

**KREISHAUS I
ERWEITERUNG FÜR KREISSTELLE UND VERWALTUNG
FRIEDRICH-EBERT-STRASSE 7 IN 48653 COESFELD**

BNr. 7809-2 M 2024

Gutachtlicher Bericht auf der Grundlage von
raumakustischen Simulationen

Auftraggeber: Kreis Coesfeld
Friedrich-Ebert-Straße 7
48653 Coesfeld

Planung: AV1 Architekten GmbH
Kanalstraße 75
67655 Kaiserslautern

Umfang: 19 Seiten
3 Anlagen

Bearbeitung: Dipl.-Ing. Architekt M. Motz
M.Sc. M. Köhler

Dortmund, 08. März 2024/ wl

Inhalt	Blatt
1. SITUATION UND AUFGABENSTELLUNG	3
2. GRUNDLAGEN	4
3. RAUMAKUSTISCHE ANFORDERUNGEN / EMPFEHLUNGEN	5
3.1 Multifunktionaler Rats- und Veranstaltungssaal definiert.	Fehler! Textmarke nicht
3.2 Mehrpersonen-Bürolandschaften	6
4. VORGABEN FÜR DIE WEITERE PLANUNG	11
5. ZUSAMMENFASSUNG	19

1. SITUATION UND AUFGABENSTELLUNG

Die AV1 Architekten GmbH plant im Auftrag des Kreises Coesfeld die Erweiterung des Kreishaus I. Das Gebäude ist als viergeschossiges, nicht unterkellertes Gebäude in Skelettbauweise geplant. Im Zuge der Planung soll die Raumakustik entsprechend den Vorgaben nach DIN 18041 für Besprechungsräume, sowie nach den Vorgaben der VDI 2569 für Mehrpersonenbüros nachgewiesen und optimiert werden. Auftragsgemäß wurden folgende Räume untersucht:

Stabsraum, 2.OG	A = ca. 107 m ² V = ca. 321 m ³
Offene Mehrpersonen-Bürolandschaft, EG	A = ca. 373 m ² V = ca. 1120 m ³
Leitstelle, 2.+3.OG	A = ca. 201 m ² V = ca. 1286 m ³

Die genauen Berechnungsergebnisse mit deren Darstellung in Diagrammform sind den Anlagen 1 bis 3 zu entnehmen.

Die Simulationen beziehen sich im Falle des Stabsraums und der Leitstelle auf die Anforderungen bzw. Empfehlungen entsprechend DIN 18041:2016-03 ‚Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung‘ und wurden in Anlehnung an die für messtechnische Untersuchungen geltenden Anforderungen der DIN EN ISO 3382-2:2008-09 mit dem Programm CATT-Acoustic durchgeführt. Die Berechnungen gelten für den fertiggestellten und möblierten Raum.

Im Falle der Mehrpersonen-Bürolandschaft werden die Empfehlungen der VDI 2569:2019-10 ‚Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros‘ herangezogen und die Simulationen in Anlehnung an die für messtechnische Untersuchungen geltenden Anforderungen der DIN EN ISO 3382-3:2022-04 mit dem Programm CATT-Acoustic durchgeführt. Die Berechnungen gelten für den fertiggestellten und möblierten Raum.

2. GRUNDLAGEN

- a) Ausführungs-Planunterlagen, bereitgestellt durch die AV1 Architekten GmbH
- b) DIN 18041 - Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung
März 2016
- c) VDI 2569 - Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros
Oktober 2019
- d) DIN EN ISO 3382-2 - Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen
September 2008
- e) DIN EN ISO 3382-2 - Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 2: Nachhallzeit in gewöhnlichen Räumen - Berichtigung zu
Berichtigung 1
September 2009
DIN EN ISO 3382-2:2008-09
- f) DIN EN ISO 3382-3 - Akustik – Messung von Parametern der Raumakustik – Teil 3: Großraumbüros
April 2022
- g) DIN EN IEC 60268-16 - Elektroakustische Geräte - Teil 16: Objektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch den Sprachübertragungsindex
Oktober 2021
- h) CATT-Acoustic Raumakustisches Simulationsprogramm, Version V9.0c

Alle Normen und Richtlinien (Quelle: Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin) in der jeweiligen gültigen Fassung.

3. RAUMAKUSTISCHE ANFORDERUNGEN / EMPFEHLUNGEN

3.1 Stabsraum

Der raumakustischen Planung werden die folgenden Anforderungen/Empfehlungen der DIN 18041:2016-3 'Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung' zugrunde gelegt.

DIN 18041:2016-03 - 4.2.1 Allgemeines:

„(...) Die Grundlage für eine gute Hörsamkeit der Raumgruppe A ist das akustisch aufeinander abgestimmte Zusammenwirken von Raumgeometrie, -größe und -ausstattung sowie Gesamtstörschalldruckpegel. (...)

Für die Nutzung des Stabsraums ergibt sich entsprechend DIN 18041:2016-03 die Nutzungsart: A3

Kurzbezeichnung: ‚Sprache/Vortrag inklusiv‘

Subjektive Wahrnehmung: ‚Sprachliche Darbietungen einzelner Sprecher erzielen eine hohe Sprachverständlichkeit, auch für Personen mit Höreinschränkungen oder bei z.B. fremdsprachiger Nutzung‘

Beispiele: ‚Besprechungsraum, Ratssaal‘

Unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN 18041 ergibt sich für den Raum damit folgende optimale mittlere Nachhallzeit T_{opt} im Frequenzbereich zwischen 125 Hz bis 4000 Hz für den besetzten Raum von: $T_{opt} = 0,63$ s

Zur weiterführenden Beurteilung der Sprachverständlichkeit können die Anforderungskategorien der DIN EN IEC 60268-16:2021-10 herangezogen werden. Die genannte Richtlinie fordert z.B. für Vortrags-, Plenar- oder Gerichtssäle bzw. Telefon-Konferenzen mit der Kategorie C mindestens eine als hoch zu bewertende Sprachverständlichkeit, entsprechend einem Sprachübertragungsindex von $STI \geq 0,66$. Durch Erreichen dieses Nennwertes können komplexe Nachrichten mit unbekanntem Wörtern als verständlich beurteilt werden.

3.2 Mehrpersonen-Bürolandschaft

Der raumakustischen Planung werden die folgenden Empfehlungen der VDI 2569:2019-10 ‚Schallschutz und akustische Gestaltung in Büros‘ zugrunde gelegt.

VDI 2569:2019-10 – Einleitung

„(...) Der oftmalige Wunsch nach Offenheit und Transparenz in der Architektur als auch nach Flexibilität und Flächenverdichtung in der Raumgestaltung stellt hohe Anforderungen an die akustischen Bedingungen. (...) Die zentrale akustische Aufgabe der Büroplanung ist deshalb die Minimierung des störenden Sprachschalls von Mitarbeitern in nicht kommunikativen Situationen sowie die Herstellung eines akustischen Komfortempfindens in Büroräumen durch ausreichende Dämmung, Absorption, Schirmung und gegebenenfalls Maskierung. (...)“

Für die Nutzung der Mehrpersonen-Bürolandschaft ergeben sich entsprechend VDI 2569:2019-10 die Anforderungen für: große Mehrpersonenbüros

Unter Berücksichtigung der Vorgaben der VDI 2569 ergeben sich damit in Abhängigkeit der Raumakustik-Klasse folgende optimale mittlere Nachhallzeiten T_{opt} im Frequenzbereich zwischen 125 Hz bis 4000 Hz von:

Tabelle 11. Empfehlungen für die raumakustischen Kenngrößen und den maximalen Störschalldruckpegel bauseitiger Geräusche $L_{NA,Bau}$ in großen Mehrpersonenbüros

Raumakustik-Klasse	Empfehlungen für die raumakustischen Kenngrößen nach Tabelle 6	T		$L_{NA, Bau}$
		125 Hz	250 Hz bis 4000 Hz	
A	2/3 der Pfade in Stufe 1 restliche Pfade mindestens in Stufe 2	$\leq 0,8$ s	$\leq 0,6$ s	≤ 35 dB
B	2/3 der Pfade in mindestens Stufe 2 restliche Pfade mindestens in Stufe 3	$\leq 0,9$ s	$\leq 0,7$ s	≤ 40 dB
C	1/3 der Pfade in mindestens Stufe 2 restliche Pfade mindestens in Stufe 3	$\leq 1,1$ s	$\leq 0,9$ s	≤ 40 dB

Anmerkung: Die Nachhallzeit sollte in großen Mehrpersonenbüros nicht kürzer als 0,3 s bis 0,4 s betragen.

Zur Unterscheidung zwischen den drei Raumakustik-Klassen werden in der VDI 2569 die folgenden Erläuterungen hinsichtlich des zu deren Erfüllung notwendigen planerischen und baulichen Aufwands gemacht.

Tabelle 7. Erläuterung des planerischen und baulichen Aufwands in Mehrpersonenbüros in Abhängigkeit von der Klassifizierung und der Nutzung

Raumakustik-Klasse	Planerischer und baulicher Aufwand	Beschreibung	Empfehlungen in Abhängigkeit von der Nutzung
A	hoch	Die Raumakustik-Klasse A erfordert sehr umfangreiche und hoch wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und Minderung der Schallausbreitung. Eine über die Raumakustik-Klasse A hinausgehende Verbesserung der raumakustischen Bedingungen ist unter Beibehaltung einer offenen Bürostruktur nicht möglich.	gut geeignet für Call Center und Räume mit kommunikationsintensiven Nutzungen
B	mittel	Die Raumakustik-Klasse B erfordert umfangreiche und wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und zur Minderung der Schallausbreitung.	gut geeignet für Räume für Vertrieb, Konstruktion, Verwaltung; geeignet für Call-Center
C	gering	Die Raumakustik-Klasse C erfordert wirksame raumakustische Maßnahmen zur Raumbedämpfung und zur Minderung der Schallausbreitung.	geeignet für Räume für Vertrieb, Konstruktion, Verwaltung

In offenen Bürostrukturen ist eine alleinige Beurteilung der raumakustischen Bedingungen anhand der Raumbedämpfung, ausgedrückt durch die Nachhallzeit, laut der VDI 2569 jedoch nicht sinnvoll.

Zum einen ist aufgrund der Raumproportionen und der gegebenenfalls vorhandenen Abschirmungen in offenen Bürostrukturen kein diffuses Schallfeld vorhanden, sodass die Voraussetzungen für eine Messung oder Berechnung der Nachhallzeit nicht gegeben sind. Zum anderen beschreibt die Nachhallzeit weder die Wirkung gezielt angeordneter Schallabsorptionsmaßnahmen noch die Minderung der Schallausbreitung. Für offene Bürostrukturen sind daher die nachfolgenden Kenngrößen zusätzlich anzuwenden.

Für die Bewertung der Abschirmung von unmittelbar benachbarten Arbeitsplätzen wird dabei der A-bewertete Schalldruckpegel der Sprache in einem Abstand von 4 m $L_{p,A,S,4m}$ ermittelt. Für die weiter entfernt liegenden Arbeitsplätze wird die Behinderung der Schallausbreitung durch die räumliche Abklingrate der Sprache $D_{2,s}$ beschrieben.

Für beide Kenngrößen ergeben sich in Abhängigkeit der Stufe der Schallausbreitung nach VDI 2569 folgende Empfehlungen.

Stufe der Schallausbreitung	$D_{2,S}$	$L_{p,A,S,4m}$
1	≥ 8 dB	≤ 47 dB
2	≥ 6 dB	≤ 49 dB
3	≥ 4 dB	≤ 51 dB

Ergänzend wird in der DIN EN ISO 3382-3:2022-04 angemerkt, dass im Vergleich zu einer Situation, in der nicht gesprochen wird ($STI = 0$), vollständig verständliche Sprache ($STI > 0,5$) signifikant das erfolgreiche Ausführen von kognitiv anspruchsvollen Aufgaben wie verbale oder mathematische Aufgaben vermindert, die die Nutzung des Arbeitsgedächtnisses erfordern. Es zeigt sich, dass die negativen Auswirkungen irrelevanter Sprache auf die Leistung schnell beginnen zu verschwinden, wenn der Sprachübertragungsindex STI unter 0,5 fällt. Deshalb ist der Abstand des Sprechers, ab dem dieses Kriterium erfüllt ist, in der DIN EN ISO 3382-3:2022-04 als Ablenkungsabstand r_D definiert.

Daneben beschreibt der Komfortabstand r_C nach DIN EN ISO 3382-3:2022-04 den kürzesten Abstand zum Sprecher, bei dem der Schallpegel der Sprache geringer als 45 dB(A) ist.

Für vorgenannte Kenngrößen sind in der DIN EN ISO 3382-3:2022-04 folgende typische Einzahlwerte für schlechte und gute raumakustische Bedingungen beschrieben.

Tabelle: Gegenüberstellung von typischen Einzahlwerten zur Ableitung von schlechten und guten raumakustischen Bedingungen

Einzahlwert	Schlechte raumakustische Bedingungen	Gute raumakustische Bedingungen
Ablenkungsabstand r_D	> 11 m	< 5 m
Komfortabstand r_C	> 11 m	< 5 m
Räumliche Abklingrate der Sprache $D_{2,S}$	< 5 m	> 8 dB
Sprachpegel in 4 m Entfernung $L_{p,A,S,4m}$	> 52 dB(A)	< 48 dB(A)
Fremdgeräuschpegel $L_{p,B}$	< 35 dB oder > 48 dB	Zwischen 40 bis 45 dB

3.3 Leitstelle

Der raumakustischen Planung werden die folgenden Anforderungen/Empfehlungen der DIN 18041:2016-3 'Hörsamkeit in Räumen – Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung' zugrunde gelegt.

DIN 18041:2016-03 – 4.3.1 Allgemeines

„(...) Für Räume der Raumgruppe B sind Maßnahmen zur Raumbedämpfung zu empfehlen. Damit werden eine Senkung des mittleren Grundgeräuschpegels im Raum und eine Begrenzung der Halligkeit erreicht. In Räumen der Gruppe B werden Empfehlungen für das Verhältnis von der äquivalenten Absorptionsfläche A des Raums zum Raumvolumen V, im Folgenden A/V-Verhältnis, im Frequenzbereich von 250 Hz bis 2000 Hz angegeben. (...)“

Für die Nutzung der Leitstelle ergibt sich entsprechend DIN 18041:2016-03 die Nutzungsart: B5

Kurzbezeichnung: ,Räume mit besonderem Bedarf an Lärminderung und Raumkomfort‘

Beispiele: ,Callcenter, Leitstellen, Sicherheitszentralen‘

Unter Berücksichtigung der Vorgaben der DIN 18041 ergibt sich für den Raum damit folgende Anforderungen an das A/V-Verhältnis im Frequenzbereich zwischen 250 Hz bis 2000 Hz von:

$$A/V_{\text{Anf.}} \geq 0,19 \text{ m}^2/\text{m}^3,$$

entsprechend einer umgerechneten Nachhallzeit von

$$T_{\text{soll}} \leq 0,83 \text{ s}$$

Entwurf

4. VORGABEN FÜR DIE WEITERE PLANUNG

Aus den Berechnungen (siehe Anlage 1 bis 3) ergeben sich für die drei betrachteten Räume folgende Planungsangaben für die weitere Bearbeitung.

4.1 Berücksichtigte Schallabsorptionsgrade

Bei den genannten Fabrikaten für die abgehängten Lamellen und Baffles sowie den Bodenbelägen handelt es sich um Beispiele. Zum Erreichen der Anforderungen können auch Fabrikate anderer Hersteller eingesetzt werden, solange sich diese als akustisch gleichwertig erweisen. Die Gleichwertigkeit kann im weiteren Planungsverlauf durch Berücksichtigung in unseren Berechnungen nachgewiesen werden.

Produkt-kategorie	Produkt	totale Konstruk-tionshöhe (Bezugswert)	Schallabsorptionsgrad					
			125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Lamellendecke / Baffle-Decke	Haufe Metall-Lamellendecke (Akustiklamellen mit Vlies und Absorbern oberhalb der Lamellendecke)	65 mm	0,15	0,38	0,47	0,71	0,85	0,87
	Richter Metall-Baffle (0,5mm Mikroperforiert, mit innenseitigem Akustikvlies, 2485x200x40 mm, 300 mm Achsabstand)	nach Hersteller-vorgabe	0,20	0,43	0,83	1,00	0,87	0,55
Bodenbelag	Akustikteppich	0 mm	0,03	0,07	0,35	0,29	0,34	0,47
	Gelochte, 38 mm dicke Doppelbodenplatte mit einer relativen freien Lochfläche von etwa 10 bis 20%, belegt mit einem luftdurchlässigen Nadel-filtzteppich mit spezifischen Strömungswiderstand von $RS = 520$ bis 560 Pa s/m		0,25	0,50	0,50	0,40	0,50	0,70
Wandabsorber	renz BKA-I Wandabsorber	0 mm	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88
	Gelochtes oder geschlitztes Holzpaneel mit 50 mm Mineralwolleinlage	100 mm	0,40	0,70	0,70	0,80	0,95	0,80
		500 mm	0,50	0,60	0,60	0,80	0,60	0,70

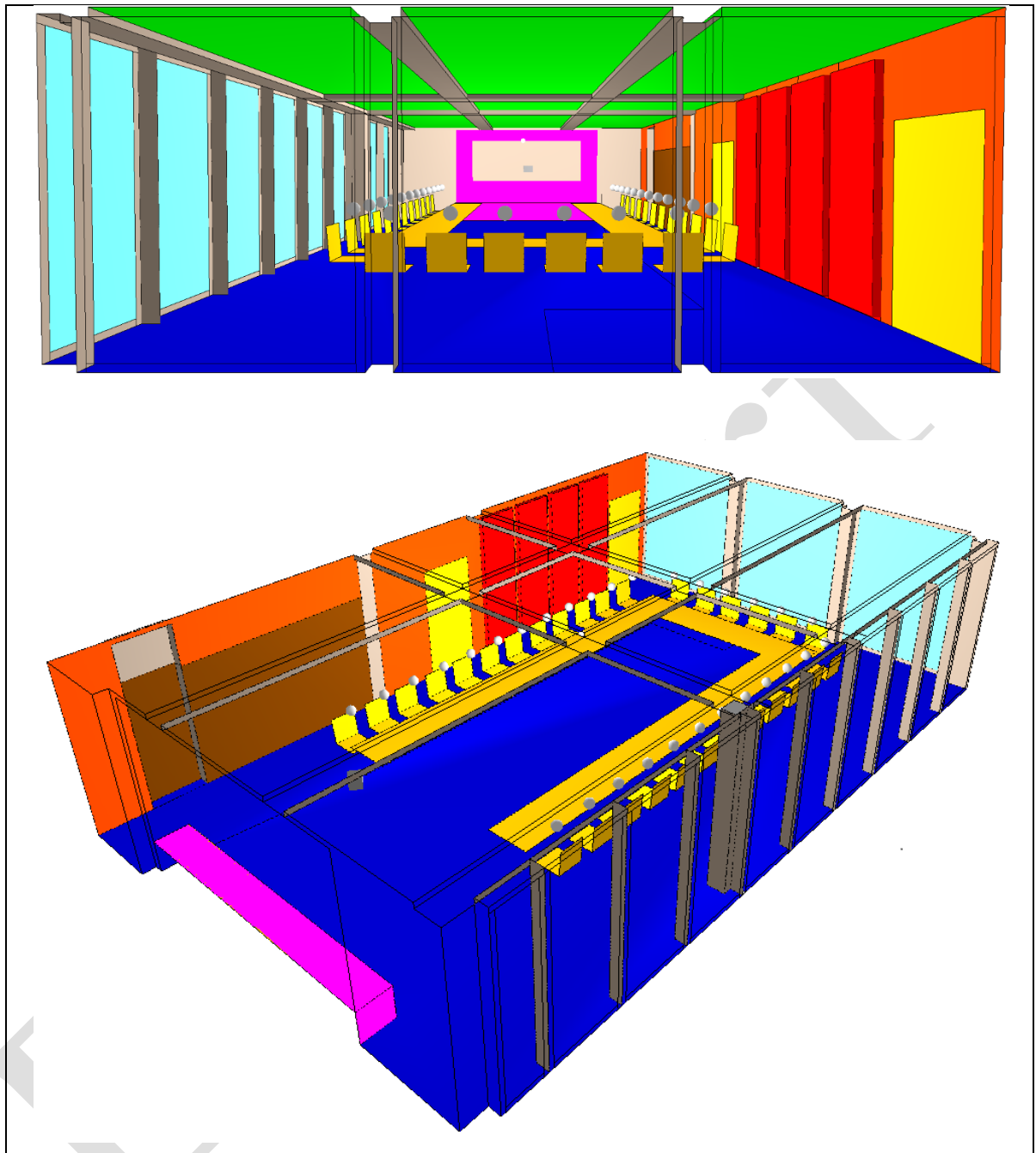
4.2 Stabsraum

Die Anforderungen nach DIN 18041 für die Nutzungsart A3 und nach DIN EN IEC 60268-16 an eine hohe Sprachverständlichkeit mit einem STI $\geq 0,66$ kann durch Umsetzung der nachfolgenden Maßnahmen erreicht werden.

<u>Decke:</u>	vollflächig ‚Haufe Metall-Lamellendecke (Variante B – Akustiklamelle mit Vlies und Absorbern oberhalb der Lamellendecke)‘
<u>Boden:</u>	vollflächig Parkett
<u>Wände:</u>	teilweise in Massiv- oder Gipskarton-Ständer-Bauweise sowie teilweise mit Glaswänden, $\geq 10,5 \text{ m}^2$ ‚renz BKA-I‘ Wandabsorber
<u>Großbildanzeige:</u>	Geschlitzte oder gelochte Holzverkleidung mit 50 mm Mineralwolleinlage

Wie aus Variante V01 in Anlage 1 hervorgeht, lassen sich die Anforderungen an die Nachhallzeit im tiefen Frequenzbereich bei 125 Hz bis 250 Hz mit der bisherigen Planung nicht einhalten. In Variante V02 ist die Großbildanzeige daher, wie im vorangegangenen beschrieben, mit einer akustisch wirksamen geschlitzten oder gelochten Holzverkleidung und 50 mm Mineralwolleinlage berücksichtigt. Mit dieser Variante lassen sich die Anforderungen an die Nachhallzeit nach DIN 18041 erreichen.

Die Anordnung der einzelnen Flächen ist in den nachfolgenden Ansichten aus dem Berechnungsprogramm dargestellt.



Ansichten des Stabsraums im Berechnungsprogramm CATT-Acoustic. (GK-Wandflächen = orange, massive Wand- und Deckenflächen = grau, Glasflächen = braun, Fensterflächen = hell blau, Holzflächen = gelb, Boden = dunkel blau, Wandabsorber = rot, Lamellendecke = grün, Großbildanzeige = magenta)

4.3 Offene Mehrpersonen-Bürolandschaft

Die Anforderungen nach VDI 2569 an die Nachhallzeiten können durch Umsetzung der nachfolgenden Maßnahmen erreicht werden.

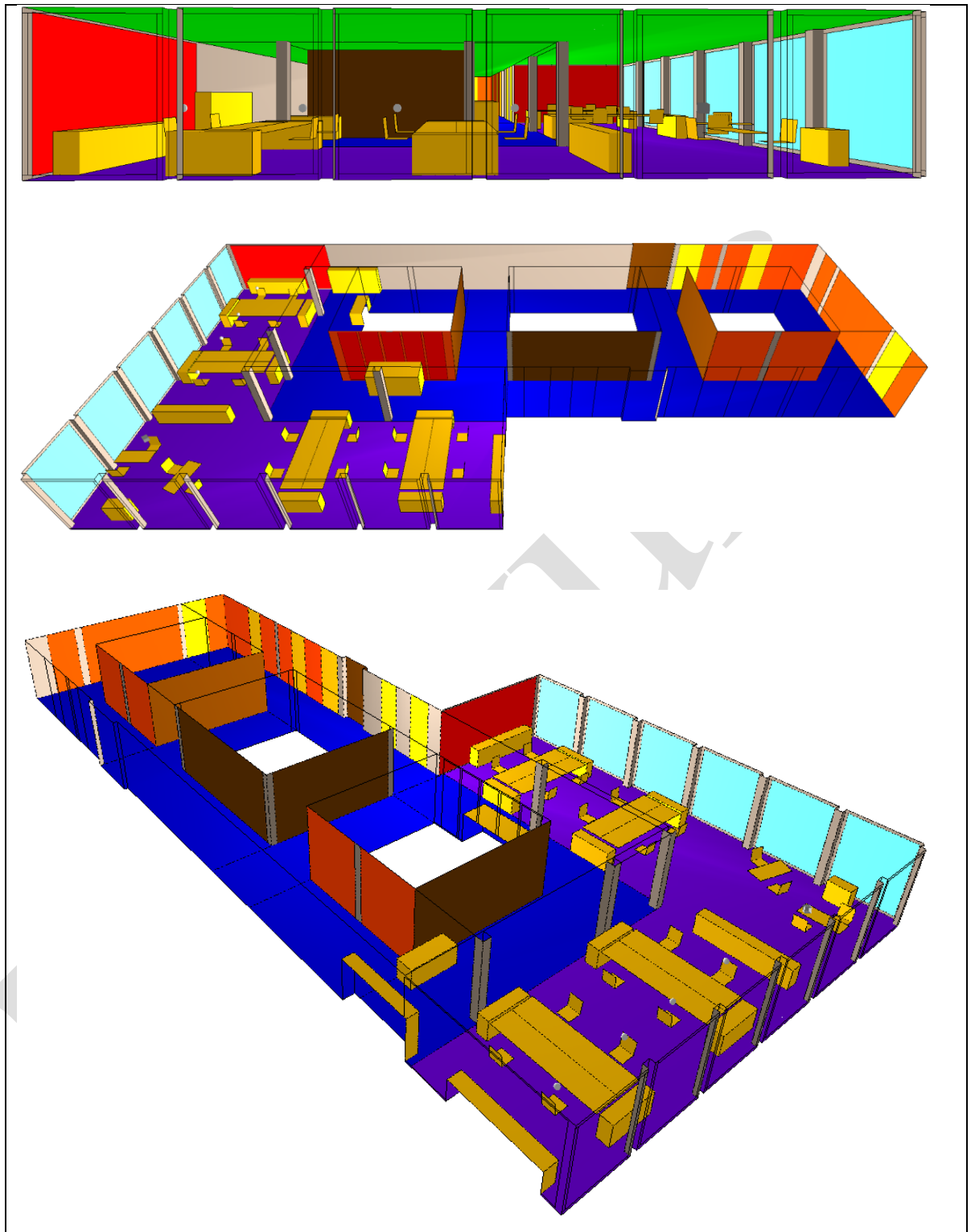
<u>Decke:</u>	vollflächig ‚Haufe Metall-Lamellendecke (Variante B – Akustiklamelle mit Vlies und Absorbern oberhalb der Lamellendecke)‘
<u>Boden:</u>	im Arbeitsbereich Teppichboden, im Flurbereich Naturstein
<u>Wände:</u>	teilweise in Massiv- oder Gipskarton-Ständer-Bauweise sowie teilweise mit Glaswänden, $\geq 39,5 \text{ m}^2$ ‚renz BKA-I‘ Wandabsorber

Wie aus Variante V01 in Anlage 2 hervorgeht, lassen sich mit den im vorangegangenen beschriebenen Maßnahmen die Empfehlungen der VDI 2569 an die Nachhallzeit für die Raumakustikklasse A im sprachrelevanten Frequenzbereich zwischen 500 Hz bis 4000 Hz erreichen. Im tiefen Frequenzbereich wird die als Mindestanforderung zu verstehende Raumakustikklasse C eingehalten.

Wenngleich deuten die ebenfalls in Anlage 2 für die Variante V01 zusammengefassten Einzelgrößen aufgrund der hohen Sprachverständlichkeit auf unzureichende raumakustische Bedingungen hin. In einer zweiten Variante V02 wurden daher ca. 65 cm hohe, die direkte Sichtverbindung unterbrechende, Tischaufsätze zwischen gegenüberliegenden Arbeitsplätzen berücksichtigt. Für diesen Fall zeigt sich, dass sich die ermittelten Einzelgrößen deutlich verbessern.

Zur Schaffung einer angemessenen raumakustischen Umgebung wird daher für alle Arbeitsplätze empfohlen, schallabsorbierende Tischaufsätze, mit einer die direkte Sichtverbindung zum benachbarten Arbeitsplatz unterbrechenden Höhe von etwa 65 cm, vorzusehen. Zur weiteren Reduzierung von Störgeräuschen sollten möglichst geräuscharme Tastaturen und Computermäuse angeschafft werden. Für das Führen von längeren Telefonaten sind auf dem Markt spezielle Telefonzellen erhältlich.

Die Anordnung der einzelnen Flächen ist in den nachfolgenden Ansichten aus dem Berechnungsprogramm dargestellt.



Ansichten der offenen Mehrpersonen-Bürolandschaft im Berechnungsprogramm CATT-Acoustic. (GK-Wandflächen = orange, massive Wandflächen = grau, Glasflächen = braun, Fensterflächen = hell blau, Holzflächen = gelb, Teppichboden = lila, Natursteinboden = dunkel blau, Wandabsorber = rot, Lamellendecke = grün)

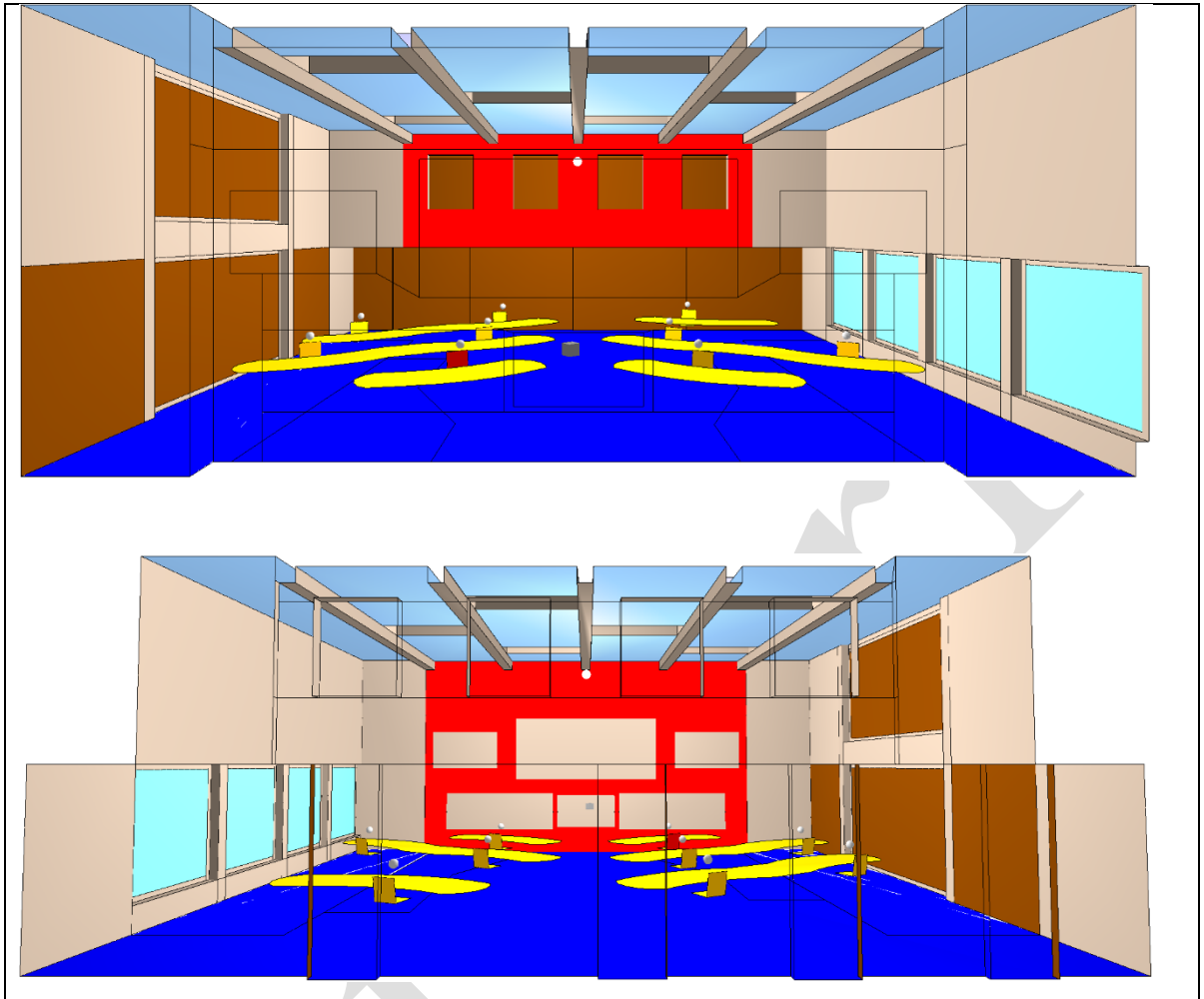
4.4 Leitstelle

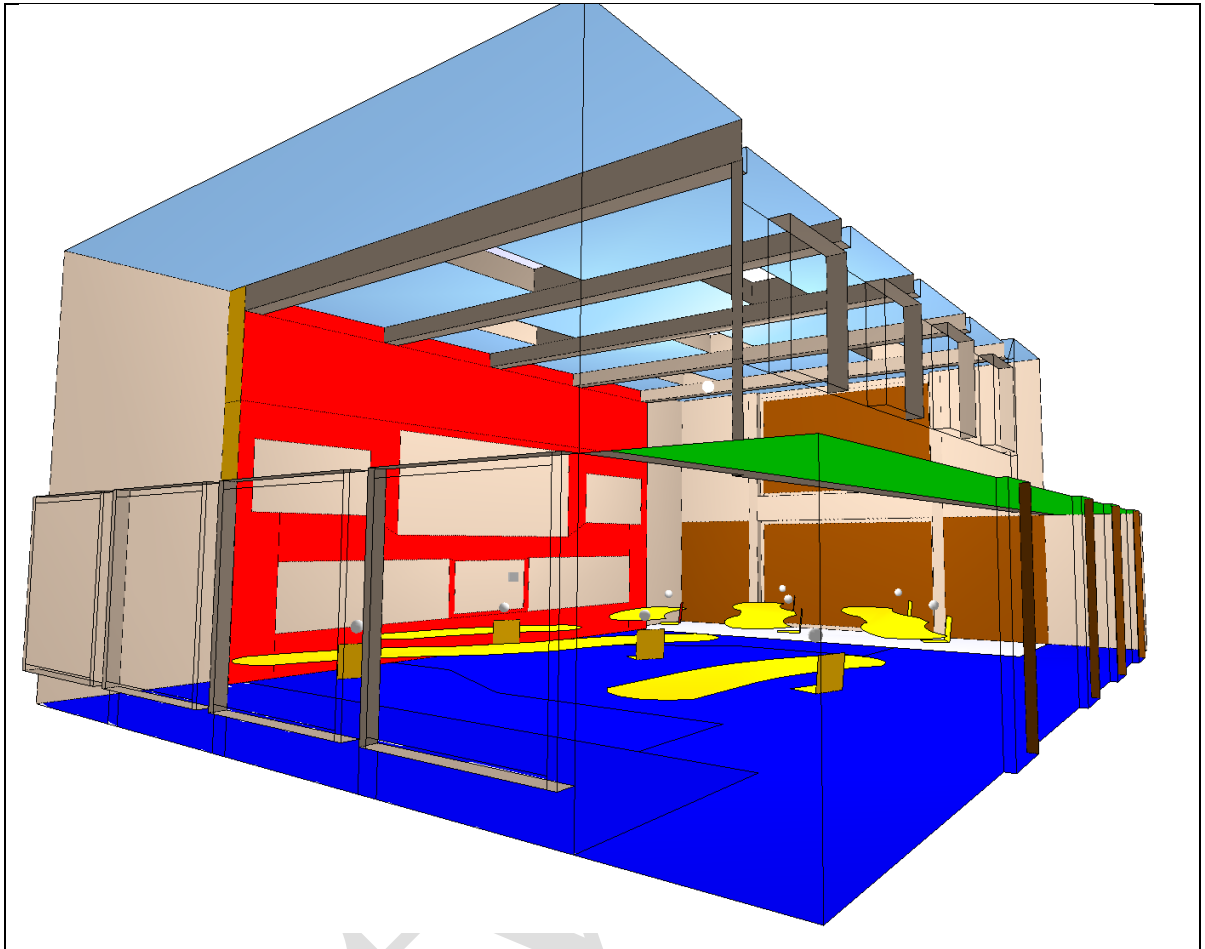
Die Anforderung der Raumgruppe B5 an das A/V-Verhältnis nach DIN 18041 kann durch Umsetzung der nachfolgenden Maßnahmen erreicht werden.

<u>Decke:</u>	Bereich Decke im 3.OG: vollflächig ‚Richter Metall-Bafflen‘ und Darüberliegende Streckmetalldecke mit Heiz-/Kühl-Schnecken, Bereich Deckenüberstand über 2.OG: vollflächig ‚Haufe Metall-Lamellendecke (Variante B – Akustiklamelle mit Vlies und Absorbern oberhalb der Lamellendecke)‘
<u>Boden:</u>	vollflächig Akustik-Teppichboden über gelochtem Hohlraumboden
<u>Wände:</u>	teilweise in Massiv-Bauweise sowie teilweise mit Glaswänden und Holzverkleidung

Wie aus Variante V01 in Anlage 3 hervorgeht, lassen sich die Anforderungen an die Nachhallzeit mit der bisherigen Planung nicht einhalten. In Variante V02 ist die Großbildanzeige daher, wie im vorangegangenen beschrieben, mit einer akustisch wirksamen geschlitzten oder gelochten Holzverkleidung und 50 mm Mineralwolleinlage berücksichtigt. Gleiches gilt für die rückwärtigen Wandflächen im 3.OG. Daneben wurde die Baffle-Decke auch in den beiden seitlichen Deckenfeldern berücksichtigt. Mit dieser Variante lassen sich die Anforderungen an die Nachhallzeit nach DIN 18041 erreichen.

Die Anordnung der einzelnen Flächen ist in den nachfolgenden Ansichten aus dem Berechnungsprogramm dargestellt.





Ansichten der Leitstelle im Berechnungsprogramm CATT-Acoustic. (massive Wand- und Deckenflächen = grau, Glasflächen = braun, Fensterflächen = hell blau, Holzflächen = gelb, akustisch wirksame Holzflächen = rot, Teppichboden = dunkel blau, Lamellendecke = grün, Baffle-Decke = hell blau)

5. ZUSAMMENFASSUNG

Die in den Anlagen 1 bis 3 aufgeführten Berechnungsergebnisse zeigen, dass die Anforderungen gemäß den Vorgaben der DIN 18041:2016-03, DIN EN IEC 60268-16:2021-10 bzw. VDI 2569:2019-10 mit der in Abschnitt 4 genannten Bauausführung zu erreichen sind.

ITAB



Dipl.-Ing. Architekt Markus Motz



M.Sc. Marius Köhler



ENTWURF