lärmschutzmaßnahmen, wenn die Beurteilungspegel folgende Grenzwerte übersteigen:

Wohngebiete, Krankenhäuser	70 dB (A) tags 60 dB (A) nachts
Mischgebiete	72 dB (A) tags 62 dB (A) nachts
Gewerbegebiete	75 dB (A) tags 65 dB (A) nachts

Werden Überschreitungen der jeweils gültigen Grenzwerte / Richtwerte / Orientierungswerte (IRW) festgestellt, werden in Abschnitt 5 mögliche Schallschutzmaßnahmen diskutiert.

4 Berechnung der Emissionen

4.1

Verkehrslärm

Straßen und Schienenwege werden als Linienschallquellen modelliert, deren Emissionspegel in 25 m Entfernung aus den Verkehrs- und Fahrbanddaten berechnet wird. Anlage 2 zeigt dies im Lageplan des akustischen Modells.

4.1.1

Straßenverkehr

Für die vier hier interessierenden Straßenzüge wurden Verkehrszähl-Ergebnisse aus Unterlagen der Stadt Eisenach entnommen [14], [15]; die übrigen Kennwerte stammen aus eigener Anschauung. Die Berechnung der mittleren Emissionspegel für Tag und Nacht $L_{m,ET}$, $L_{m,EN}$ erfolgt nach der Richtlinie RLS - 90 [6]

$$L_{m,E} = L_m(25) + D_v + D_{stro} + D_{sig} \quad (2)$$

D_v = Geschwindigkeitszuschlag
 D_{stro} = Zuschlag für Straßenoberfläche
 D_{sig} = Zuschlag für Steigung / Gefälle

und ergibt folgende Werte (vgl. Protokolle in Anlage 3):

1. Rennbahn (B 7 / 84)	$L_{m,ET} = 71,5$ dB (A) $L_{m,EN} = 63,4$ dB (A)
2. Am Wartenberg Tiefenbacher Allee / Grabental	$L_{m,ET} = 60,9$ dB (A) $L_{m,EN} = 52,6$ dB (A)
3. F.-Naumann- / W.-Enders-Straße	$L_{m,ET} = 58,7$ dB (A) $L_{m,EN} = 44,8$ dB (A)
4. Fischweide	$L_{m,ET} = 53,0$ dB (A) $L_{m,EN} = 41,6$ dB (A)

4.1.2

Eisenbahnverkehr

Die Pegelerhöhung durch die Reflektion der Rennbahn-Geräusche an der Mauer des Eisenbahndammes wird während der Berechnung des Immissionspegels berücksichtigt. Als Straßenoberfläche wurde der derzeitige Zustand angenommen, der sich insbesondere für die Rennbahn stark pegelerhöhend auswirkt. Dort befinden sich weiterhin zwei Lichtzeichenanlagen, deren Einfluss auf den Pegel ebenfalls während der Immissionsrechnung zum Tragen kommt.

Die Verkehrsdaten für den Bahnverkehr wurden ebenfalls [14] entnommen. Dabei nimmt das nördliche Gleispaar (1 + 2) den Verkehr nach Bebra auf, das südliche Gleispaar (3 + 4) den Verkehr nach Bad Salzungen. Die Berechnung erfolgt nach der Richtlinie SCHALL 03 der Deutsche Bahn AG [7] mit

$$L_{m,E} = 10 \cdot \lg \left[\sum_i 10^{0,1 \cdot (D_v + D_{\Delta} + D_{\Delta z} + D_{\Delta} + D_{\Delta v} + D_{\Delta L})} + D_{Fb} + D_{Br} + D_{Bu} + D_{Ra} \right] \quad (3)$$

Die Zuschläge für Fahrzeugart D_{Fz} , Bremsbauart D_{Δ} , Geschwindigkeit $D_{\Delta v}$ und Zuglänge $D_{\Delta L}$ werden für jede der Zugklassen getrennt gebildet, während die Schienenparameter D_{Fb} , Brückenzuschlag D_{Br} , Zuschlag für Bahnübergang D_{Bu} bzw. Kurven D_{Ra} den Schienenweg in verschiedene Teilstücke einteilen. Der Hin- und Rückverkehr wird auf jeweils einer Linienschallquelle zusammengefasst; diese ist in drei Teilstücke (Normal - Brücke über die Clemdastraße - Normal) eingeteilt. In den Rechenprotokollen (Anlage 4) sind alle Teilpegel und Zuschläge enthalten. Der Zuschlag $D_{Fb} = 2$ dB wird überall für Schotterbett mit Betonschwellen vergeben.

Es ergeben sich:

1. Strecke	Eisenach - Bebra	$L_{m,ET} = 67,1$ dB (A)	$L_{m,EN} = 69,2$ dB (A)
	- auf der Brücke	$L_{m,ET} = 70,1$ dB (A)	$L_{m,EN} = 72,2$ dB (A)
2. Strecke	Eisenach - Bad Salzungen	$L_{m,ET} = 64,4$ dB (A)	$L_{m,EN} = 62,1$ dB (A)
	- auf der Brücke	$L_{m,ET} = 67,4$ dB (A)	$L_{m,EN} = 65,1$ dB (A)

Bei der Immissionsberechnung wird wegen der geringeren Lästigkeit des Schienen- gegenüber dem Straßenverkehr ein sogenannter Schienenbonus von $S = 5$ dB abgezogen.

4.2

Gewerbelärm

Bei der Immissionsberechnung ist über den gesamten einfallenden Gewerbelärm zu summieren, unabhängig von dessen Entstehungsart. Werden neue Betriebe oder Anlagen errichtet, ohne auf die Emissionen der vorhandenen Betriebe zu achten, kann es zu einer Überschreitung der Richtwerte an den Immissionsorten kommen. Vielfach werden auch die später errichteten Betriebe benachteiligt, weil die Emissionen der Altbetriebe, die für sich allein die Richtwerte gerade einhalten, hinzunommen werden, und die neuen Betriebe erhalten um 10 dB niedrigere Auflagen.

Um diese Probleme zu umgehen, wird bei der Planung neuer Gebiete von vornherein eine Festsetzung von unterschiedlichen Teilpegeln für verschiedene Teilgebiete angestrebt (Kontingentierung), wobei Fläche des Teilgebietes und Abstand zu relevanten Immissionsorten gleichermaßen berücksichtigt werden. Ziel ist dabei ein sicherer Immissionsschutz der Wohnungen bei einer gerechten Lastenverteilung.

In [18] wird ein Kontingentierungsverfahren nach folgender Formel vorgeschlagen:

$$L_{ik} \leq IRW_k + 10 \lg \frac{S_i}{S_{ges}} \quad (4)$$

L_{ik} Teil-Beurteilungspegel des Teilgebietes i am Immissionsort k

IRW_k Immissionsrichtwert am Immissionsort k

S_i Fläche des Teilgebietes i

Um von diesem Immissionsortbezogenen Kontingent auf eine Festsetzung für die maximal von einem Teilgebiet zu ermittelnde Schallleistung schließen zu können, ist eine Ausbreitungsrechnung in mehreren Iterationsschritten erforderlich; eine mathematisch geschlossene Lösung ist nicht möglich.

Dazu wird ein akustisches Modell des Gewerbegebietes einschließlich der geometrischen Daten von Gebäuden und Gelände erarbeitet und in ein Rechenprogramm eingegeben; es ist im Lageplan (Anlage 5) dargestellt.

Die Schallemissionen der bestehenden Betriebe werden untersucht und gehen ebenfalls in das Modell ein.

4.2.1 Vorhandene Gewerbebetriebe

Westlich des Plangebietes arbeiten bereits zwei Betriebe im 3-Schicht-System, deren Schallimmission als Vorbelastung in die Berechnung eingehen muß. Dazu liegen die Schallimmissionsprognosen für Firma *MITEC* [16] und Firma *UFE* [17] vor. Die Emissionsquellen beider Betriebe wurden in [16], [17] detailliert beschrieben und werden in das vorliegende Modell aufgenommen, vgl. Anlage 5.

Nach [10] berechnet sich der von einem Außenbautelement eines Gewerbegebietes abgestrahlte Schalleistungspegel L_w zu

$$L_w = L_i - R'_w - 4 + 10 \lg \frac{S_0}{S} \quad (5)$$

L_i = mittlerer Schalldruckpegel im Gebäude

R'_w = Schalldämm-Maß des Außenbauteils

S = Fläche des Bauteils, $S_0 = 1 \text{ m}^2$

Für die spätere Berechnung der Beurteilungspegel am Immissionsort ist es zweckmäßig, die zeitliche Integration über die Beurteilungszeiträume T_R sowie einen sogenannten Ruhezeitenzuschlag ΔL_{RZ} nach *VDI 2058* [12] gleich bei der Emission zu berücksichtigen:

$$L_{w,r} = L_w + 10 \lg \frac{T_R}{t_b} + \Delta L_{RZ} \quad (6)$$

t_b = Betriebszeit

T_R = 16 h am Tage

T_R = 1 h nachts (lauteste Stunde)

$\Delta L_{RZ} = 2,4 \text{ dB}$ für ein Dauergeräusch, das auch in der Ruhezeit (06.00 Uhr bis 07.00 Uhr / 19.00 Uhr bis 22.00 Uhr) abgestrahlt wird.

Schließlich soll ein auf die Grundfläche S_i des Betriebes bezogener Wert angegeben werden, um einen besseren Vergleichsmaßstab zu erhalten; der flächenbezogene Schalleistungs-Beurteilungspegel berechnet sich zu

$$L'_{w,r} = L_{w,r} - 10 \lg \frac{S_0}{S_i} \quad (7)$$

Die für die Immissionspegel in der Nähe der Firma MITEC hauptsächlich relevanten Emissionen sind nach [16] die Lkw-Belegung an der Südseite, der Gabelstaplerverkehr (zwei Stapler mit unterschiedlichen Einsatzzeiten auf sich nahezu überdeckender Einsatzfläche), die Pkw-Parkplätze im Westen, Süden und Osten sowie die zwei unteren Geschosse des Quergebäudes (offene Fenster in der Nordfassade). Die Kennwerte dieser Emissionen sind in Anlage 6 zusammengefasst; die übrigen in [16] untersuchten Emissionen erwiesen sich als vernachlässigbar.

Die Schallimmissionsprognose für Firma UFE [17] ergab als bestimmte Emissionen die beiden Lkw-Routen für den Lieferverkehr (22 Lkw nur am Tage), den Gabelstaplerverkehr (im Mittel zwei Stapler auf dem Betriebshof, nur am Tage), das Hallendach (Bereiche über den Pressen) sowie die Lüftungsöffnungen und das Rückkühlwerk an der Südfassade. Auch diese Emissionen finden sich in Anlage 6. Der Parkplatz sowie die restlichen Fassaden spielen keine Rolle.

4.2.2

Geplante Gewerbeflächen

Wenn der Bebauungsplan einer Gewerbefläche bekannt ist, werden die ermittelnden Anlagenteile (z. B. Hallendach, Fensterfläche, Anlieferung, Kaminoöffnung) sowie die abschirmenden Gebäude im akustischen Modell genau nachgebildet.

Im derzeitigen Planungsstadium sind jedoch für viele Gebiete (GE 1, GE 2, MI 3, GE 4, SO 5, SO 6, GE 7, GE 9, MI 10) lediglich die Baugrenzen sowie die Maximalhöhen der Gebäude vorgegeben. Für entfernt liegende Immissionsorte ist es eine ausreichende Näherung, die Schallemission einer Gewerbefläche durch eine horizontal in der Höhe h über dem Boden „schwebende“ Abstrahlfläche mit dem flächenbezogenen Schalleistungspegel L'_w zu modellieren. Als Höhe h wird dabei ein Drittel der maximalen Gebäudehöhe angenommen. Da die reale Abstrahlung zumeist vor einer Fläche (Dach, Wand, Betriebshof) erfolgt, ist ein Raumwinkelmaß von $K_0 = 3$ dB anzusetzen.

Nach Gleichung (7) ist die von einem Teilgebiet i abzugebende Schalleistung der Fläche S_i proportional. Als erste Näherung wird also für die Emission ein konstanter flächenbezogener Schalleistungspegel

$$L'_w = L_w - 10 \lg \frac{S_{ges}}{S}$$

angenommen; hier wird von $L'_w = 60$ dB (A) / m^2 ausgegangen.

Bei diesem Modell kann die abschirmende Wirkung der neu zu planenden Betriebsgebäude nicht berücksichtigt werden. MI-Gebiete, deren Bebauung bereits feststeht und von denen keine wesentliche Schalleistung abgestrahlt wird (MI 11, 12, 13), werden dagegen wie ein Wohngebiet nur mit den Gebäuden modelliert, vgl. Abschnitt 5.2.

5 Berechnung der Schallimmission

5.1 Verkehrslärm

5.1.1 Ergebnisse

Das akustische Modell der Verkehrslärm-Untersuchung (Anlage 2) enthält außer den Gelände- und Gebäudedaten sowie den Emittenten von Abschnitt 4.1 noch 19 Immissionsorte IV 1 ... 19, die repräsentativ für schutzbedürftige Fassaden vor Wohnungen und Büros sind. Dabei wurden die jeweils dem Verkehrslärm am meisten zugewandten Fassaden der bestehenden (IV 6 bis 11) und der geplanten WA- und MI-Gebiete ausgewährt. Auch die im Sondergebiet SO 5 / 6 geplanten Versammlungsstätten (z. B. Kino) sind durch IV 2 berücksichtigt.

Die zukünftige Bebauung wurde im allgemeinen als kompakter Block in den angegebenen Baugrenzen modelliert; nur für WA 16 wurde eine Gliederung ähnlich der in den umliegenden Gebieten angenommen. Eine Aufteilung der Ergebnisse der Verkehrslärmberechnung zeigt Anlage 7, Spalte 17 / 18; ausführlich werden die Ergebnisse von sechs charakteristischen Orten in Anlage 8 mit Teilpegelanalysen und Richtungsdiagrammen protokolliert (IV 1, 2, 4, 7, 11, 18).

Einen Überblick über die Schallpegelverteilung zeigen die Isophonen-darstellung tags (Anlage 9) und nachts (Anlage 10).

5.1.2

Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Verkehrslärmberechnung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Für große Teile der im Süden liegenden MI- und WA-Gebiete treten hohe Überschreitungen der Orientierungswerte von *DIN 18 005* durch den Verkehrslärm auf (bis 21 dB tags und 24 dB nachts). Das trifft insbesondere die Straßenfronten Rennbahn und Fischweide (IV 1, 8, 9, 10, 12), aber auch die rechtwinklig dazu angeordneten Fassaden (IV 6, 11, 13). Ursachen sind am Tag die Bundesstraße (Rennbahn) und in der Nacht zusätzlich die Eisenbahn, vgl. Anlage 8. Wegen des starken Güterfernverkehrs geht der Immissionspegel in diesem Gebiet auch nachts nicht wesentlich zurück, vgl. Anlagen 9 und 10.

- Selbst die am Tage relativ ruhigen Gebiete im Norden und Osten (SO 5 / 6, SO 8, MI 11, WA 16, WA 17, WA 18) weisen noch geringe nächtliche Überschreitungen (um 1 dB) auf, die auch von der Eisenbahn hervorgerufen werden (IV 2, 4, 14, 16, 17, 18).

- Der Straßenverkehrslärm von der Tiefenbacher Allee / Grabental beeinflusst tagsüber geringfügig die Nordassaden der Stadtviellen in den WA-Gebieten WA 16.1, WA 18, vgl. Anlage 9.

- Der Straßenverkehr auf der neuen Verbindung Friedrich-Naumann- / Wilhelm-Enders-Straße erzeugt an den anliegenden Wohnhäusern der Mischgebiete MI 3 / MI 12 nur im nach Süden abgeschirmten Teil einen merklichen Pegel. Das sind am IV 7 65,2 dB (A) tags und 51,5 dB (A) nachts, vgl. Anlage 8. Damit ist der Grenzwert der 16. BimSchV [3] für Mischgebiete von 64 dB (A) am Tage leicht überschritten. Nach Entwurf der konkreten Bebauung und Vorliegen gesicherter Verkehrsdaten sollte hier später die Anspruchsvoraussetzung für Erstattung von Ausgaben für passiven Schallschutz nochmals geprüft werden.

- Die Wohnhäuser an der Rennbahn werden durch IV 1 repräsentiert, wo durch den Straßenverkehr tagsüber 79 dB (A) / nachts 70 dB (A) entstehen; auch am westlichen Ende der Fischweide (IV 10) werden noch 74 dB (A) / 66 dB (A) erreicht. Damit sind die Grenzwerte für eine Lärmsanierung nach [13] überschritten. Falls - unabhängig vom vorliegenden B-Plan - eine solche Lärmsanierung (z. B. in Verbindung mit der Erneuerung der Straßenoberfläche) geplant ist, müßten ebenfalls die Ansprüche auf Erstattung noch detailliert untersucht werden.

Folgende aktive Schallschutzmaßnahmen sind denkbar, um den Verkehrslärm im Plangebiet zu vermindern:

- (a) Errichtung einer Lärmschutzwand LSW von 2 m Höhe auf der Mauer des Bahndammes
- (b) Ausbau der Bundesstraße mit glattem Straßenbelag ($D_{str0} = 0$)

Diese Maßnahmen liegen allerdings außerhalb des Plangebietes; im Inneren können keine aktiven Maßnahmen erfolgen. Die Wirkung von (a) und (b) wurde rechnerisch überprüft; das Ergebnis zeigt Anlage 7, Spalten 26 / 27. Die erreichbaren Pegelminderungen betragen < 7 dB (vgl. Spalten 33 / 34) und reichen nicht aus, um die Orientierungswerte zu erfüllen.

Eine weitere Möglichkeit, den Schallschutz in Teilbereichen zu verbessern, besteht in der Schaffung abschirmender Gebäuderiegel. Das wird z. B. deutlich beim Vergleich der Gebiete MI 12 und WA 15 (mit geschlossenem Innenhof) mit MI 13 und WA 14 (offene Bebauung), siehe Anlagen 9 und 10. Es gibt dann stets Fassaden, an denen schutzbedürftige Räume angeordnet werden können, während die lauten Fassaden Nebenräumen vorbehalten werden.

5.2 Gewerbelärm

5.2.1 Optimierungskriterien

Das akustische Modell der Gewerbelärm-Untersuchung (Anlage 5) enthält vereinbarungsgemäß nur die Gebäude, deren Bestand gesichert ist (Altbauten einschließlich Lückenbebauung) bzw. an deren groben Umrissen sich während des Entwurfs nichts ändern wird (MI 11, WA 15, WA 16.1, WA 17, WA 18, WA 19). Die noch nicht im Entwurf vorliegenden Teilgebiete GE 1 ... MI 10 sowie WA 16 werden ohne Bebauung dargestellt. Damit werden die reflektierenden und schallabschattenden Eigenschaften der späteren Gebäude zwar vernachlässigt; jedoch wird die Berechnung der maximal für jedes Gebiet zulässigen Emission eher zu niedrige Werte liefern und somit auf der sicheren Seite liegen.

Wichtigstes Kriterium für die Festsetzung von Lärmkontingenten ist die Wahl der richtigen Immissionsorte. Es wurden insgesamt 21 Immissionsorte gewählt, die jeweils an den Fassaden von WA-, SO- und MI-Gebieten positioniert sind, die zu den nächsten Emittenten (GE-, SO- und MI-Gebieten) weisen. Somit werden die elf gesuchten Maximal-Schalleistungspegel über 21 Punkte kontrolliert, was der Lösung eines Systems von elf Unbekannten über 21 Gleichungen entspricht.

Die SO- und MI-Gebiete können sowohl Schall aussenden als auch schutzwürdige Räume enthalten. Die Immissionsorte werden dort so gewählt, daß die eigenen Emissionen nicht empfangen werden (IG 7, 8, 9, 10, 13, 17).

Für die Gebiete SO 8, MI 11, MI 12 und MI 13, deren feststehende Gebäudestruktur in das Modell aufgenommen wurde, können aus programmentechnischen Gründen keine Emissionsflächen angenommen werden. Hier muß später die Einhaltung der Vorschriften kontrolliert werden, indem wie üblich im Zuge eines Antrages auf Umbau bzw. Umnutzung ein Schallimmissionsgutachten gefordert wird. Es ist möglich, dazu die Vergabe eines zulässigen Teilpegels an einem behördlich ausgewählten Ort im Einzelfall aus dem vorliegenden Modell abzuleiten.

Ein weiteres Optimierungskriterium besteht darin, daß die Summe der auf der gegebenen Gesamfläche zulässigen Schallemissionen möglichst groß sein sollte, um nur geringen Beschränkungen bei der werbegenehmigung unterworfen zu sein. Je feiner das Gebiet in Teilgebiete aufgeteilt wird, desto besser kann dieses Ziel verfolgt werden. Es erwies sich, daß die vom Auftraggeber gewählte Einteilung für diesen Zweck günstig ist.

Die Optimierung erfolgt unter der Annahme eines 24-Stunden-Betriebes aller Emittenten für die Nachtzeit. Die am Tage abgestrahlten Schalleistungspegel können dann jeweils 15 dB höher sein, wenn die Richtwerte nach Abschnitt 3 eingehalten werden sollen.

5.2.2

Ergebnisse

Beginnend mit dem willkürlichen Wert für den flächenbezogenen Schalleistungs-Beurteilungspegel $L'_{w,r} = 60 \text{ dB (A) / m}^2$ für alle Teilflächen wurden mehrere Iterationsschritte durchgeführt. An den jeweils kritischsten Immissionsorten (den nächstliegenden bzw. denen mit geringem IRW) wurden nach der ersten Iteration zu hohe Immissionspegel berechnet, so daß die Annahmen für $L'_{w,r}$ schrittweise und in den Teilgebieten unterschiedlich herabgesetzt wurden. Die Iterationsrechnung wurde abgebrochen, nachdem für die kritischen Immissionsorte eine knappe Unterschreitung der IRW festzustellen war.

Im folgenden ist nur das Endergebnis der Rechnung dokumentiert. Anlage 11 zeigt in Spalte 8 jeweils den gesamten, von den elf Teilflächen und den beiden bestehenden Betrieben abgestrahlten Schalleistungspegel, während Anlage 12 für jeden Immissionsort die Summenpegel in allen Stockwerken ausweist.

Die für die Optimierung wichtige Darstellung der Teilpegel zeigt Anlage 13 für das jeweils oberste Stockwerk aller 21 Immissionsorte. In der Spalte $L'_{w,r}$ finden sich in den ersten elf Zeilen die Teilpegel, die je Teilgebiet an diesem Immissionspunkt erzeugt, wenn es einen Schalleistungspegel nach Anlage 11 abstrahlt. Der jeweils um 2,4 dB höhere Wert $L'_{w,r}$ für den Tag rührt von der Berücksichtigung des Ruhezeitenzuschlages für die Dauergerausche her.

Um den Inhalt dieser Anlage 13 übersichtlicher darzustellen, wird daraus Tabelle 1 abgeleitet, in der nur die Teilpegel aufgeführt sind, die den Gesamtpegel in der Nacht wesentlich bestimmen.

Einen Überblick über die Schallepegelverteilung des nächtlichen Gewerbetarms schließlich zeigt die Isophonendarstellung von Anlage 14.

5.2.3

Diskussion der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Gewerbelärmrechnung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die westlich des B-Plan-Gebietes befindlichen Gewerbebetriebe MITEC und UFE waren hinsichtlich ihrer Schallemission speziellen Voruntersuchungen [16], [17] unterworfen worden. Ihre Immissionspegel wurden unter anderem an den Immissionsorten IG 1 bis 3 überprüft und liegen unter den IRW eines allgemeinen Wohngebietes. Nur an den schutzwürdigen Positionen von SO 5 (IG 7) und MI 3 (IG 10) können die Geräusche dieser Betriebe noch pegelbestimmend wirken.

- Die obengenannten Optimierungskriterien führen dazu, daß die IRW nirgends überschritten werden, wenn folgende flächenbezogenen Schalleistungs-Beurteilungspegel nachts eingehalten werden:

GE 1	$L'_{w,r} = 50 \text{ dB (A) / m}^2$
GE 2	$L'_{w,r} = 47 \text{ dB (A) / m}^2$
MI 3	$L'_{w,r} = 49 \text{ dB (A) / m}^2$
GE 4	$L'_{w,r} = 47 \text{ dB (A) / m}^2$
SO 5	$L'_{w,r} = 52 \text{ dB (A) / m}^2$
SO 6 / 6.1	$L'_{w,r} = 51 \text{ dB (A) / m}^2$
GE 7	$L'_{w,r} = 48 \text{ dB (A) / m}^2$
SO 8.1	$L'_{w,r} = 52 \text{ dB (A) / m}^2$
GE 9	$L'_{w,r} = 47 \text{ dB (A) / m}^2$
MI 10	$L'_{w,r} = 47 \text{ dB (A) / m}^2$

- Wegen der günstigen Stafflung der Gebietsausweisungen bei der Definition der Gebiete (GE-Gebiete im Westen und Zentrum, MI- / SO-Gebiete im Norden und Süden, WA-Gebiete im Osten) kommt es zu keinen erheblichen Unterschieden der in der Nacht zulässigen Emissionen. Dadurch sind auch im allgemeinen die jeweils nächstliegenden Immissionsorte für die Begrenzung der Emission im Gebiet verantwortlich, was ein Vergleich der unterstrichenen Werte in Tabelle 1 mit dem Lageplan von Anlage 5 zeigt.

- Die IRW tags / nachts unterscheiden sich um 15 dB; um diesen Betrag können die Schallemissionspegel der neuen Gebiete am Tag erhöht werden. Anhand der Tabellen von Anlage 13 wurde überprüft, daß dann auch für die westlich gelegenen Immissionsorte, bei denen MITEC und UFE noch erheblichen Einfluß haben, der IRW nicht überschritten wird.

6

Schlußfolgerungen

- Die strengsten Emissionsbeschränkungen werden an solchen Immissionsorten bewirkt, die nahe an dem emittierenden Gebiet liegen und einen geringen IRW haben, z. B. IG 14, IG 15 und IG 17 für GE 9; IG 10 für GE 2; IG 16 und IG 18 für MI 10; IG 7 und IG 9 für GE 4. Deshalb haben die genannten Teilgebiete auch die geringsten zulässigen Schalleistungs-Beurteilungspegel. Grenz jedoch ein Gebiet mit hohem IRW an und ist der Abstand zum nächsten schutzwürdigen Immissionsort groß, so kann ein höherer Emissionspegel zugelassen werden (z. B. die Sondergebiete SO 5, 6, 8).

Der Entwurf des Auftraggebers für den B-Plan 12.1 der Stadt Eisenach kann aus Sicht des Schallimmissionssschutzes wie folgt beurteilt werden:

- Die Anordnung von schutzwürdigen Wohnungen und Büros im südlichen Bereich ist wegen des starken Verkehrslärms (Eisenbahn und Rennbahn) ungünstig.

Es wird deshalb empfohlen:

- Teilgebiet 3 vom MI- zum GE-Gebiet zu wandeln,
- Teilgebiete 14 / 15 als MI-Gebiet (statt WA) auszuweisen
- Teilgebiete 11 / 11.1 als WA-Gebiet (statt MI) auszuweisen

In den bereits bebauten Teilgebieten 12, 13 und 14 sollten im Zuge von Umbauten, Lückenschluß usw. Wohnungen nur an relativ geschützten Fassaden entstehen.

- Für die Teilgebiete 12, 13, 14, 15 sind passive Schallschutzmaßnahmen erforderlich, deren Umfang von den ggf. noch zu erwartenden Verbesserungen an Straße und Schiene sowie von den konkreten Raumordnungen abhängt. Auf die Möglichkeit, unter Umständen Anwendungen über staatliche Programme zur Lärmvorsorge oder -sanierung erstattet zu bekommen, wird hingewiesen.

- Die derzeit vorhandenen Betriebe senden Schallemissionen aus, die sich im Rahmen der obengenannten zulässigen Werte bewegen. Für die neuen Teilflächen wurden maximal mögliche Schalleistungspegel im Rahmen einer Optimierungsrechnung ermittelt.

- Es wird vorgeschlagen, jetzt im Bebauungsplan für jedes Teilgebiet den emissionsflächenbezogenen Schalleistungs-Beurteilungspegel $L'_{w,r}$ festzusetzen; die Wertepaare für Tag und Nacht sind in Tabelle 2 (a) zusammengestellt.

Über eine Multiplikation mit der Fläche S_1 / m^2 (vgl. Anlage 11, Spalte 7) erhält man die Gesamtpegel $L_{w,r}$ von Tabelle 2 (b):

$$L_{w,r} = L'_{w,r} + 10 \lg S_1$$

Dieser Wert kann später angegeben werden, falls das geschlossene Teilgebiet von einem einzigen Betrieb belegt wird.

Eine mit (a) oder (b) gleichbedeutende Aussage besteht darin, daß für jedes Teilgebiet der nächstgelegene Immissionsort (oder die zwei oder drei nächstgelegenen Immissionsorte) benannt und der darauf bezogene maximale Teil-Beurteilungspegel $L_{r,k}$ angegeben wird, vgl. Tabelle 2 (c); das gilt allerdings nur unter den Voraussetzungen freier Schallausbreitung. Aussage (c) ist insbesondere dann nützlich, wenn später durch Betriebe, die Baumaßnahmen auf einem Teilgebiet planen, Abschirmungen durch Gebäude ausgenutzt werden sollen, um ggf. höhere Schalleistungspegel abstrahlen zu können.

(Handwritten signature)
(Dr.-Ing. W. Brauns)

(Handwritten signature)
(Dr.-Ing. K. Notbohm)



Anlagen