Möglichkeit der kontinuierlichen Lärmüberwachung mit stationären Dauermessanlagen am Beispiel einer flächenhaften großen Industrieanlage

V. Strese, R. Kurz, C. Hettig
DaimlerChrysler AG, Werk Sindelfingen, Abt. PWT/VUS, 71059 Sindelfingen
Kurz u. Fischer GmbH, Beratende Ingenieure, 71364 Winnenden u. 06110 Halle/Saale

Bei Flughäfen ist die kontinuierliche Lärmüberwachung mit Dauermessanlagen bereits seit längerem gängige Praxis. Dieses Prinzip wurde in den 90er Jahren bei einem Betrieb der Automobilindustrie im süddeutschen Raum aufgegriffen und für Industrieanlagen weiterentwickelt.

Der Industriebetrieb befindet sich in unmittelbarer Nachbarschaft zum Ortszentrum einer Stadt mittlerer Größe. Die angrenzende Wohnbebauung wird außer von den Immissionen des Industriebetriebes noch von weiteren Geräuschquellen, insbesondere durch Straßenverkehrslärm beeinflusst. Für das Werk, bei dem es sich um einen immissionsschutzrechtlich genehmigungsbedürftigen Betrieb handelt, sind angesichts der Größe und der Häufigkeit von Anlagenänderungen ständig Nachweise der Einhaltung von Immissionsrichtwerten nach TA Lärm [1] zu erbringen. Aufgrund der Lage und der Ausdehnung gestaltet sich dieses jedoch schwierig.

Einzelmessungen an den festgelegten Aufpunkten sind wegen des Straßenverkehrslärms der Umgebung stark fremdgeräuschbeeinflusst und können daher lediglich innerhalb eines kurzen Zeitraumes in der Nacht durchgeführt werden. Sie sind nur als Stichproben zu sehen und mit einer gewissen Unsicherheit belastet. Ein Lärmkataster als Grundlage für den Nachweis der Einhaltung von Auflagen ist bei der zu beurteilenden Anlage mit ihren rd. 1.800 stationären Einzelquellen nur sehr aufwendig zu erstellen und anschließend zu pflegen. Mit einiger Sicherheit können nur stationäre Betriebszustände berechnet oder Maximalfallbetrachtungen angestellt werden. Jahreszeitliche Schwankungen durch im Sommer offenstehende Tore und Fenster sowie unregelmäßige Einzelereignisse wie die Einsatzfahrten der Betriebsfeuerwehr sind rechnerisch nur schwer fassbar. Hierfür kommt nur eine akustische Dauerüberwachung in Frage.

Beschreibung der Anlage

Die Dauermessanlage besteht derzeit aus 5 Messstationen mit je einem wetterfesten Mikrofon und einem Schallmessgerät, das von einem PC gesteuert wird. Zusätzlich werden an einer Messstation die meteorologischen Daten ermittelt.

Die an den Messstationen im Takt von 5 Minuten gemittelten Schallpegel werden zusammen mit den Wetterdaten an einen Zentralrechner übertragen und dort mit einem speziell hierfür entwickelten Softwareprogramm ausgewertet.

Bild 1 Wetterfeste Mikrofoneinheit über den Dächern des Industriebetriebes und Geräteschrank

Aus den 5-Minuten-Pegeln werden nach einer fallweisen Korrektur für zu hohe Windgeschwindigkeiten Stundenmittelungspegel, Tagesmittelungspegel, Nachtmittelungspegel, Mittelungspegel für die lauteste Nachtstunde und die entsprechenden Maximalpegel an den einzelnen Mikrofonen gebildet. Diese Korrekturen müssen durchgeführt werden, da sich gezeigt hat, dass an diesem Standort in rd. 30 – 35 % jeden Monates Windgeschwindigkeiten > 3 $^{m}/_{s}$ herrschen und diese die über einen Monat gemittelten Pegel um rd. 2,0 – 2,5 dB(A) beeinflussen.

Theoretische Grundlagen der Immissionsberechnung

Im Rahmen einer Diplomarbeit an der HfT Stuttgart wurde der Zusammenhang zwischen den Messergebnissen an den einzelnen Mikrofonen und den Immissionen an den zu beurteilenden Aufpunkten untersucht [2]. Der Zusammenhang kann über die physikalischen Ausbreitungsfaktoren hergeleitet werden. Die zugrunde liegende Formal lautet:

$$L_{s,A} = 10 \cdot \log\left[\sum_{i=1}^{n} 10^{\left[\left(L_{w,M} - 10 \cdot \log\left(2\pi s_m^2 / s_0^2\right)\right)/10\right]}\right]$$

Darin bedeuten:

- $L_{s,A}$: Immissionspegel am Aufpunkt A
- $L_{w,M}$: Schallleistungspegel der Mikrofon M zugeordneten Fläche
- s_m: Abstand des Immissionsortes vom Zentrum der Quelle
- s_0: Bezugsabstand 1 m
- n: Anzahl der Flächen (= Anzahl der Mikrofone)

Das bedeutet, dass die Industriefläche zunächst in Teilflächen unterteilt wird und für die Schwerpunkte dieser Flächen aus den Messwerten der Messstelle die entsprechenden Emissionen berechnet werden. Diese können dann wiederum mittels Korrekturgliedern auf die Immissionen an den Aufpunkten (Immissionsorte) umgerechnet werden.

Weiterhin sind die Einflüsse von Pegelerhöhungen bei Mitwindsituationen einzubeziehen.

Auf eine einfachere Formel reduziert, sieht die Ausbreitungsfunktion folgendermaßen aus:

$$L_s(M,A) = L_k(M) - \Delta L_s(M,A) + \Delta L_{MW}(M,A)$$

mit:

$L_S(M,A)$ ... Wirkpegel am untersuchten Aufpunkt bzw. Immissionsort A von der Messstelle M in dB(A)

$L_k(M)$ ... Messwert an der Messstelle M der Dauermessanlage in dB(A)

$\Delta L_S(M,A)$ ... Übertragungsfunktion von der Messstelle M zum Aufpunkt A in dB

$\Delta L_{MW}(M,A)$ ... Zuschlag zur Berücksichtigung von Pegelerhöhungen bei Mitwindsituationen zwischen Messstelle M und Aufpunkt A

Aus dieser Formel lässt sich ein Gleichungssystem n-ter Ordnung mit M Unbekannten erstellen und lösen (Vorausgesetzt, die Anzahl der Teilflächen ist mindestens gleich der Anzahl der zu untersuchenden Aufpunkte).

So erhält man die Übertragungsfunktionen von jedem Mikrofon zu jedem Aufpunkt. Bei der Auswertung müssen dann nur die mittels Übertragungsfunktionen ermittelten Geräuschanteile der Einzelflächen addiert werden:

$$L_s(A) = 10 \cdot \lg\left[\sum_{i=1}^{n}\left(10^{L_{s,i}(M,A)/10}\right)\right]$$

Oder als Prinzipskizze:

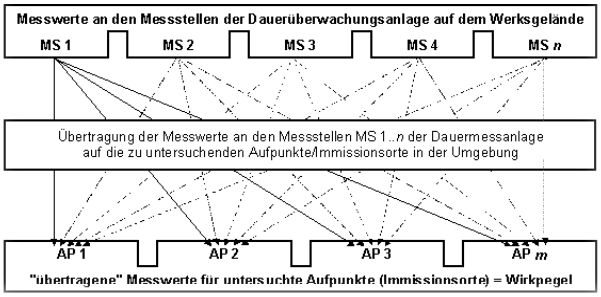

Bild 2: Prinzip Immissionsberechnung

Qualität der Ergebnisse

Die messtechnische Überprüfung der Immissionspegel an den Aufpunkten ergibt im Vergleich zu den Mess- und Berechnungsergebnissen der Dauermessanlage erstaunlich geringe Abweichungen von rd. 1 – 2 dB. Sie liegen somit im Bereich der Messgenauigkeit.

Grenzen der Dauermessanlage

Der Qualität der Ergebnisse ist in zweierlei Hinsicht Grenzen gesetzt. Zum Einen bei der Standortwahl der Messmikrofone hinsichtlich der Abschirmeffekte und zum Anderen durch die Fremdgeräuscheinflüsse an diesen Standorten. Die Mikrofone sollten daher an einer möglichst exponierten Lage ohne maßgebende Geräuschquellen in der Nähe aufgestellt werden. Sie sollten weiterhin wegen der Fremdgeräuscheinflüsse nicht zu sehr an den Rand des Geländes gelegt werden.

Quellen am Rand des Betriebsgeländes werden aufgrund von Abschirmungen durch Gebäude unter Umständen nicht richtig erfasst. In der Regel handelt es sich dabei meist um solche Quellen, deren Schallabstrahlung wegen der Nähe zur Wohnbebauung bereits auf ein Minimum reduziert wurde. Sie tragen daher nicht mehr maßgebend zum Beurteilungspegel bei.

Die Fremdgeräuschbeeinflussung durch Flugzeug- oder Hubschrauberüberflüge, Alarmfahrten von Einsatzfahrzeugen oder spezielle Ereignisse wie das Silvesterfeuerwerk werden derzeit bei der vorgestellten Anlage noch nicht eliminiert, es wird jedoch an einem Algorithmus zur Korrektur solcher Ereignisse gearbeitet.

Nutzen einer Dauermessanlage

Mit den Ergebnissen aus der Dauermessanlage werden mit minimalem Aufwand und größtmöglicher Unabhängigkeit von Fremd- und Umgebungsgeräuschen die Verläufe der Geräuscheinwirkungen über definierbare Zeiträume darstellbar. Im Zusammenhang mit Genehmigungsvorhaben oder bei Nachfrage der Behörden und Nachbarschaft können die Ergebnisse der Auswertungen schnell und qualifiziert vorgelegt werden (Bild 3). Diese Art von Überwachung ist bei flächenhaft großen Industrieanlagen Voraussetzung, um fremd- und eigenverursachte Geräuschanteile am Immissionsort nachweisbar zu machen.

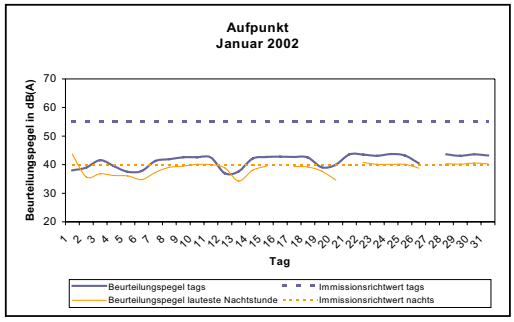

Bild 3: Diagramm Monatsverlauf der Beurteilungspegel tags und nachts.

Literatur:

[1] Sechste allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998; Gemeinsames Ministerialblatt, 49. Jahrgang Nr. 26 vom 28. August 1998

[2] Haist, K.-G.: "Systemdesign von akustischen Dauerüberwachungsanlagen großer industrieller Anlagen", Diplomarbeit an der HfT Stuttgart, April 1994, Betreuung Prof. H. Baumgartner