

Lärmprognose nach TA Lärm

**Erweiterung Pfahlbaumuseum
Strandpromenade 6
88690 Uhdingen-Mühlhofen**



erstellt am 28. September 2020

Auftrags-Nr.: 19-240

Kuhn Decker GmbH & Co. KG
Ingenieure und Architekten

Büro Sindelfingen

Obere Vorstadt 67/1, 71063 Sindelfingen
T. 49 7031 61169 0, F. +49 7031 61169 20
info_sf@kuhndecker.de

AUFTRAGGEBER Pfahlbauten Unteruhldingen am Bodensee
Freilichtmuseum und Forschungsinstitut
Herr Prof. Dr. Gunter Schöbel
Strandpromenade 6
88690 Uhldingen-Mühlhofen

BETRIFFT Erweiterung Pfahlbaumuseum
Strandpromenade 6
88690 Uhldingen-Mühlhofen

THEMA • Lärmprognose nach TA Lärm

GUTACHTER:

Viktoria Dittrich, B. Eng.
Ingenieurin für Bauphysik

Kuhn Decker GmbH & Co. KG
Ingenieure und Architekten

Büro Sindelfingen
Obere Vorstadt 67/1, 71063 Sindelfingen
T. 49 7031 61169 0, F. +49 7031 61169 20
info_sf@kuhndecker.de

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINLEITUNG	4
2	GRUNDLAGEN	6
3	BERECHNUNGSMETHODIK UND BEURTEILUNGSKRITERIEN	7
3.1	Berechnungsmethodik	7
3.2	Anforderungen und Beurteilungskriterien der TA-Lärm	8
4	ERMITTLUNG DER SCHALLEMISSIONEN NACH TA-LÄRM	9
4.1	Beurteilungsgrundlagen	9
4.1.1	Verkehrslärm nach RLS 90	9
4.1.2	Außenbewirtung nach BayLfU	9
4.1.3	Geräuschemission durch Lastkraftwagen	9
4.2	Gegebenheiten	9
4.3	Bestimmung Emissionspegel	11
4.3.1	Emissionsquelle Anlieferung	11
4.3.2	Emissionsquelle Terrassen	12
4.3.3	Zusammenfassung Emissionsquellen	14
5	SCHALLIMMISSIONSORTE UND BEURTEILUNG	15
5.1	Immissionsorte	15
5.2	Berechnungsergebnisse und Beurteilung nach TA-Lärm	16
5.2.1	Allgemeines	16
5.2.2	Beurteilung Tag- und Nachtwerte	16
5.3	Zusammenfassung der erforderlichen Maßnahmen	20
6	QUALITÄT DER PROGNOSE	21
7	SCHLUSSBEMERKUNG	22
	ANLAGEN	23

1 EINLEITUNG

Die Firma Kuhn Decker GmbH & Co. KG erhielt vom Freilichtmuseum Pfahlbauten Unteruhdingen am Bodensee den Auftrag, für Erweiterung des Museums eine Lärmprognose zu erstellen.

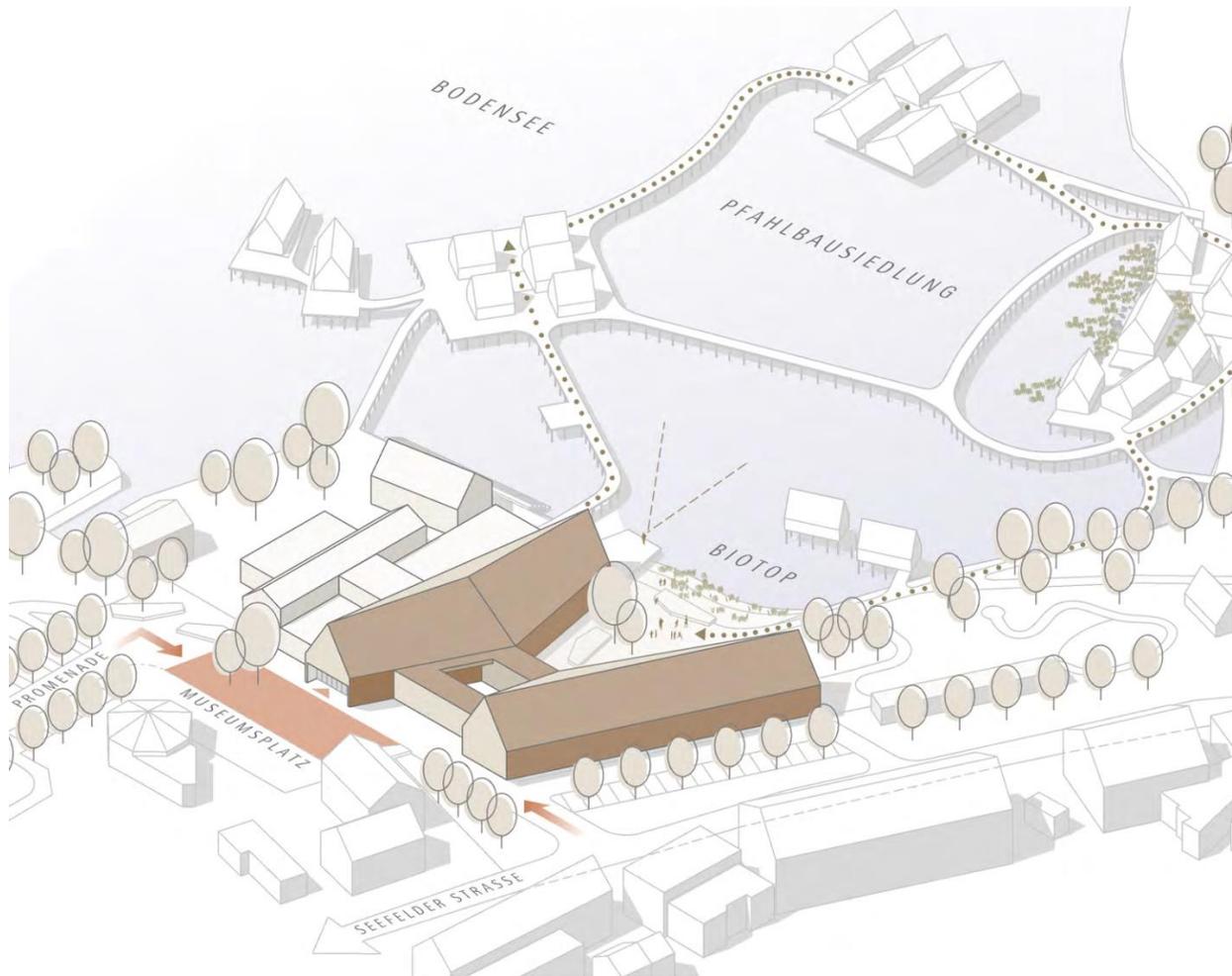


Abbildung 1 Übersicht Erweiterung des Museums

Das zu bebauende Grundstück liegt westlich des bestehenden Museums. Es handelt sich hierbei laut Bebauungsplan um ein Sondergebiet. Für die angrenzenden Gebiete gibt es keinen Bebauungsplan. Östlich des Grundstücks befindet sich ein Hotel, südlich der Museumsplatz und die Strandpromenade und nördlich grenzt das Grundstück an den Bodensee. Aufgrund der aktuellen Nutzungssituation (Hotels, Gastronomie usw.) wird das benachbarte Gebiet als Mischgebiet eingestuft.

Aufgrund des Neubaus mit Verlagerung der Anlieferung und einer Außenbewirtung ergeben sich Anforderungen an die Schallimmissionen nach TA-Lärm. Aus diesem Grund soll eine Lärmprognose nach TA-Lärm erstellt werden, wobei die Auswirkungen der Schallimmissionen auf die Umgebung und zu den Nachbargebäuden begutachtet werden. Die Anforderungen sowie die Beurteilung sind in dem vorliegenden Gutachten zusammengestellt. Eine Untersuchung der Vorbelastung ist aufgrund des Umfanges nicht möglich. Stattdessen werden die Richtwerte der TA-Lärm um jeweils 10 dB unterschritten.

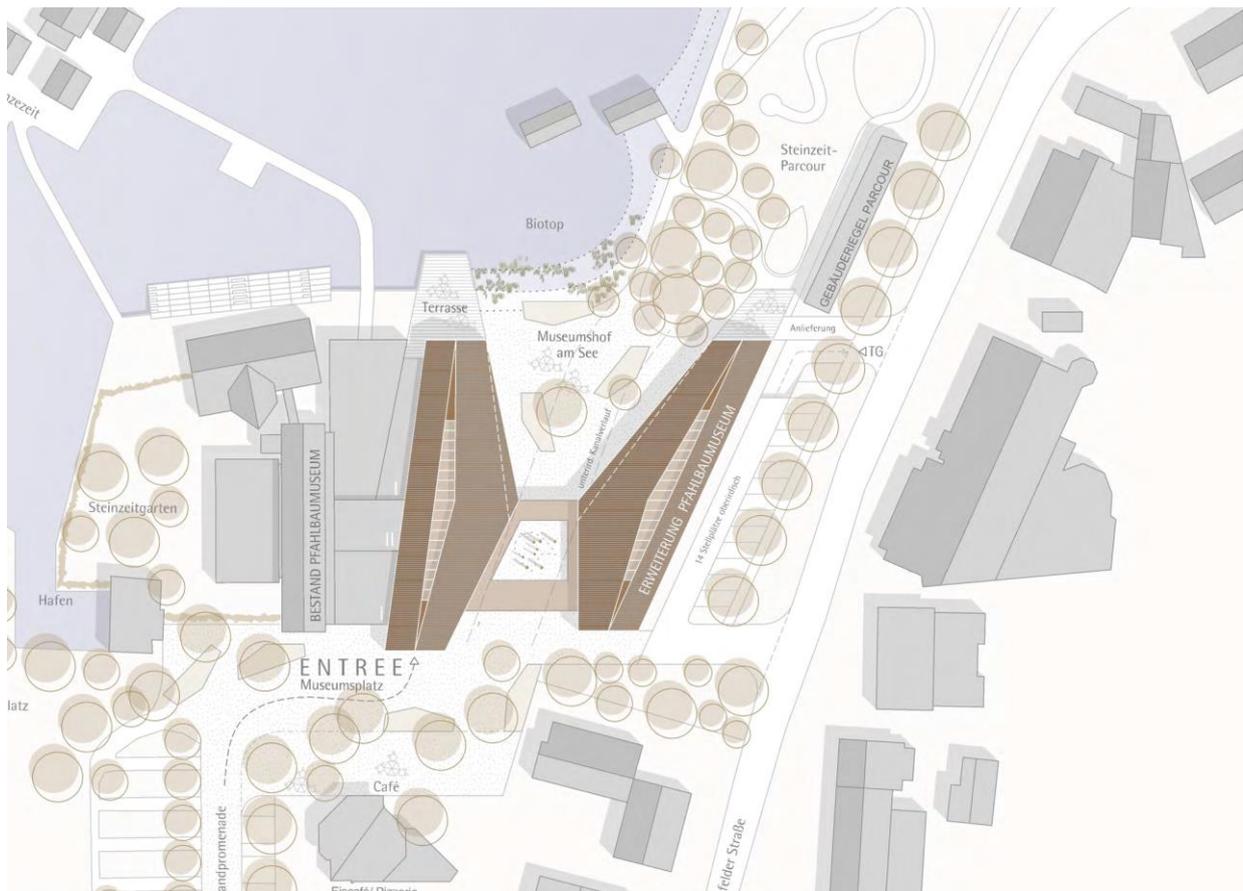


Abbildung 2 Freiflächengestaltungsplan

2 GRUNDLAGEN

Folgende Unterlagen wurden bei der Prognose berücksichtigt:

- 6. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm), Bonn, 26. August 1998
- RLS-90 Richtlinie für den Lärmschutz an Straßen (April 1990)
- Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungsanlagen, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche insbesondere von Verbrauchermärkten.

Herausgeber: Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie Wiesbaden 2005

- DIN ISO 9613-2 „Akustik – Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien – Teil 2: Allgemeine Berechnungsvorschriften“, September 1997
- DIN 4109:2018 – Schallschutz im Hochbau
- Planunterlagen
 - Grundriss Erdgeschoss; M 1:200; Stand 11.02.2020
 - Grundriss 1. Obergeschoss; M 1:200; Stand 11.02.2020
 - Lageplan; M 1:500; Stand 26.08.2020

Gefertigt durch:

a+r Architekten GmbH

Rotebühlstraße 89/2

70178 Stuttgart

3 BERECHNUNGSMETHODIK UND BEURTEILUNGSKRITERIEN

3.1 Berechnungsmethodik

Zur Prognose der Lärmsituation in der Umgebung von Straße und Gewerbebetrieben werden die Schallimmissionen für festgelegte Immissionsorte berechnet. Für diese Berechnungen werden zunächst die Schall-Leistungspegel der einzelnen Schallquellen ermittelt.

Die zu bestimmende Größe bei Schallimmissionen ist der **Beurteilungspegel** am Tag zwischen 6:00 und 22:00 Uhr und in der Nacht während der lautesten vollen Stunde. Mit den Schallemissionen, der vorliegenden Geländeform und den vorhandenen Hindernissen (z. B. Gebäude, Garagen, Hauswänden etc.) erfolgt dann die Berechnung der Schallimmissionen auf der Grundlage von:

- RLS-90
- TA-Lärm
- Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen, hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
- DIN EN ISO 12354-4

Bei der Berechnung werden die eingegebenen Schallquellen in ausreichende kleine Teilschallquellen zerlegt (im Verhältnis zum Abstand der Schallquelle zum Immissionsort) und die Immissionen berechnet. Hierbei werden die ersten beiden Reflexionen der Schallwellen an den Reflexionsflächen (Hauswänden, Mauern) berücksichtigt, die in einem Abstand von bis zu 50 m von den Schallquellen oder dem berechneten Aufpunkt oder Rasterpunkt liegen. Für reflektierende Gebäudefassaden wird ein Reflexionsverlust von 1 - 2 dB angesetzt, je nach Oberflächenstruktur. Die Gebäude sind annähernd als Quader mit wahrscheinlichen Traufhöhen in dem Berechnungsmodell berücksichtigt. Gesamtimmissionen ergeben sich aus der energetischen Summe aller Teilschallquellen.

Als Resultat ergeben sich Beurteilungspegel an den jeweiligen Immissionsorten. Immissionsorte sind bei bereits bebauten Grundstücken Punkte, die 0,5 m vor der Fenstermitte eines geöffneten Fensters liegen. Bei unbebauten Grundstücken sind es Punkte, die an der Stelle liegen, an der nach dem Bau- und Planungsrecht Gebäude mit schutzbedürftigen Räumen errichtet werden dürfen.

Die Schallimmission wird durch den am Immissionsort einwirkenden Schalldruckpegel beschrieben. Ist die Schallemission einer Schallquelle bekannt, kann hieraus die in einer bestimmten Entfernung hervorgerufene Schallimmission berechnet werden. Dabei wird die Dämpfung durch geometrische Ausbreitung, durch Luftabsorption, über Abschirmungen, Boden- und weiteren Effekte berücksichtigt.

Die Darstellung für die Aufpunkte vor der Gebäudefassade (Immissionsorte) sowie die Berechnung wird mit dem Programm **SoundPLAN 8.1** durchgeführt.

Die Beurteilungspegel der Prognoseberechnungen werden dann mit den Immissionsrichtwerten der TA-Lärm oder anderweitig definierten Anforderungen verglichen. Zusätzlich werden kurzzeitig auftretende Geräuschspitzen beurteilt.

Diese detaillierte Prognose nach TA Lärm, Anhang A, Nummer 2.3 wird, da keine Emissionspegel in Oktaven vorliegen, als A-bewerteter Schallpegel gemäß TA Lärm Nummer A.2.3.1 durchgeführt.

3.2 Anforderungen und Beurteilungskriterien der TA-Lärm

In der TA-Lärm sind Immissionsrichtwerte für den Beurteilungspegel in unterschiedlichen Gebietseinstufungen aufgeführt (siehe folgende Tabelle 1). Diese Werte gelten für die Immissionsorte direkt außerhalb von Gebäuden und dürfen durch die Gesamtbelastung durch Lärm am maßgeblichen Immissionsort nicht überschritten werden.

Tabelle 1: Immissionsrichtwerte nach TA Lärm in Abhängigkeit von der Gebietseinstufung.

Gebietseinstufung	Immissionsrichtwerte in dB(A)	
	tags 06:00 – 22:00 Uhr	nachts 22:00 – 06:00 Uhr
Kerngebiet, Krankenhäuser, Pflegeanstalten	45	35
Reine Wohngebiete (WR)	50	35
Allgemeine Wohngebiete (WA), Kleinsiedlungsgebiete (WS)	55	40
Misch-, Kern- und Dorfgebiete (MI/MD/MK)	60	45
Gewerbegebiete (GE)	65	50
Industriegebiete (GI)	70	70

Einzelne kurzzeitige **Geräuschspitzen** dürfen hierbei die Immissionsrichtwerte am Tage um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Die Immissionsrichtwerte beziehen sich auf die Summe aller auf einen Immissionsort einwirkenden Geräuschimmissionen aus gewerblichen Schallquellen. Die Gesamtbelastung bezieht sich somit auf die Fremdgeräuscheinwirkung gewerblich genutzter Anlagen. Ziffer 3.2.1, 6. Absatz der TA-Lärm besagt, dass die Prüfung der Genehmigungsvoraussetzungen in der Regel eine Prognose der Geräuschimmissionen der zu beurteilenden Anlage und – sofern im Einwirkungsbereich der Anlage andere Anlagengeräusche auftreten – die Bestimmung der Vorbelastung sowie der Gesamtbelastung voraussetzt. Die Bestimmung der Vorbelastung kann entfallen, wenn die Geräuschimmissionen der hier bewerteten gewerblich genutzten Anlage die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB(A) unterschreiten. Unterschreiten die durch die gewerblich genutzte Anlage emittierten Geräusche die geltenden Immissionsrichtwerte um mehr als 10 dB(A), so fällt diese nicht mehr in den Einwirkungsbereich nach TA-Lärm.

Der geltende Flächennutzungsplan sieht für den Bereich des Vorhabens ein Sondergebiet vor; das Vorhaben grenzt an eine Gemengelage unterschiedlicher Nutzungen. Die Bebauung in unmittelbarer Nachbarschaft besteht überwiegend aus Gaststätten und Beherbergungsbetrieben, deshalb ist der Charakter der angrenzende Bebauung mit dem eines Mischgebietes zu vergleichen. Ziel ist es, die Anforderungswerte der TA-Lärm um 10 dB(A) zu unterschreiten. Die sich daraus ergebenden Anforderungswerte, ohne Betrachtung der Vorbelastung, sind:

Mischgebiet (MI)	tagsüber (6:00 - 22.00 Uhr)	50 dB(A)	max. 90 dB(A)
	nachts (22:00 - 6.00 Uhr)	35 dB(A)	max. 65 dB(A)

Seltene Ereignisse nach TA-Lärm sind gemäß dem vorliegenden Gutachten nicht geplant und werden somit auch nicht berechnet und mit den Anforderungswerten verglichen.

Für das Mischgebiet wird kein Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit berücksichtigt.

Ein Plan mit den Positionen der relevanten Immissionsorte ist in Anlage 2 dargestellt. Die hier dargestellten Immissionsorte wurden so in der hier vorliegenden Lärmprognose berücksichtigt.

4 ERMITTLUNG DER SCHALLEMISSIONEN NACH TA-LÄRM

4.1 Beurteilungsgrundlagen

4.1.1 Verkehrslärm nach RLS 90

Geräusche, die durch den An- und Abfahrtsverkehr auf dem Gelände sowie auf öffentlichen Verkehrsflächen entstehen, sind gem. TA-Lärm Ziffer 7.4 nach der RLS-90 zu beurteilen. Dabei sind Verkehrsgeräusche auf öffentlichen Straßen bis zu 500 m vom Gebäude entfernt bzw. bis der Verkehr sich mit dem vorhandenen Straßenverkehr mischt, zu berücksichtigen.

Der zu ermittelnde linienbezogene Schall-Leistungspegel der Straße hängt somit von der Fahrgeschwindigkeit, der Straßenneigung und der Anzahl der Fahrzeugbewegungen ab. Die hier genannten Fahrzeugbewegungen wurden entsprechend der Anzahl der Stellplatzwechsel nach Parkplatzlärmstudie ermittelt.

Die Umrechnung des gem. RLS 90 ermittelten Schall-Leistungspegels $L_{m,E}$ auf einen linienbezogenen Schall-Leistungspegel lautet nach Parkplatzlärmstudie Abschnitt 8.3.1:

$$L_W' = L_{m,E} + 19 \text{ dB(A)}$$

4.1.2 Außenbewirtung nach BayLfU

Das bayerische Landesamt für Umweltschutz hat eine Broschüre zum Thema Geräusche aus Biergärten – ein Vergleich verschiedener Prognoseansätze herausgegeben. Hierbei wird je nach Art der Außenbewirtung die Geräuschemission abhängig von der Anzahl der Gäste ermittelt. Diese Studie dient als Grundlage für die Lärmprognose.

4.1.3 Geräuschemission durch Lastkraftwagen

In der Untersuchung zu Geräuschemission durch Lastkraftwagen vom hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie sind Untersuchungen zur Geräuschemission von Lkw- Fahrvorgängen mit Starten, Beschleunigen, Bremsen und Fahren für unterschiedliche Leistungs- und Gewichtsklassen dargestellt sowie Geräuschemissionen von LKW, wie Quietsch- und Zischgeräusche durch Bremsen und Schlaggeräusche von Aufbauten sowie Türeenschlagen.

Zusätzlich werden hier Geräuschemissionen durch das Ein- und Ausstapeln von Einkaufswagen in Sammelboxen und das Schieben und Ziehen von Handhubwagen auf verschiedenen Fahrbahnen untersucht.

4.2 Gegebenheiten

Das Pfahlbaumuseum Unteruhldingen soll in zwei Bauabschnitten in Richtung Osten erweitert werden. Funktional gibt es durch den Erweiterungsbau folgende Änderungen:

Das Museum erhält zunächst eine neue Eingangshalle mit Shop, Café, Bibliothek und Ausstellungsbereichen und einen Museumsinnenhof mit archäologischen Installationen (Bepflanzungen, Steinzeitwerkzeugen, Sitzmöglichkeiten) im Rahmen des Bauabschnitts 1 (BA1).

Es folgt dann, zu einem späteren, noch nicht näher definierten Zeitpunkt, ein zweiter Bau mit Tiefgarage und museumspädagogischer Innen-Bespielung: Bauabschnitt 2 (BA2). Im B-Plan ist weiter eine Zufahrt von Osten her für die Belieferung von Shop/Café/Museumsverwaltung, zur Ausstellungsorganisation und als Rettungszufahrt für Feuerwehr und Sanität vorgesehen.

Der Betrieb erfährt nach der Realisierung von BA 1 nur in wenigen Punkten Veränderungen. Die Mitarbeiter fahren wie seither in einer Stärke von 10 bis etwa 15 Pkw zu Arbeitsbeginn zwischen 8 und 9 Uhr an, parkieren an gleicher Stelle wie seither auf einem Mitarbeiterparkplatz mit Schranke oder nutzen etwa zur Hälfte den ÖPNV oder das Fahrrad. Die Abteilungen Wissenschaft/Verwaltung/Kasse/Besucherführungen arbeiten indoor an den dafür vorgesehenen Arbeitsplätzen und Büros. Die museumspädagogische Betreuung erfolgt durch dafür geschulte Mitarbeiter auf dem Gelände in Gruppen. Die Abteilung Werkstatt befindet sich außerhalb und nördlich des B-Plangeländes. Hierzu liegen bereits Stellungnahmen zu geprüften Immissionen vor. Sie besitzt eine eigene Zulieferanfahrt für Pfähle, Holz und Baumaterialien des Museums und die Pflegemaßnahmen des Naturschutzes, die weiterhin wie seither weiter nördlich genutzt werden wird. Bei der neuen Zufahrt im B-Plangelände entstehen keine großen Behinderungen oder Immissionen für die Nachbarschaft, da der Be- und Entladevorgang stets über den gemeindeeigenen Parkplatz geführt und dann auf Museumsgelände vollzogen wird.

Die Besucher des zukünftigen Museums passieren die neue Eingangshalle, das Archaeorama und gehen wie seither auf einen Rundgang durch das Gelände in die Pfahlbauten und die Freiflächen bis sie wieder auf ihrem Rückweg in das neue Eingangsgebäude gelangen. Eine Veränderung besteht durch den neu angelegten Museumshof, in dem mitgebrachte Speisen verzehrt oder auch Café an einigen Tischen konsumiert werden kann. Hier ist mit etwa 5-10 Tischen zu rechnen, die im Sommer während der Öffnungszeiten (8-19.00 Uhr) bei schönem Wetter genutzt werden können. Indoor wird das eigentliche Museumscafé mit 10-15 Tischen ausgestattet. Bei den absoluten Museumsbesucherzahlen ist durch den Neubau nach aller Erfahrung und vorliegender Statistik keine Erhöhung zu erwarten. Grundlage der Prognose ist hier die Besucherzahlentwicklung des Museums seit 1922, die seit etwa 40 Jahren im gleichmäßigen Wellen von 250- 300 000 pro Jahr verläuft.

Nach der Fertigstellung des zweiten Gebäudeteils (BA2) wird sich die Zufahrts- und Parksituation für die Mitarbeiter mit einer Tiefgarage verändern, die von Osten über den Gemeindeparkplatz her erfolgen soll. Zu den üblichen Arbeitszeiten entsteht dann morgens zwischen 8-9 Uhr, zum Schichtwechsel zwischen 13-14 Uhr und abends zwischen 17-19 Uhr PKW-Verkehr in überschaubarem Maße. Da sich die Anzahl der Mitarbeiter durch die Tiefgarage nicht verändert und sich die zukünftige Tiefgarageneinfahrt an derselben Stelle befinden wird, wie aktuell der Parkplatz, ist durch die Erweiterung keine Erhöhung der Lärmemissionen durch die Mitarbeiterparkplätze zu erwarten.

Öffentliche Besucherparkplätze sind ausdrücklich nicht vorgesehen. Die Verkehrsregelung des Durchgangsverkehrs entlang der Seefelderstrasse obliegt der Gemeinde. Die Besucher kommen mit dem ÖPNV, dem Schiff oder zu Fuß und parken auf den Ortsrandparkplätzen P1 und P2. Ausnahmen können durch Besuche der Verwaltung oder des Forschungsinstitutes im Einzelfalle entstehen, die aber dann nach Voranmeldung vom Museum geregelt werden.

4.3 Bestimmung Emissionspegel

4.3.1 Emissionsquelle Anlieferung

Die Anlieferung des Shops und des Cafés sowie die Müllabfuhr erfolgen über die Anlieferungszufahrt im Osten des Bauabschnitts 2. Nach Angaben des Museumsdirektors wird mit maximal einem LKW pro Tag angeliefert. Die Entladung des LKWs erfolgt manuell. Ein Prognosemodell für Fahrbewegungen von LKWs auf Betriebsgeländen ist in einer Studie des hessischen Landesamtes für Umwelt und Geologie beschrieben. Mittels der im nachfolgenden beschriebenen Formel lassen sich von Lieferfahrzeugen verursachte Emissionen bestimmen.

$$L_{WA,r} = L_{WA',1h} + 10\log_{10}(n) + 10\log_{10}(l/1m) - 10\log_{10}(T_r/1h) + K_{Rangier}$$

$L_{WA,r}$	auf die Beurteilungszeit bezogener Schalleistungspegel eines Streckenabschnitts
$L_{WA',1h}$	zeitlich gemittelter Schalleistungspegel für 1 LKW pro Stunde auf einer Strecke von 1 m
n	Anzahl der LKW einer Leistungsklasse in der Beurteilungszeit T_r
l	Länge eines Streckenabschnitts
T_r	Beurteilungszeit
$K_{Rangier}$	Zuschlag für Rangiergeräusche, je nach Rangieraufwand 3 – 5 dB(A)

Die errechneten Schalleistungspegel sind im Berechnungsmodell als Linienschallquellen berücksichtigt.

Fahrbewegungen

Folgende Fahrbewegungen auf dem Museumsgrundstück sind tagsüber zu erwarten:

- An- und Abfahrt Anlieferung Shop / Cafe, $n = 2$ Fahrbewegungen LKW

Im Nachtzeitraum erfolgt keine Anlieferung.

Schalleistungspegel Fahrverkehr

Nach dem Landesamt für Umwelt und Geologie kann für den Schalleistungspegel eines LKWs im ungünstigsten Fall von $L_{WA',1h} = 63$ dB(A) ausgegangen werden. Rangiergeräusche sind aufgrund der Anfahrtsituation ebenfalls zu erwarten und werden mit einem Zuschlag von 3 dB(A) berücksichtigt. Zusätzlich wird ein Kühlaggregat auf dem Lieferfahrzeug mit einem Schalleistungspegel von $L_{WA',1h} = 72$ dB(A) berücksichtigt. Der auf die Beurteilungszeit bezogene Schalleistungspegel ergibt:

$$L_{WA,r,T,LKW} = 66,5 \text{ dB(A)}$$

Anlieferung

Bei der Entladung des anliefernden LKW's entstehen zusätzliche Geräusche. Die vorhandenen Stell- und Startgeräusche, Entladegeräusche etc. wurden vom hessischen Landesamte für Umwelt und Geologie untersucht. Dabei wurden Schalleistungspegel für verschiedene Einzelereignisse bestimmt. Es wird davon ausgegangen, dass die Anlieferung des Shops und des Cafés ca. 30 Minuten dauert. Die im vorliegenden Fall vorhandenen Schalleistungspegel der Emissionen sind in der Tabelle 2 aufgelistet.

Tabelle 2: Zusammenstellung der vorhandenen Emissionsquellen und Zeiten bei der Anlieferung

	Vorgang	Häufigkeit	Einzeldauer	Gesamtdauer	Schalleistungspegel
1.	Türenschiagen	2	1 s	2 s	100 dB(A)
2.	Betriebsbremse	1	10 s	10 s	108 dB(A)
3.	Leerlauf	2	60 s	120 s	94 dB(A)
4.	Anlassen	1	4 s	4 s	100 dB(A)
5.	Ladebordwand	2	20 s	40 s	84 dB(A)
6.	Entladegeräusche	8	30 s	240 s	72 dB(A)
7.	Kühlaggregat	1	1800 s	1800 s	72 dB(A)

Die Vorgänge 1 bis 5 aus Tabelle 2 sind Stell- und Startgeräusche des LKWs. Die Vorgänge 5 und 6 sind Geräusche, die aus dem Entladevorgang resultieren. Der auf eine Stunde bezogene Schalleistungspegel errechnet sich mittels folgender Formel:

$$L_{WA,1h,n} = L_{WA,n} + 10 \log_{10}(T_n/3600 \text{ s})$$

Der auf die Beurteilungszeit bezogene Schalleistungspegel errechnet sich mittels folgender Formel:

$$L_{WA,r} = L_{WA,1h} - 10 \log_{10}(T_r/1 \text{ h})$$

Daraus ergeben sich für die Anlieferung der Gastronomie folgenden zusätzlichen Geräuschemissionen:

Tabelle 3: Zusammenstellung der vorhandenen Emissionen bei der Anlieferung der Gastronomie.

	Vorgang	Gesamtdauer [s]	Schalleistungspegel L _{WA}	Schalleistungspegel auf 1h bezogen L _{WA,1h}	Summenpegel auf 1h bezogen L _{WA,1h}	Beurteilungspegel Tag L _{WA,r}
1.	Türenschiagen	2	100 dB(A)	67,4 dB(A)	84,6 dB(A)	72,5 dB(A)
2.	Betriebsbremse	10	108 dB(A)	82,4 dB(A)		
3.	Leerlauf	120	94 dB(A)	79,2 dB(A)		
4.	Anlassen	4	100 dB(A)	70,5 dB(A)		
5.	Ladebordwand	40	84 dB(A)	64,5 dB(A)		
6.	Entladegeräusche	240	72 dB(A)	60,2 dB(A)		
7.	Kühlaggregat	1800s	73 dB(A)	70,0 dB(A)		

Im Nachtzeitraum erfolgt keine Anlieferung und es ergeben sich keine schalltechnischen Emissionen. Der zu erwartende Spitzenpegel von maximal L_{w,max} = 100 dB(A) ist beim Zuschlagen der LKW-Türe zu erwarten.

Der Schalleistungspegel eines Kühlaggregats bei einer gekühlten Anlieferung darf 72 dB(A) nicht überschreiten.

4.3.2 Emissionsquelle Terrassen

Zwischen den neuen Gebäuden des Bauabschnitts 1 und 2 wird es einen Außenbereich mit Sitzplätzen geben. Hier können sowohl mitgebrachte Speisen und Getränke sowie auch die Angebote des Cafés eingenommen werden. Die Schallemissionen der Terrasse werden gem. der Veröffentlichung für „Geräusche aus Biergärten“ ermittelt. Hierbei ergibt sich die Schallemission aus den Gesprächen der Gäste. Erfahrungsgemäß werden sich hier maximal 100 Personen gleichzeitig aufhalten.

Auf der Terrasse kann von einer normalen Sprechweise der Personen ausgegangen werden.

Damit ergeben sich pro Gast folgende mittlere Schalleistungspegel:

Sprache: $L_{WA,Gast} = 63 \text{ dB(A)}$

Wir gehen davon aus, dass nur max. die Hälfte der Personen spricht, da die andere Hälfte zuhört.

Für die Terrassen ergeben sich damit folgende Schallemissionspegel pro Stunde:

$$L_{WA} = L_{WA,Gast} + 10 \lg(n) \quad [\text{dB(A)}]$$

$L_{WA} = 63 \text{ dB(A)}$ für einen Gast pro h
 $n = \text{Anzahl der Gäste die Sprechen}$

Anschließend wird der Schall-Leistungspegel auf den Beurteilungszeitraum Tag (6-22 Uhr) umgerechnet. Dabei wird vom ungünstigsten Fall ausgegangen, dass sich während der Öffnungszeit von 10-18 Uhr durchgehend 100 Personen auf der Terrasse aufhalten.

	Anzahl der Personen	Anzahl gleichzeitig sprechender Personen	Emissionspegel Tag
Außenterrasse	100	50	80 dB(A)

Dieser Pegel wird als Flächen-Schallquelle mit oben genanntem Schalleistungspegel für die gesamte Fläche in der Berechnung berücksichtigt.

4.3.3 Zusammenfassung Emissionsquellen

Aus den in der folgenden Tabelle dargestellten Emissionsquellen ergibt sich die Gesamtbelastung.

	Quellname	Emissionspegel	
		Tags	Nachts
EQ1	Anlieferungszufahrt Rangierbereich	66,5 dB(A)/m	-
EQ2	Anlieferungszufahrt Seefelder Str.	23,5 dB(A)/m	-
EQ3	Anlieferungspunkt	75,5 dB(A)	-
EQ4	Terrasse	54,6 dB(A)/m ²	54,6 dB(A)/m ² (nach Fertigstellung des zweiten Bauabschnitts)

5 SCHALLIMMISSIONSORTE UND BEURTEILUNG

5.1 Immissionsorte

Als Immissionsorte wurden schützenswerte Räume an benachbarten Fassaden untersucht. Es werden 3 Immissionsorte betrachtet.

Die Lage der Immissionspunkte ist in der Anlage 2 mit ihrer Nummerierung im Lageplan aufgeführt.

Tabelle 4: Betrachtete Immissionsorte.

Immissionsort	Position
IO1	Gästehaus Seefelder Str. 34
IO2	Hotel Seefelder Str. 36
IO3	Einfamilienhaus Seefelder. Str. 40

5.2 Berechnungsergebnisse und Beurteilung nach TA-Lärm

5.2.1 Allgemeines

Die Lärmemissionen durch die Erweiterung des Museums wurden ermittelt. Die Berechnungen wurden mit dem Programm Soundplan 8.1 entsprechend der DIN ISO 9613-2 durchgeführt.

Die Berechnungsansätze für die Geräuschquellen wurden auf der Basis anerkannter Studien ermittelt und liegen ebenso wie die zu Grunde gelegten Randbedingungen eher auf der sicheren Seite. Die Qualität der Ergebnisse entspricht den Anforderungen der TA-Lärm mit A-bewerteten Schallpegeln.

5.2.2 Beurteilung Tag- und Nachtwerte

Die an den Immissionsorten berechneten Pegel für den Tagzeitraum, Nachtzeitraum und Geräuschspitzen sowie die einzuhaltenden Anforderungswerte sind im nachfolgenden beschrieben.

Anforderungen

Ziel ist es, die Anforderungswerte der TA-Lärm um 10 dB zu unterschreiten, da bei Einhaltung dieser Unterschreitung die Grenzwerte der TA-Lärm unabhängig von der Vorbelastung eingehalten werden. Die sich daraus ergebenden Anforderungswerte, ohne Betrachtung der Vorbelastung, sind:

Mischgebiet (WA)	tagsüber (6:00 - 22.00 Uhr)	50 dB(A)	max. 90 dB(A)
	nachts (22:00 - 6.00 Uhr)	35 dB(A)	max. 65 dB(A)

In den nachfolgend aufgeführten Tabellen werden die Berechnungsergebnisse mit den vorangegangenen beschriebenen Anforderungswerten der in der Baugenehmigung geforderten Immissionsorte verglichen.

- Tabelle 5: Gegenüberstellung der Richtwerte (RW) mit den berechneten Immissionspegel tags ($L_{r,T}$) und nachts ($L_{r,N}$) in der lautesten Nachtstunde
- Tabelle 6: Gegenüberstellung der Richtwerte (RW) mit den berechneten Immissionspegel tags ($L_{r,T}$) und nachts ($L_{r,N}$) in der lautesten Nachtstunde,
- Tabelle 7: Gegenüberstellung der errechneten Pegelspitzen tags ($L_{max,T}$) und nachts ($L_{max,N}$) mit den Richtwerten für Maximalpegel RW_{max} nach TA-Lärm.

Tabelle 5: Gegenüberstellung der Richtwerte (RW) mit den berechneten Immissionspegel tags ($L_{r,T}$) und nachts ($L_{r,N}$) in der lautesten Nachtstunde

Immissionsort	Nutzung	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
IO1 Gästehaus Seefelder Str. 34	WA2	EG	W	50	35	39,4	-
IO1 Gästehaus Seefelder Str. 34	WA2	1.OG	W	50	35	40,5	-
IO1 Gästehaus Seefelder Str. 34	WA2	2.OG	W	50	35	41,6	-
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	EG	NW	50	35	49,1	-
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	1.OG	NW	50	35	49	-
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	2.OG	NW	50	35	48,5	-
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	EG	W	50	35	44,9	-
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	1.OG	W	50	35	46,2	-
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	2.OG	W	50	35	46,3	-
IO3 Seefelder Str. 40 NW	WA2	EG	NW	50	35	44,7	-
IO3 Seefelder Str. 40 SW	WA2	EG	SW	50	35	45,7	-
IO3 Seefelder Str. 40 SW	WA2	1.OG	SW	50	35	46,5	-

Tabelle 6: Gegenüberstellung der Richtwerte (RW) mit den berechneten Immissionspegel tags ($L_{r,T}$) und nachts ($L_{r,N}$) in der lautesten Nachtstunde, **nach Fertigstellung des zweiten Bauabschnitts**

Immissionsort	Nutzung	SW	HR	RW,T dB(A)	RW,N dB(A)	LrT dB(A)	LrN dB(A)
IO1 Gästehaus Seefelder Str. 34	WA2	EG	W	50	35	36,4	14
IO1 Gästehaus Seefelder Str. 34	WA2	1.OG	W	50	35	37,5	14,5
IO1 Gästehaus Seefelder Str. 34	WA2	2.OG	W	50	35	38,6	15,2
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	EG	NW	50	35	49,2	20,2
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	1.OG	NW	50	35	49,3	21,3
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	2.OG	NW	50	35	48,9	22,4
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	EG	W	50	35	43,6	16
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	1.OG	W	50	35	44,9	16,7
IO2 Hotel Seefelder Str. 36	WA2	2.OG	W	50	35	44,8	17,7
IO3 Seefelder Str. 40 NW	WA2	EG	NW	50	35	45,4	31,4
IO3 Seefelder Str. 40 SW	WA2	EG	SW	50	35	45,9	29,4
IO3 Seefelder Str. 40 SW	WA2	1.OG	SW	50	35	46,8	30,1

Tabelle 7: Gegenüberstellung der errechneten Pegelspitzen tags ($L_{max,T}$) und nachts ($L_{max,N}$) mit den Richtwerten für **Maximalpegel** RW_{max} nach TA-Lärm.

Immissionsort	Nutzung	SW	HR	$RW_{T,max}$ dB(A)	$RW_{N,max}$ dB(A)	LT,max dB(A)	LN,max dB(A)
IO1 Gästehaus Seefeldler Str. 34	WA2	EG	W	85	60	56,6	-
IO1 Gästehaus Seefeldler Str. 34	WA2	1.OG	W	85	60	57,7	-
IO1 Gästehaus Seefeldler Str. 34	WA2	2.OG	W	85	60	58,6	-
IO2 Hotel Seefeldler Str. 36	WA2	EG	NW	85	60	57,8	-
IO2 Hotel Seefeldler Str. 36	WA2	1.OG	NW	85	60	59,6	-
IO2 Hotel Seefeldler Str. 36	WA2	2.OG	NW	85	60	60,4	-
IO2 Hotel Seefeldler Str. 36	WA2	EG	W	85	60	58,5	-
IO2 Hotel Seefeldler Str. 36	WA2	1.OG	W	85	60	60,4	
IO2 Hotel Seefeldler Str. 36	WA2	2.OG	W	85	60	60,9	
IO3 Seefeldler Str. 40 NW	WA2	EG	NW	85	60	54	
IO3 Seefeldler Str. 40 SW	WA2	EG	SW	85	60	54	
IO3 Seefeldler Str. 40 SW	WA2	1.OG	SW	85	60	55,1	

Beurteilung

Die Anforderungswerte nach TA-Lärm, sowie die festgesetzten Richtwerte sind bereits nach Inbetriebnahme des 1. BA auch ohne den abschirmenden Gebäudeteil des 2.BA eingehalten. Damit es zu keiner Überschreitung kommt, müssen alle in dieser vorliegenden Lärmprognose genannten Randbedingungen eingehalten und insbesondere die im nachfolgenden Kapitel 5.3 beschriebenen Maßnahmen umgesetzt werden. Es gelten alle in diesem Gutachten beschriebenen Annahmen.

Durch den Neubau ergeben sich aus den Berechnungen in den Tageszeiten (6:00 – 22:00 Uhr) und Nachtzeiten (22:00 Uhr – 6:00 Uhr) sowie bei den Geräuschspitzen keine Konflikte an schützenswerten Räumen der bereits bestehenden Wohn- und Nichtwohngebäude nach TA-Lärm. Gemäß Ziffer 3.2.1 TA-Lärm ist die Anlage unter Berücksichtigung der in diesen Gutachten getätigten Beschreibungen genehmigungsfähig.

Nach Fertigstellung des 2. BA ist die Situation besser, da dieser für die im Innenhof stattfindenden Gespräche abschirmend wirkt, wodurch auch eine Nutzung der Terrasse nach 22 Uhr möglich ist.

5.3 Zusammenfassung der erforderlichen Maßnahmen

Im Nachfolgenden sind die diesem Gutachten zugrunde gelegten Annahmen, Restriktionen, Anforderungen etc. zusammengefasst. Diese müssen vom Bauherrn umgesetzt werden. Sollten weitere Emissionsquellen hinzukommen oder sonstige Änderungen der hier beschriebenen Ansätze erfolgen, so müssen diese der Firma Kuhn Decker mitgeteilt und auf Umsetzbarkeit überprüft werden.

- Anlieferung darf nur während des Tagzeitraums zwischen 6 und 22 Uhr erfolgen
- Bei einer Anlieferung mit einem gekühlten LKW darf der Schalleistungspegel des Kühlaggregats 72 dB(A) nicht überschreiten.
- Der Außenbereich wird erst nach Fertigstellung des 2. Bauabschnitts auch nach 22 Uhr genutzt.

6 QUALITÄT DER PROGNOSE

Die Ausbreitung von Schall im Freien (zwischen Sender und Empfänger) ist abhängig von vielen Einflussfaktoren. Hierzu gehören neben der Ausbreitungsdämpfung durch Abschirmung auch die Dämpfung des Schalls durch Witterungsbedingungen und Bodeneffekte. Wie in Kapitel 5.2 beschrieben erfolgt die Ausbreitungsberechnung im vorliegenden Fall im Freien entsprechend der DIN ISO 9613-2. Bei dem dort beschriebenen Prognoseverfahren handelt es sich um ein Verfahren der Genauigkeitsklasse 2.

Für das Prognoseverfahren werden in DIN ISO 9613-2 Kapitel 9 für die mittleren A-bewerteten Schalldruckpegel bei Mitwind ($L_{AT}(DW)$) Schätzungen zur Rechengenauigkeit vorgegeben. Die Unsicherheit ist abhängig vom Abstand d sowie der mittleren Höhe h zwischen Quelle und Empfänger. Wichtig ist, dass sich die Abschätzungen auf breitbandig emittierende Quellen beziehen und den bei den Formeln beschriebenen Restriktionen unterliegen. Die in DIN ISO 9613-2 Tabelle 5 beschriebenen Genauigkeiten sind in der nachfolgenden Tabelle 8 aufgelistet.

Tabelle 8: Geschätzte Genauigkeit für breitbandig emittierende Pegel bei Mitwind nach DIN ISO 9613-2.

Mittlere Höhe h zwischen Sender und Empfänger [m]	Abstand d zwischen Sender und Empfänger [m] mit der dazugehörigen Genauigkeit [dB]	
	0 m < d < 100 m	100 m < d < 1000 m
0 m < h < 5 m	± 3 dB	± 3 dB
5 m < h < 30 m	± 1 dB	± 3 dB

Bei der Ermittlung / Prognose der Emissionsquellen wurden Angaben aus der einschlägigen Fachliteratur verwendet. Die im vorliegenden Fall zugrunde gelegte Literatur ist im Kapitel 2 sowie bei der Bestimmung des Emissionspegels im Detail in Kapitel 4 näher beschrieben.

Die Emissionsansätze beziehen sich entweder auf den jeweils ungünstigsten Betriebszustand oder auf die ungünstigste Situation (im Bezug auf verursachte Geräuschemissionen). Die getroffenen Annahmen, z. B. zu Betriebsbedingungen, beruhen auf Aussagen des Betreibers sowie auf Erfahrungswerten aus vergleichbaren Betrieben. Grundsätzlich werden die Berechnungsansätze konservativ gewählt. Aufgrund dieser „worst case“ - Betrachtung sind in der Realität Immissionswerte unterhalb der in diesem Gutachten berechneten Werte zu erwarten. Die genauen Berechnungsrandbedingungen zur Ausbreitungsberechnung sind in Anlage 16 beschrieben.

Mit Hinblick auf die oben genannten Randbedingungen wird die Prognosesicherheit im vorliegenden Fall mit 0 dB(A) bis -3 dB(A) abgeschätzt.

7 SCHLUSSBEMERKUNG

Für folgendes Objekt wurde eine Lärmprognose nach TA Lärm erstellt:

**Erweiterung Pfahlbaumuseum
Strandpromenade 6
88690 Uhdingen-Mühlhofen**

Die hier geführte Lärmprognose gilt ausschließlich für die hier betrachteten Situationen.

Die Lärmprognose darf nur ungekürzt vervielfältigt werden.

Eine Veröffentlichung, auch auszugsweise, bedarf der schriftlichen Genehmigung.

AUSFERTIGUNGEN

Das Lärmprognosegutachten wird wie folgt verteilt:

Pfahlbauten Unteruhldingen am Bodensee
Freilichtmuseum und Forschungsinstitut
Herr Prof. Dr. Gunter Schöbel
Strandpromenade 6
88690 Uhdingen-Mühlhofen

1-fach digital als pdf-Dokument an:
schoebelg@pfahlbauten.de

a+r Architekten GmbH
Architekten BDA Stadtplaner
Rotebühlstraße 89/2
70178 Stuttgart

1fach digital als pdf-Dokument an:
t.buttermann@ackermann-raff.de



Astrid Schimmer, Dipl.-Ing. (FH)
Sachverständige für Bauphysik
gemäß Fachlisten 08 der
Ingenieurkammer Baden-Württemberg



Viktoria Dittrich, B. Eng.
Ingenieurin für Bauphysik

ANLAGEN

Beurteilung der Anlage nach TA-Lärm

- Anlage 1: Übersichtsplan
- Anlage 2: 3-D Modell mit Emissions- und Immissionspunkten
- Anlage 3: Rasterlärmkarte Beurteilungspegel Tag 1.BA
- Anlage 4: Rasterlärmkarte Beurteilungspegel Nacht nach Fertigstellung des 2. BA (mit Nutzung der Terrasse nach 22 Uhr)
- Anlage 5: Rasterlärmkarte Maximalpegel Tag - $L_{max,T}$



**Erweiterung Pfahlbaumuseum
Unteruhdingen**
 Auftraggeber:
 Pfahlbauten Unteruhdingen am Bodensee

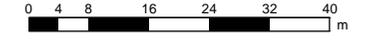
Anlage 1

Übersichtsplan

Zeichenerklärung

-  Punktschallquelle
-  Linienquelle
-  Flächenquelle
-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Grundlinie
-  Höhenpunkt
-  Immissionsort
-  Straße

Maßstab 1:1000



Kuhn Decker GmbH & Co. KG | Büro Sindelfingen
 Obere Vorstadt 67/1, 71063 Sindelfingen



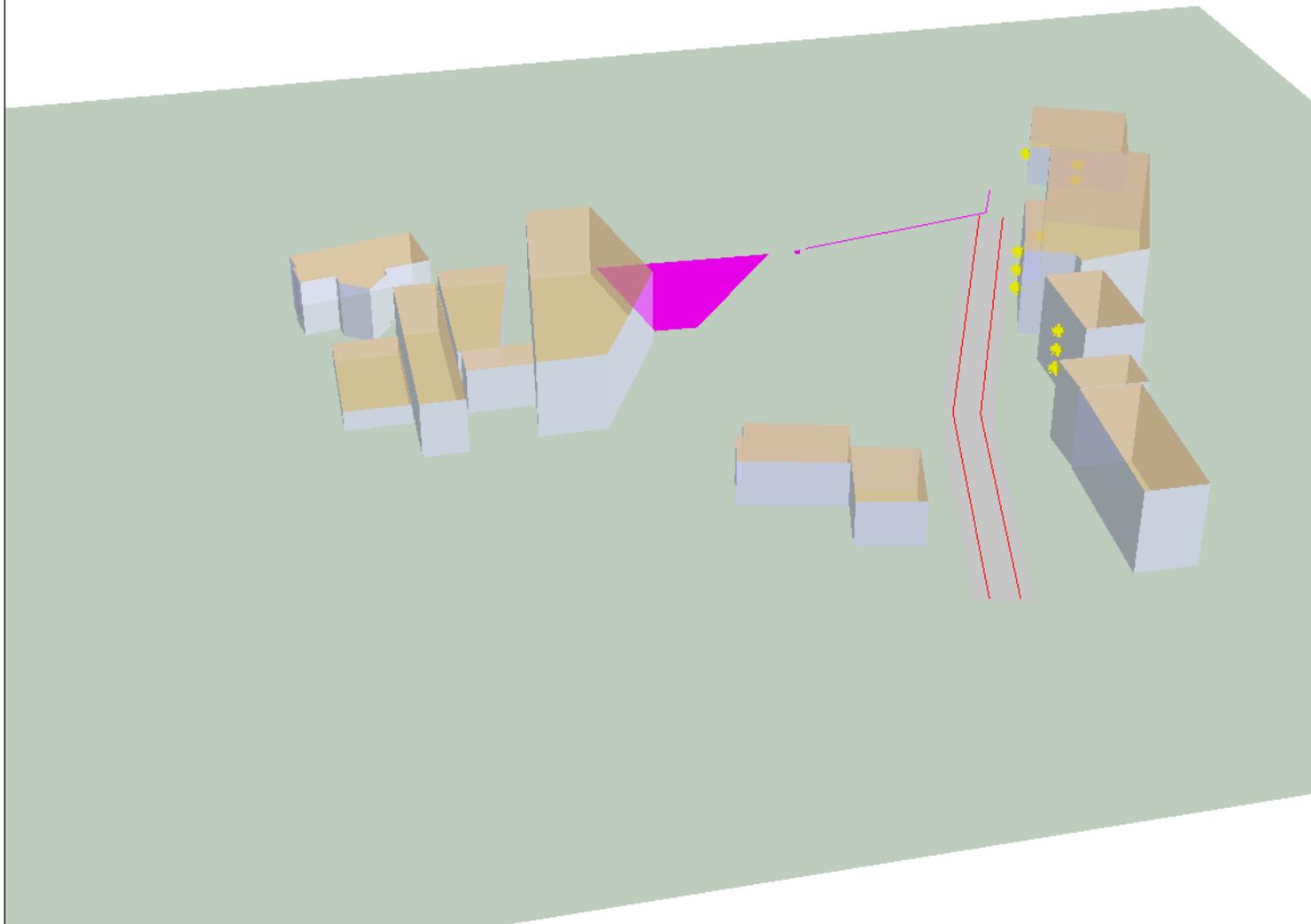
Erweiterung Pfahlbaumuseum

Unteruhldingen

Auftraggeber:
Pfahlbauten Unteruhldingen am Bodensee

Anlage 2

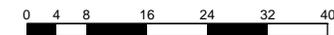
3D-Modell



Zeichenerklärung

-  Punktschallquelle
-  Linienquelle
-  Flächenquelle
-  Hauptgebäude
-  Nebengebäude
-  Grundlinie
-  Höhenpunkt
-  Immissionsort
-  Straße

Maßstab 1:1000



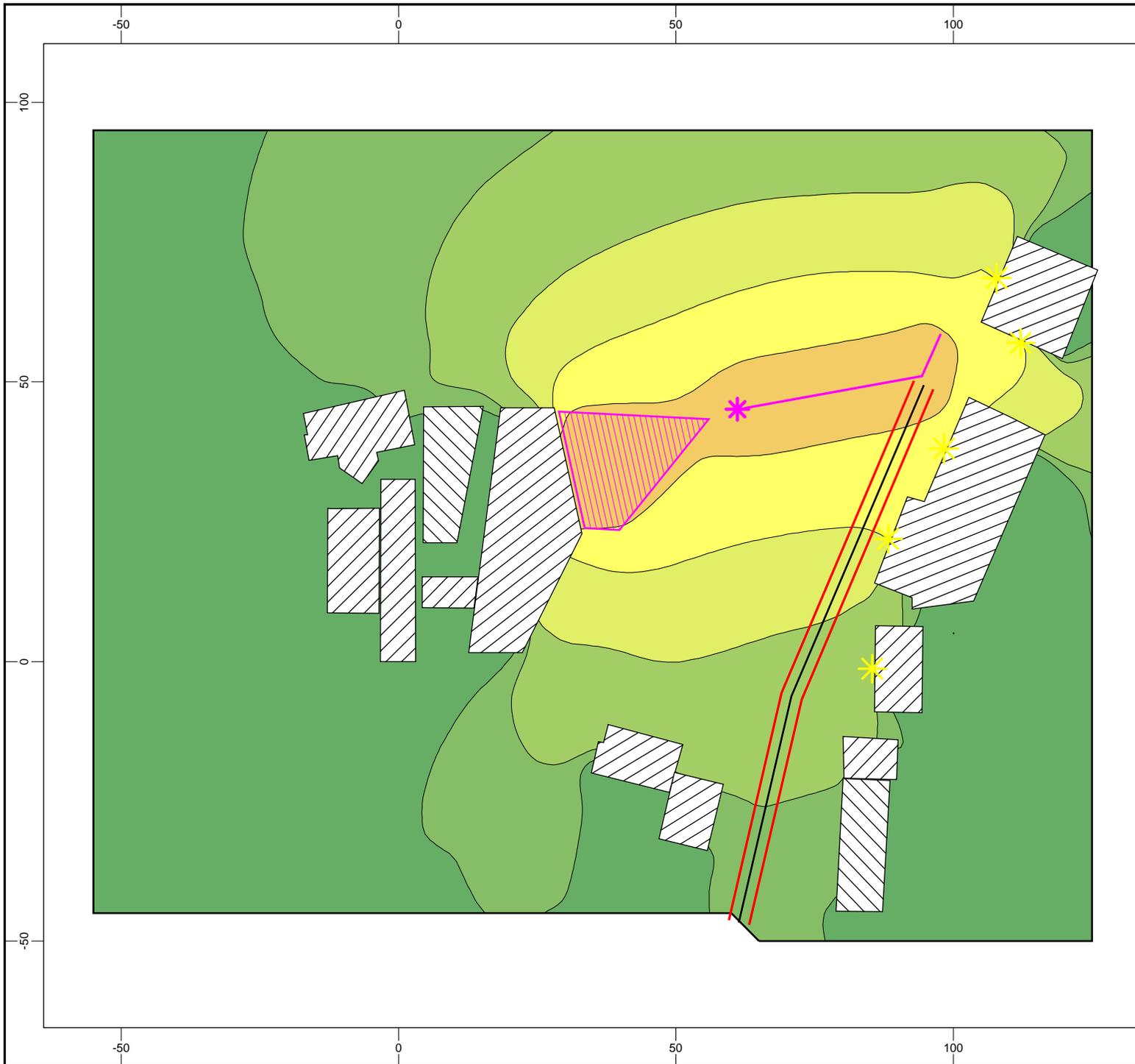
Kuhn Decker GmbH & Co. KG | Büro Sindelfingen
Obere Vorstadt 67/1, 71063 Sindelfingen

KID KUHN | DECKER
INGENIEURE UND ARCHITEKTEN

Datum: 28.08.2020

Projekt-Nr.: 19-240

Bearbeiter: Viktoria Dittrich B.Eng



Erweiterung Pfahlbaumuseum

Unteruhldingen

Auftraggeber:
Pfahlbauten Unteruhldingen am Bodensee

Anlage 3

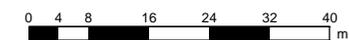
Rasterlärmkarte

Berechnungshöhe: 4 m
Beurteilungspegel Tag $L_{r,T}$ [dB(A)]
Situation/Variante:
Tag 1.BA

Pegelwerte $L_{r,T}$ in dB(A) Zeichenerklärung

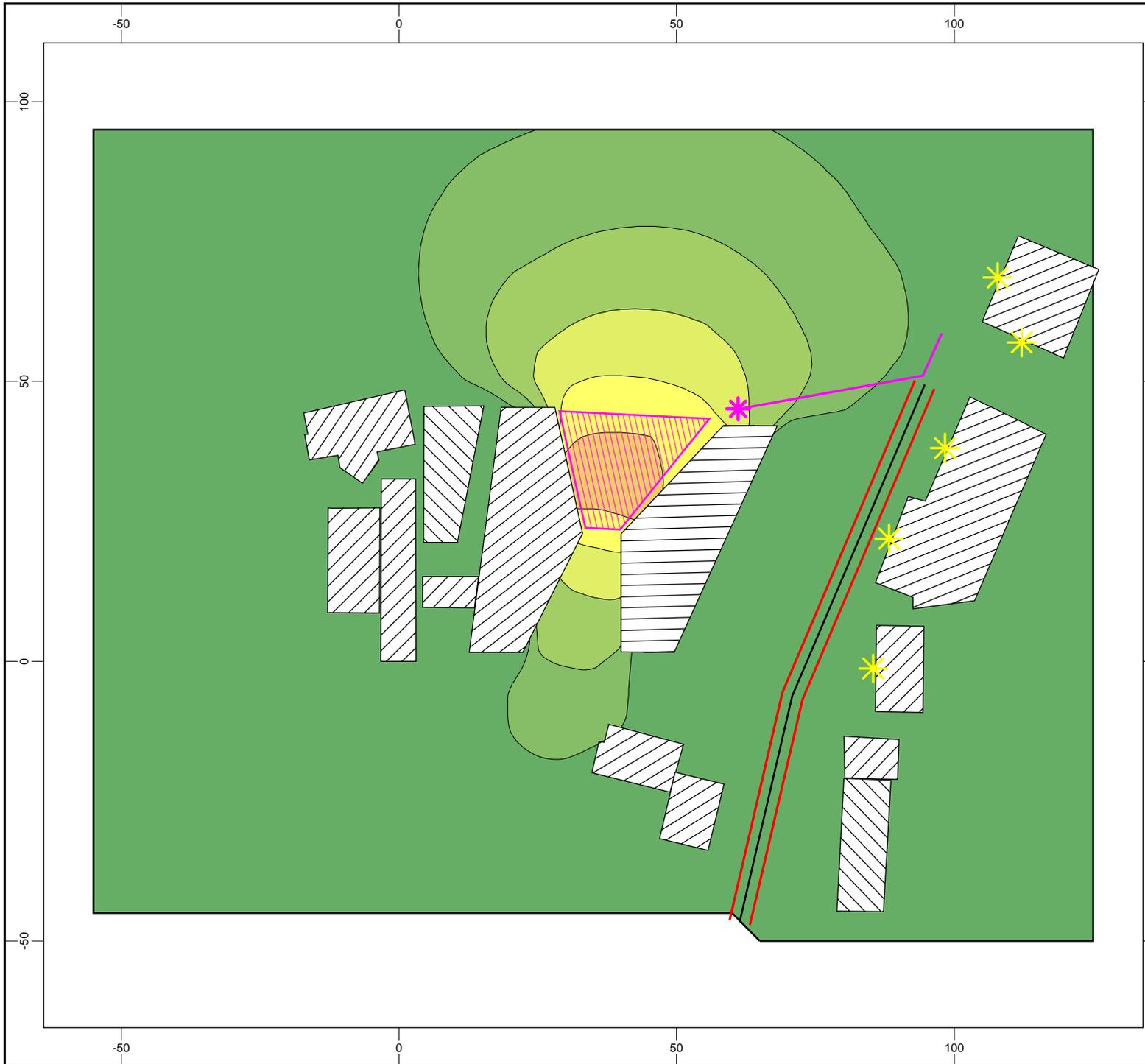
	<= 35		Punktschallquelle
	35 - 40		Linienquelle
	40 - 45		Flächenquelle
	45 - 50		Hauptgebäude
	50 - 55		Nebengebäude
	55 - 60		Grundlinie
	60 - 65		Höhenpunkt
	65 - 70		Immissionsort
	70 - 75		Straße
	75 - 80		
	> 80		

Maßstab 1:1000



Kuhn Decker GmbH & Co. KG | Büro Sindelfingen
Obere Vorstadt 67/1, 71063 Sindelfingen





**Erweiterung Pfahlbaumuseum
Unteruhldingen**
 Auftraggeber:
 Pfahlbauten Unteruhldingen am Bodensee

Anlage 4

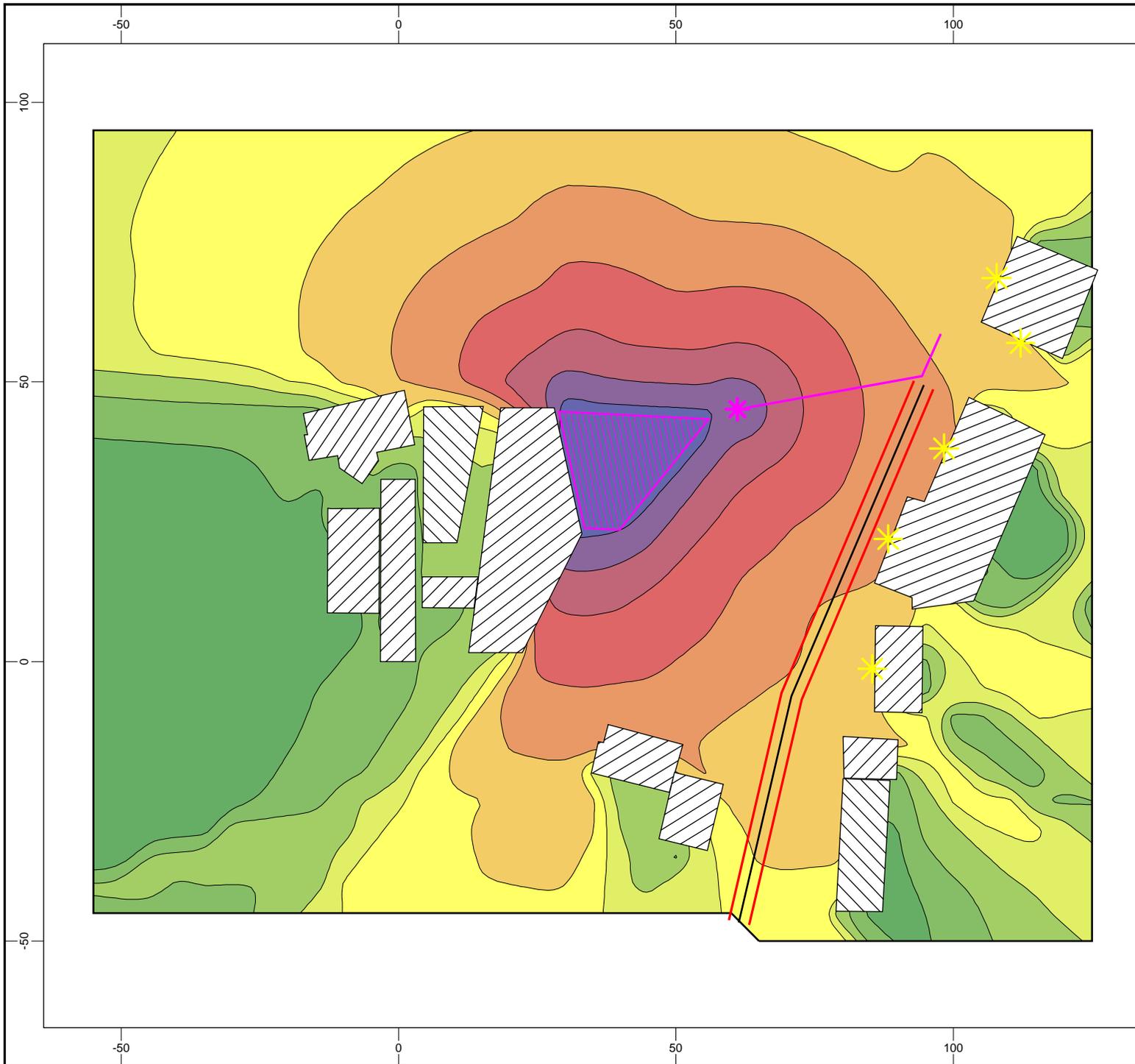
Rasterlärmkarte
 Berechnungshöhe: 4 m
 Beurteilungspegel Nacht $L_{r,N}$ [dB(A)]
 Situation/Variante:
 Nacht nach Fertigstellung des 2.BA und
 Nutzung der Terrasse nach 22 Uhr

Pegelwerte $L_{r,N}$ in dB(A)		Zeichenerklärung	
	<= 35		Punktschallquelle
	35 - 40		Linienquelle
	40 - 45		Flächenquelle
	45 - 50		Hauptgebäude
	50 - 55		Nebengebäude
	55 - 60		Grundlinie
	60 - 65		Höhenpunkt
	65 - 70		Immissionsort
	70 - 75		Straße
	75 - 80		
	> 80		



Kuhn Decker GmbH & Co. KG | Büro Sindelfingen
 Obere Vorstadt 67/1, 71063 Sindelfingen





Erweiterung Pahlbaumuseum

Unteruhldingen

Auftraggeber:
Pahlbauten Unteruhldingen am Bodensee

Anlage 5

Rasterlärmkarte

Berechnungshöhe: 4 m

Maximalpegel Tag $L_{r,T,max}$ [dB(A)]

Situation/Variante:

Maximalpegel

Pegelwerte $L_{r,T,max}$ Zeichenerklärung in dB(A)

	<= 35		Punktschallquelle
	35 - 40		Linienquelle
	40 - 45		Flächenquelle
	45 - 50		Hauptgebäude
	50 - 55		Nebengebäude
	55 - 60		Grundlinie
	60 - 65		Höhenpunkt
	65 - 70		Immissionsort
	70 - 75		Straße
	75 - 80		
	> 80		

Maßstab 1:1000



Kuhn Decker GmbH & Co. KG | Büro Sindelfingen
Obere Vorstadt 67/1, 71063 Sindelfingen

KID KUHN | DECKER
INGENIEURE UND ARCHITEKTEN

Datum: 28.08.2020 | Projekt-Nr.: 19-240 | Bearbeiter: Viktoria Dittrich B.Eng