



STECKBRIEF

BIM-Nachhaltigkeits-Usecase Auralisation



1.1 Zuordnung des Uscases zu den Projekt- bzw. Lebenszyklusphasen

Leistungsphase gem. HOAI									
Bedarf	Planen						Bauen	Betreiben	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
x	x	x	x	x					



1.2 Definition

Auralisation bezeichnet die Simulation und Hörbarmachung von Klängen, die in einer bestimmten Umgebung oder unter spezifischen Bedingungen auftreten würden. Sie wird oft verwendet, um akustische Szenarien zu erzeugen, bevor diese in der realen Welt wahrgenommen werden können. Dies erfolgt durch die Verwendung von Audio-Technologien, die es ermöglichen, akustische Situationen, wie zum Beispiel Zugdurchfahrten mit und ohne Lärmschutz zu simulieren. Auralisationen werden bei der DB InfraGO im Rahmen von GreenBIM u.a. dafür eingesetzt, um die akustischen Auswirkungen geplanter Aus- und Neubaumaßnahmen transparent und verständlich zu kommunizieren. Adressaten sind neben den Betroffenen selbst häufig auch andere Stakeholder, etwa Lokal- und Kommunalpolitik. Weiterhin lassen sich Auralisationen auch zur Unterstützung der Entscheidungsfindung im Rahmen von parlamentarischen Befassungen zu übergesetzlichem Lärmschutz einsetzen. Für den Usecase Auralisation wird zusätzlich empfohlen Schallmodelle und -planungen durchzuführen. Siehe diesbezüglich GreenBIM Nachhaltigkeits-Usecase „modellbasierte Schallanalyse“.



1.3 Nutzen und Ziele

Welcher Mehrwert ist durch die Umsetzung des Anwendungsfalls zu erwarten?

- Schafft **immersive realistische Klangumgebung** für eine audiovisuelle Simulation in Kombination mit VR im digitalen Raum
- **Transparente Darstellung von Schallemissionsquellen und deren Ausbreitung sowie Auswirkungen auf Schutzgüter und Umwelt**
- **Ermittlung von psychoakustischen Auswirkungen** auf Schutzgüter und **Ableitung von Gegenmaßnahmen** im Sinne der Nachhaltigkeit
- **Bedarfsgerechte Ermittlung** von Lärmschutzmaßnahmen, Bauformen und -arten, sowie eingesetztes Material im Rahmen des Projektauftrages
- **Erhöhung der öffentlichen Akzeptanz** durch akustische Simulationsmöglichkeiten
- **Vergleich zwischen den Lärmszenarien** (Bestand, Planung und Planung mit Lärmschutz)
- Das Zusammenspiel von visuellen und auditiven Reizen führt zu einer höchstmöglichen Realitätsnähe und Glaubwürdigkeit

Allgemeine Ziele

- Ganzheitliche Bewertung und Digitalisierung von Lärmschutzplanungen
- **Transparente und bedarfsgerechte Kommunikationsmöglichkeit** für das Stakeholdermanagement z.B. in Form von Bürgerbeteiligungen, Bauinfopunkten o.Ä.

1.4 Umsetzung

Kurzbeschreibung der Arbeitsschritte

1. Anforderungen aus AIA und BAP erfassen und berücksichtigen.
2. Abstimmungen zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer zu Darstellungen, Simulationsstandorten und Zielformaten sowie Synergien mit weiteren an der Projektkommunikation beteiligter Akteure (bspw. Visualisierungsbüros und damit evtl. bereits vorhandener 3D-Modelle)
3. Vereinbarung einer Zeitschiene, innerhalb derer die Fertigstellung der Simulationen erfolgen kann unter Berücksichtigung möglicher avisierteter Informationsveranstaltungen und Projektmeilensteine
4. Aufwandsabschätzung und Angebotserstellung sowie eventuelle Abstimmungen zu optionalen Features
5. Beauftragung und Durchführung von Schallszenarien mittels entsprechender Audio-Technologien
6. Konkretisierung benötigter und projektspezifischer Eingangsdaten und zu erfassender Zugtypen
7. Durchführung akustischer und visueller Aufnahmen, nach Wunsch im Beisein des Auftraggebers
8. Auswertung der Aufnahmen und Auswahl geeigneter Audio- und Videosequenzen unter Einbezug aktueller Ergebnisse der Schallschutzplanung
9. Ggf. Erstellung von Vorsimulationen zur finalen Festlegung darzustellender Szenarien in gemeinsamer Absprache
10. Optionale Durchführung nötiger Validierungen, z.B. in Form zusätzlicher Messungen oder einem Austausch mit Schallschutzplanern
11. Fertigstellung der audiovisuellen Simulationen und möglicher weiterer vereinbarter Leistungen
12. Präsentation vor dem Auftraggeber zur Konkretisierung der Darbietungsform

1.5 Implementierungsvoraussetzungen

Rahmenbedingungen, die seitens AG und AN erfüllt sein müssen

AG

- Definition der Anforderungen und Umsetzung für Auralisationszwecke z.B. in Form von Lieferobjekten und/oder Benennung von konkreten georeferenzierten Simulationsorten und Szenarien
- Konzept einer Kommunikationsstrategie, in die sich die audiovisuellen Simulationen zielführend integrieren lassen

AN

- Umfangreiche Kenntnisse zur Aufnahme komplexer Schallsituationen sowie die Prozesse der Weiterverarbeitung, bspw. Simulation von Aspekten der Schallausbreitung und Kompetenzen im Bereich virtueller Akustik zur spatialen Schallreproduktion
- Einsatz geeigneter Messtechniken z.B. hochauflösende Mikrophone zur teilschallquellengenauen Aufzeichnung von Zugvorbeifahrten, Sensoren zur Erzeugung von Bild-, Wetter- und GPS-Daten
- Fähigkeiten zur hochrealistischen 3D-Visualisierung auf Basis digitaler Planungsdaten, ggf. auch in Überlagerung mit realen Videosequenzen und Bildern
- Entwicklung von benutzungsfreundlichen, visuell ansprechenden Anwendungen (bspw. in gängigen Game-Engines) und/oder Produktion von Videomaterial zur Einbettung von Simulationsergebnissen mit Möglichkeit zur Adaption für verschiedene immersive Zielformate

- Kenntnisse im Bereich der praktischen Lärmschutzplanung bezüglich zugrundeliegenden Regelwerken, Planungsabläufen und wichtiger akustischer Kenngrößen zur Charakterisierung von Schienenlärm



1.6 Input und Output

Input/ Eingangsdaten

- Bestandsdaten wie z.B. Geodaten, konventionelle Bestands- und Planungsdaten, City-GML Daten, Topografie usw.
- BIM-Modell im offenen Datenformat von Bestand und technischer Planung (ggf. mit Lärmschutz)
- Eventuelle bereits vorhandene Visualisierungen, Materialien und Texturierung zur Außendarstellung von Projekten

Output/ Lieferobjekte

- Audiovisuelle Simulation
- Ggf. Interaktive Oberfläche zur eigenständigen Auswahl des Simulationsortes, Schallquelle, Lärmschutzmaßnahme, Bauform oder Material
Und/Oder:
Videomaterial mit eingebetteten Simulationsergebnissen
- Auswahl diverser Präsentationsformate nach Maßgabe der Kommunikationsstrategie (bspw. Stele, VR-Applikation, Leinwandprojektion mit Lautsprecher-setup)
- Technische Wartung und Dokumentation übergebener Simulationen und Wiedergabe-Hardware
- Ggf. Psychoakustische Untersuchungsergebnisse
- Zukünftig: (Teil-)Automatisierte Lärmschutzplanungen



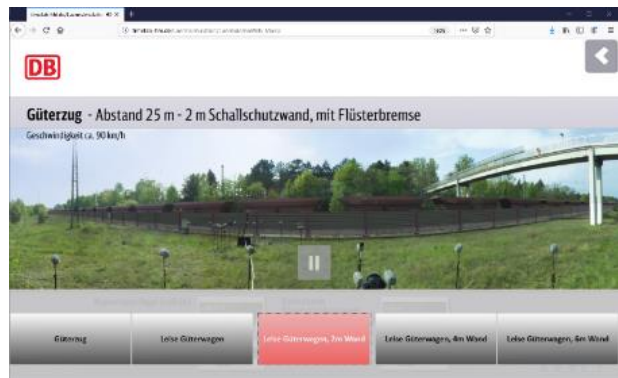
1.7 Projekt-/Praxisbeispiele



Eingesetzte Technik zur Aufnahme von Schallimmissionen



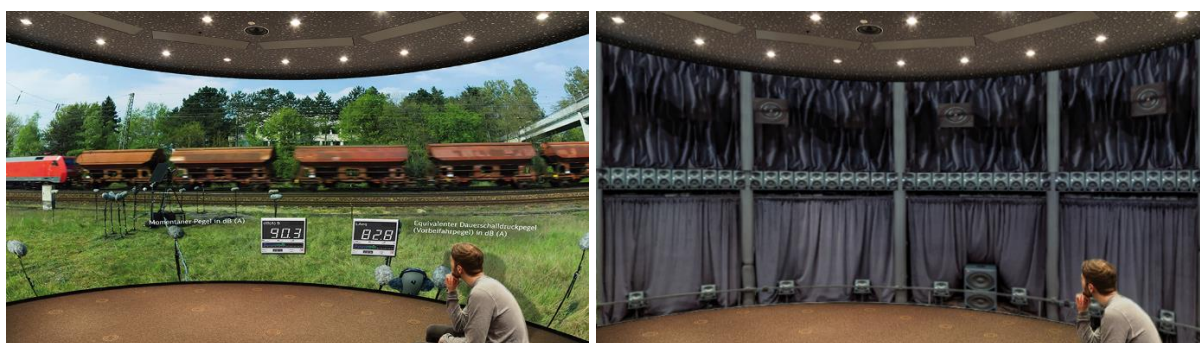
Version 1.00



VR-Anwendung inkl. Stele, Web- und Laptop-basierte Anwendung für z. B. Veranstaltungen und Infozentren



Mobile Projektion und Stele mit Display und Kopfhörer zur Präsentation auf Veranstaltungen und in Infozentren



Wiedergabe von Lärmsimulationen mittels 180°-Projektion und Wellenfeldsynthese



Userinterfaces zur Darbietung audiovisueller Simulationen, bspw. mittel VR-Brille und Kopfhörern

Umsetzungsdetails

BIM-Nachhaltigkeits-Usecase Auralisation



2.1 Qualitätskriterien

Welche Vorgaben sind zu beachten?

- Georeferenzierte Datenübergabe für die Integration im Koordinationsmodell
- Es sind gem. der Richtlinien und digitalen Medien der DB realitätsnahe Reproduktionen des Schienenverkehrslärms und die Wirkung von Lärmschutzmaßnahmen, wie z.B. Lärmschutzwände, Trogbauwerke oder Schienenstegdämpfer- und abschirmungen zu erzeugen
- Es sind Schallquellenmodelle einzusetzen, die den tatsächlichen Zugtypen und -geschwindigkeiten gemäß der Planung entsprechen
- Die Ausbreitungssimulation muss mindestens auf dem Detailgrad der für die Lärmschutzplanung zugrundeliegenden Berechnungsvorschrift erfolgen (d.h. Schall 03); hierbei ist sicherzustellen, dass keine widersprüchlichen Ergebnisse zwischen Simulation und Lärmschutzplanung auftreten, wobei geringfügige Abweichungen dann akzeptabel sind, sofern diese methodisch eindeutig begründet werden können
- Die Visualisierung muss unter Ausschluss systematischer Fehler erfolgen; so müssen die Größenverhältnisse dargestellter Objekte der Realität bzw. Planung entsprechen und mögliche Verzerrungen bspw. in Videoaufnahmen entzerrt werden oder durch den Einsatz geeigneter Sensorik von vornherein vermieden werden
- Es ist trotz der detaillierten Visualisierungen zu beachten, dass es sich um eine realitätsnahe Analyse handelt. Die Betroffenheiten werden anhand von richtlinienbasierten Rechnungen versucht abzuschätzen.
- Die Eignung der verwendeten Methoden zur Visualisierung und Auralisation muss bspw. auf Grundlage von Referenzmessungen zur Validierung darlegbar sein. Die Darstellung von Situationen, die Teilaspekte beinhalten, deren Berücksichtigung nicht auf Grundlage sicher begründeter Annahmen umgesetzt werden können, muss nach Möglichkeit vermieden werden. Unsicherheiten müssen, sofern nicht vermeidbar, jedoch mindestens transparent kommuniziert werden.
- Sowohl visuell als auch akustisch muss eine korrekte Ortbarkeit aller sichtbaren und hörbaren Objekte möglich sein; für die akustische Ausgabe sind geeignete 3D-Audioverfahren zu verwenden, die sowohl in Horizontal- als auch Vertikalwinkeln eine korrekte Richtungsabbildung erlauben; bei VR-Darbietungen ist darauf zu achten, dass Winkeländerungen durch Kopfdrehungen live mittels Head-Tracking korrigiert werden.
- Bei der Auswahl der Szenarien ist darauf zu achten, dass nach Möglichkeit mind. ein repräsentatives Referenzszenario einer bekannten Situation gezeigt wird; bei ortsspezifischen Simulationen von Aus- und Neubauvorhaben kann dies der heutige Ist-Zustand sein, bei der allgemeinen Darbietung der Wirkung von Lärmschutzmaßnahmen kann dies ein Zug ohne jegliche Lärmschutzmaßnahme sein
- Die akustische Darstellung der Züge muss um eine realistische Klangkulisse der Umgebung ergänzt werden, die ebenfalls eine korrekte Räumlichkeit aufweisen muss und wesentliche Variablen, wie Jahres- und Tageszeit sowie Wetterbedingungen angemessen berücksichtigt.
- Im Zuge der Szenarienauswahl und der Erarbeitung der Simulationen muss ein Neutralitätsprinzip gelten, sodass die Ergebnisse keine der involvierten Konfliktparteien (bspw. Infrastrukturbetreiber, Anwohnende) bevorteilen. Ist die Definition einer neutralen Darstellung schwierig, so ist eine Worst-Case-Betrachtung bezüglich zu erwartender akustischer und visueller Beeinträchtigungen einer übermäßig positiven Darstellung vorzuziehen.
- Die Abstimmung der Szenarien erfolgt gemeinsam durch Auftraggeber und Auftragnehmer, sodass sowohl die Umsetzbarkeit als auch der kommunikative Nutzen sichergestellt werden
- Bei der Darbietung der Ergebnisse vor externen Personen muss der Auftragnehmer

sichergestellt haben, dass eine korrekte technische Wiedergabe erfolgt. Insbesondere eine akustische Kalibration zur Reproduktion der tatsächlichen Schalldruckpegel muss dabei gewährleistet sein.



2.2 Beteiligte Akteure

Welche Akteure sind beteiligt?

- Projektleitung, BIM-Management (AG)
- BIM-Gesamtkoordination (AN)
- Stakeholdermanagement und Öffentlichkeitsarbeitsbereich (AG)
- Lärmschutzplaner (AN)
- Schallgutachter (AN)
- Akustikingenieure (AN)
- Optional: Visualisierer (AN)



2.3 N.N

Entfällt



2.4 Abhängigkeiten zu BIM-Anwendungsfällen

Umsetzung in Zusammenhang folgender Anwendungsfälle:

GreenBIM Nachhatligkeits-Usecase: modellbasierte Schallanalyse

#	AWF	Abhängigkeit
010	Bestandsaufnahme	x
020	Bestandsmodellierung	x
030	Bauwerksdatenmodell	x
040	Variantenvergleich	x
050	Visualisierung	x
060	Koordination der Fachgewerke	x
070	Erstellung von Plänen	
080	Freigabe- und Genehmigungsprozesse	
090	Kostenplanung	
100	Leistungsverzeichnisse	
110	Ausschreibung und Vergabe	
120	Termin- und Bauphasenplanung	
130	Baulogistikplanung	x
140	Baufortschrittskontrolle	
150	Bauabrechnung	
160	Mängelmanagement	

170	As-built Modell	
180	Digitale Bau- und Inbetriebnahmeakte	
190	Berteiben, Instandhaltung und -setzung	