

Hallenbad und Bauphysik

13. April 2023

mühlebach partner ag besteht seit 1968
und ist seit 2022 Mitglied der **Cerbo Holding AG**

Beratung und Nachweise in
Raum- und Bauakustik
Bauliche Lärmbekämpfung
Umweltakustik
Schwingung / Lagerungen
Akustische Messungen und
Simulationen
Schwingungsmessungen

Beratung und Nachweise in
Wärm-, Kälte-, Dampf-
und Feuchtigkeitsproblemen
Beratung Nachhaltigkeit
Messungen Radonbelastung
Brandschutzberatungen

Akustik

Jürg Schiltknecht
Stefan Cossy
Helen Munzinger

Bauphysik/Energie Nachhaltigkeit

Stefan Schwyn
Adrian Zeller
Rita Kammerlander
Ursula Hofmann
Julia Kattner
Brian Broger
Franz Hämmerli

Brandschutz

Gabriel Stocker
Carmen Zollinger

Freelancer

Andreas Mühlebach
Daniel Zbinden

Administration

Christin Schorno
Angelika Müller
Sina Crusafio

Unsere Dienstleistungen

Unsere Adresse

Beratung + Expertisen in den Fachgebieten

Industriestrasse 26, 8404 Winterthur

Tel. 052 320 90 20

<http://www.bau-physik.ch>

Bevor Sie Ihr Haus zurückgeben, sprechen Sie mit uns!



Tag der badenden Meister

13. April 2023

Themen

Energie und Gebäudehülle

- Normen Neubau / Umbau / Minergie / GEAK
- Konstruktionsart / Dichtigkeit / Wärmedämmung
- Messungen / Bestandesaufnahmen bei Sanierungen
- Analysen resp. Planung Bautechnik
- Hilfsmittel / evl. Konzepte für Verbesserungen

Nachhaltigkeit

- Kann ein Hallenbad nachhaltig sein?
- Kann ein neues Hallenbad nachhaltig sein?
- Ansätze

Raumakustik

- Nachhallzeit
- Normen
- Sprachverständlichkeit (Alarm-Durchsagen)
- Hilfsmittel

Normen

Neubau / Umbau

SIA Normen:

Betrifft das Gebäude und die bauliche Ausführung/Qualität
- div. Ausführungsnormen für Planer und Handwerker

Speziell für Bauphysik:

- Energie SIA 180 (Wärme- + Feuchteschutz, Raumklima)
- Energie SIA 380/1 (Heizwärmebedarf)
- Akustik SIA 181 (Schallschutz im Hochbau)

DIN Normen:

z.B. Raumakustik (18041), Verweis in den SIA-Normen

Fach-Merkblätter:

für technische Auslegung und Ausführungs-Standards

Weitere:

Minergie-Standard
GEAK (Subventionen / Umbauvarianten - Vergleiche)

Normen Neubau / Umbau (Hallenbäder)

Minergie-Standard: - Zusatzanforderungen an Hallenbäder 1.1.2020

Anforderung an Hallenbäder

2.1	Gebäudehülle und bauliche Anforderungen
2.2	Wärmeschutz im Sommer
2.3	Wärmeerzeugung und Abwärmenutzung
2.4	Eigenstromproduktion
2.5	Lüftungsanlage
2.6	Elektromotoren
2.7	Badwasseraufbereitung
2.8	Spezielle Anforderungen, Badbereich
2.9	Monitoring und Betriebsoptimierung

Für Hallenbäder: - Grenzwert 380/1 = Minergie P bei EFH = ca. 25-30cm Dämmung

Normen

Pflichtenheft für die Gebäudeanalyse mit Vorgehensempfehlung bei GEAK (Hallenbäder)

1. Objektdaten

- Standortadresse: Strasse und Nr., PLZ und Ort, EGID (eidgenössischer Gebäudeidentifikator)
- Gebäudekategorie (Hauptnutzfläche nach SIA 380)
- Baujahr
- Jahr des letzten Umbaus
- Gebäudedaten: Energiebezugsfläche gemäss SIA, Brutto Raumhöhe, Anzahl Geschosse
- Gebäudetechnik: Heizungstyp, Energieverbrauch für Raumheizung, Art der Warmwasseraufbereitung, Energieverbrauch für Warmwasser, Wasserverbrauch, Lüftung, Stromverbrauch
- Energiebeschaffungskosten: Strom, Wärme, Wasser
- Betriebs- und Unterhaltskosten Gebäudetechnik

2. Adressen

- Eigentümer/in: Name, Adresse, Telefonnummer, E-Mailadresse
- Energieexperte/-Expertin: Unternehmung, Name, Adresse, Telefonnummer, E-Mailadresse

3. Allgemeines

- Zustand der Liegenschaft (allgemeine Zustandsbeurteilung und Situationseinschätzung der Gebäudehülle, Gebäudetechnik und Stromverbraucher durch den/die Experten/Expertin)
- Energietechnische Beurteilung (Kenndaten: Einerseits Rechenwerte basierend auf der Effizienz Gebäudehülle und der Effizienz Gesamtenergie und andererseits gemessener durchschnittlicher Verbrauch der Energieträger inkl. Elektrizität.)

4. Beurteilung IST-Zustand Gebäudehülle

- Allgemeine Zustandsbeurteilung
- Türen und Fenster: Orientierung, Fläche, Beschattung, U-Wert, g-Wert
- Aussenwand / Wand gegen unbeheizt: Fläche und U-Wert
- Dach / Estrich / Terrasse: Orientierung, Fläche und U-Wert
- Boden / Kellerdecke: Fläche und U-Wert
- Wärmebrücken / Lücken im Dämmperimeter: Auflistung und Beschreibung

Normen

Hausstechnik

5. Beurteilung IST-Zustand Gebäudetechnik

- Heizung (alle vorhandenen Systeme sind zu beschreiben): Technik der Wärmeerzeugung, Energieträger, Baujahr, Leistung, Energieverbrauch, Deckungs- und Nutzungsgrad, bei Wärmepumpen die Jahresarbeitszahl JAZ
- Wärmeverteilung und Wärmeabgabe: Beschreibung (Fußbodenheizung, Radiatoren, Thermostatventile, Wirkungsgrad usw.) Dämmung der Leitungen
- Warmwasser (alle vorhandenen Systeme sind zu beschreiben): Technik der Warmwassererwärmung, Energieträger, Baujahr, Leistung, Fassungsvermögen des Boilers/Speichers, Energieverbrauch, Deckungs- und Nutzungsgrad, Dämmung der Leitungen
- Lüftungstechnische Anlagen (alle vorhandenen Anlagen sind zu beschreiben): Technik, Baujahr, Volumenstrom, Angaben zur Wärmerückgewinnung, Leistungen der Ventilatoren, Angabe zur Leistungsregulierung der Ventilatoren, Leistungen der Heiz- und Kühlregister, Be- oder Entfeuchtung, Dämmung, Luftdichtigkeit im Verteilnetz
- Kältetechnische Anlagen (alle vorhandenen Anlagen sind zu beschreiben): Technik, Baujahr, Kälteleistung und elektrische Aufnahmeleistung, Kältemitteltyp und Kältemittelfüllmenge, Angaben zur Wärmerückgewinnung, Dämmung der Leitungen
- Stark- und Schwachstromanlage
- Transportanlagen und übrige energierelevante Technik (z.B. Beleuchtung / Druckluft)

6. Massnahmen Gebäudehülle und Gebäudetechnik

- Instandsetzungszeitpunkt und Erneuerungskosten für die Bauteile der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik zusammenstellen. Der Instandsetzungszeitpunkt wird durch das Jahr definiert, bei dem die technisch zu erwartende Restnutzungsdauer des jeweiligen Bauteils/Elements der Gebäudetechnik abgelaufen ist und ab dem eine Investition zur Werterhaltung des Bauteils/Elements Gebäudetechnik grundsätzlich notwendig ist.
- Beschreibung der möglichen Massnahmen für die einzelnen Bauteile und Elemente der Gebäudetechnik.

Normen

Haustechnik

7. Erneuerungskonzept

- Auf die Liegenschaft abgestimmte Erneuerungsschritte für die aufgezeigten Massnahmen ausarbeiten (Priorisierung und Paket-Bildung). Verschiedene Varianten zur Gebäudeerneuerung aufzeigen.
- Kostenschätzungen für die einzelnen Massnahmen an der Gebäudehülle und der Gebäudetechnik erarbeiten.
- Hinweise auf die aktuellen Förderbeiträge für die entsprechenden Massnahmen und den Möglichkeiten der steuerlichen Abzüge liefern.
- Eine Wirtschaftlichkeitsberechnung für die aufgezeigten Massnahmen inkl. Zinsbelastung pro Jahr, abzüglich Energiekosten und Einsparung aufstellen. Annahmen für Energiepreise von Brennstoffen / Fernwärme (in der Region) und die Strompreise gemäss den Angaben des lokalen Versorgers deklarieren.

8. Energiebedarf und Energiekosten

- Anstelle eines berechneten Energieausweises (GEAK) soll für die Bestimmung der Energieeffizienzkategorie die Variante des gemessenen Energieausweises gemäss SIA-Merkblatt 2031 „Energieausweis für Gebäude“ eingesetzt werden.
- Gesamtenergieverbrauch gemessen / Anteil erneuerbare Energie / CO₂-Emissionen
- Endenergiebedarf Gebäudehülle, basierend auf der Standardnutzung ($Q_{h,ert}$) vor und nach der Erneuerung pro vorgeschlagener Erneuerungsvariante.
- Energiebedarf Gebäudehülle, basierend auf gemessenem Verbrauch bei aktueller Belegungsdichte und Benutzerverhalten vor und nach der Erneuerung darstellen.
- Gesamtstrombedarf für Lüftung, Kälte, Warmwasser und übrige Verbraucher, basierend auf dem gemessenen, durchschnittlichen Verbrauch vor und dem berechneten Verbrauch nach den Erneuerungsmassnahmen berechnen.
- Energie- und Stromkosten vor und nach der Erneuerung, berechnet für Standardnutzung bzw. basierend auf gemessenem, durchschnittlichem Verbrauch. Berechnung der jährlichen Kosteneinsparungen.

9. Fazit und Vorgehensempfehlung

Der/die Gebäudeeigentümer/in erhält als Fazit eine Vorgehensempfehlung unter Berücksichtigung der Energieeffizienz, der Erneuerbaren Energien sowie der Wirtschaftlichkeit.

Konstruktionsart / Dichtigkeit / Wärmedämmung

Anforderungen:

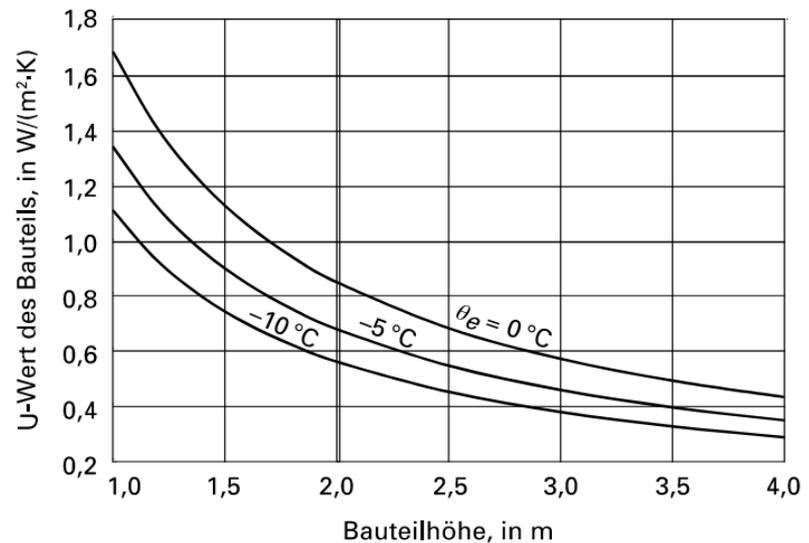
- grosse Fenster

Besonderheiten:

- Behaglichkeit / Kaltluftabfall

Behaglichkeit

- Gleichung von Fanger
- Lufttemperatur
 - Luftgeschwindigkeit
 - Bekleidung
 - Aktivität
 -
 - Anteil der bekleideten Körperoberfläche
-
- Zugserscheinungen bei Kaltluftabfall von hohen Fenstern
 - Luft-Zufuhr
 - Kurve für 20°C Raumtemp.



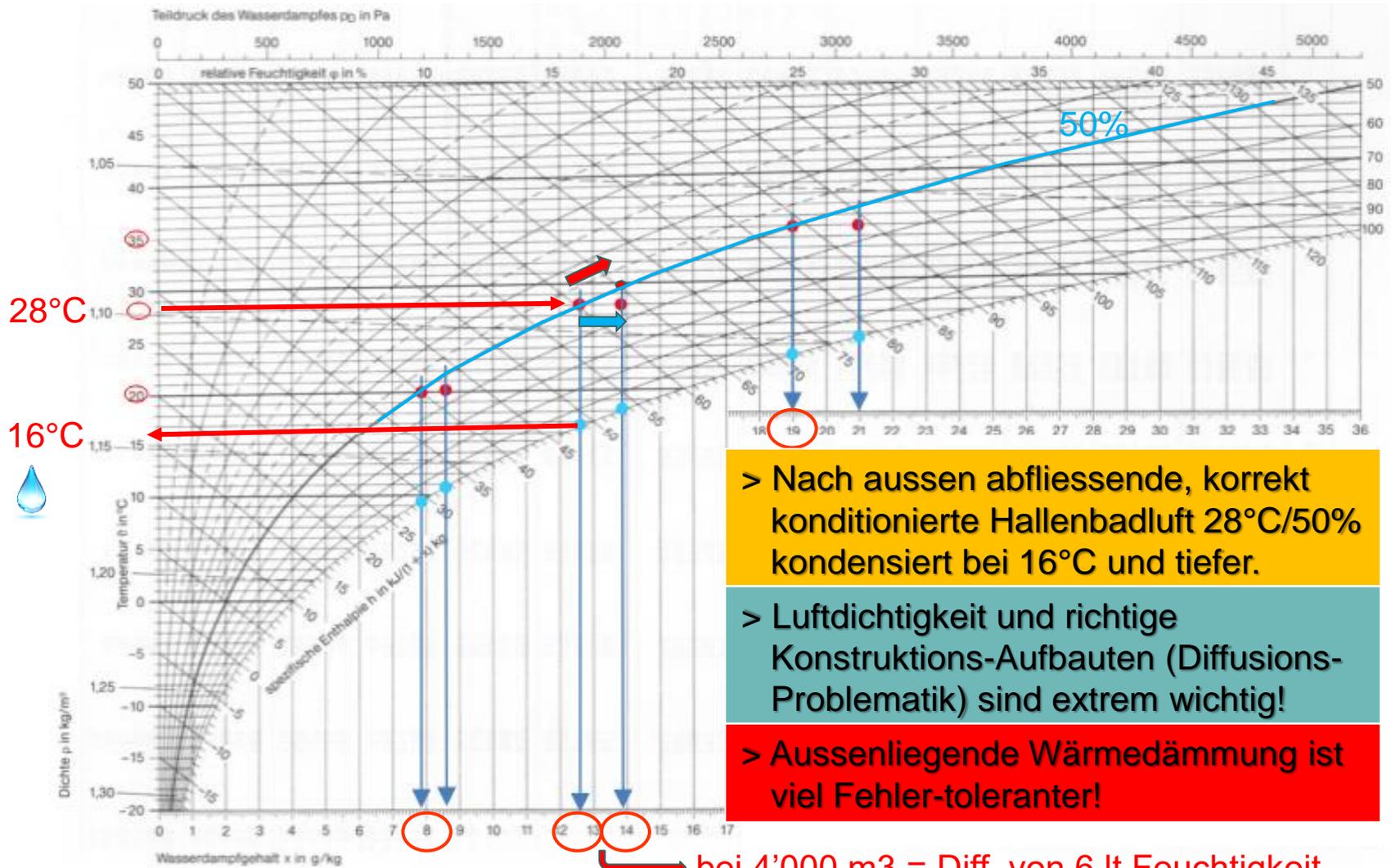
Konstruktionsart / Dichtigkeit / Wärmedämmung

Anforderungen:

- grosse Fenster
- Wärmedämmung
- Dampfsperren
- Luftdichtigkeit

Besonderheiten:

- Behaglichkeit / Kaltluftabfall
- normale + erhöhte Raum-Temperaturen / Luftfeuchtigkeit
- hoher Dampfdruck innen
- abfliessende Raumluft (Lüftung / Raumhöhe / h-x-Diagramm)



> Nach aussen abfließende, korrekt konditionierte Hallenbadluft 28°C/50% kondensiert bei 16°C und tiefer.

> Luftdichtigkeit und richtige Konstruktions-Aufbauten (Diffusions-Problematik) sind extrem wichtig!

> Aussenliegende Wärmedämmung ist viel Fehler-toleranter!

Konstruktionsart / Dichtigkeit / Wärmedämmung

Anforderungen:

- grosse Fenster
- Wärmedämmung
- Dampfsperren
- Luftdichtigkeit
- Gebäudetechnik
- Bad-Technik
- Installationen

Besonderheiten:

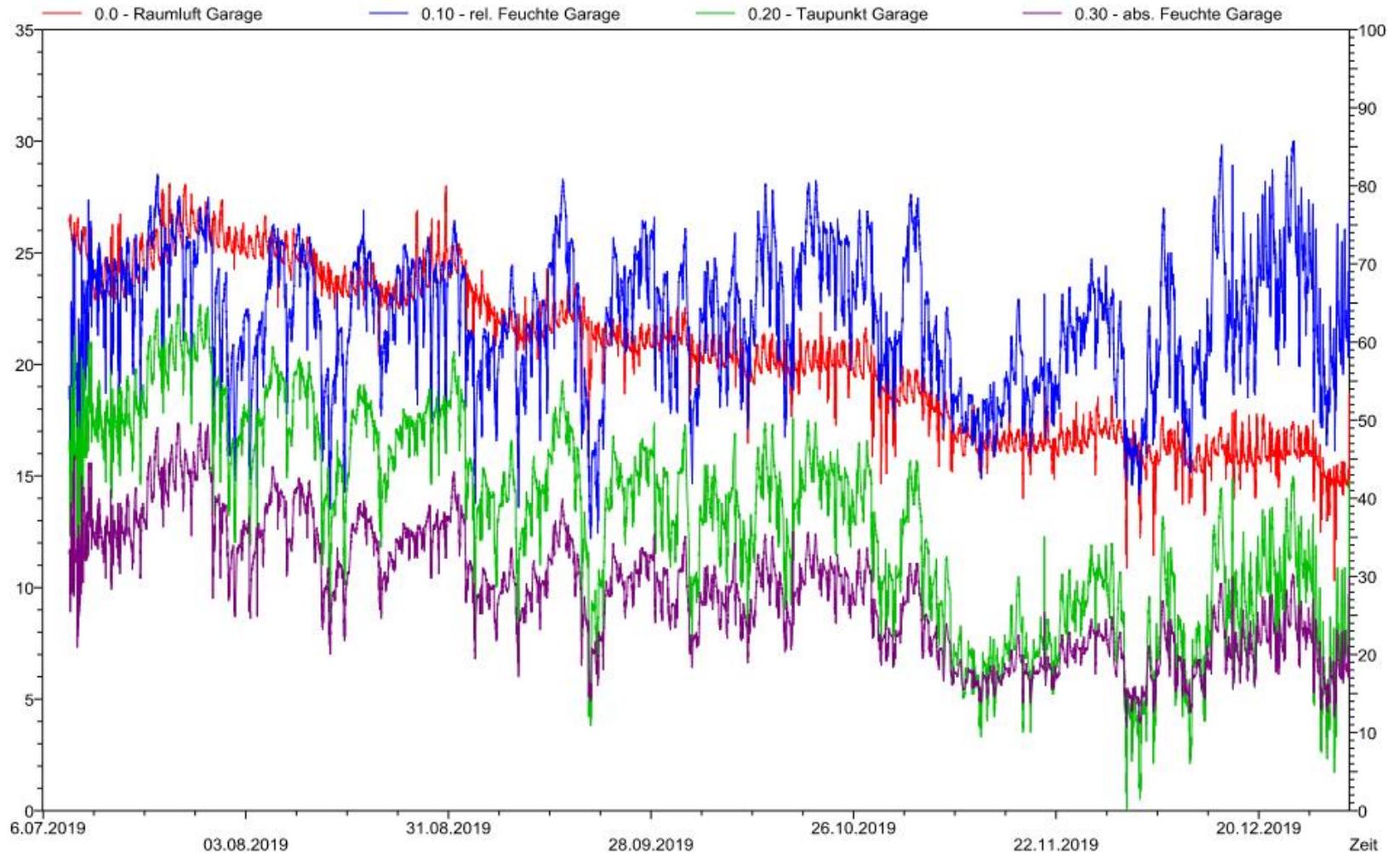
- Behaglichkeit / Kaltluftabfall
- normale + erhöhte Raum-Temperaturen / Luftfeuchtigkeit
- hoher Dampfdruck innen
- abfliessende Raumluft (Lüftung / Raumhöhe)
- Lüftung (Unterdruck) / Luft-Entfeuchtung
- Energieaufwand
- Dichte / Komplexität

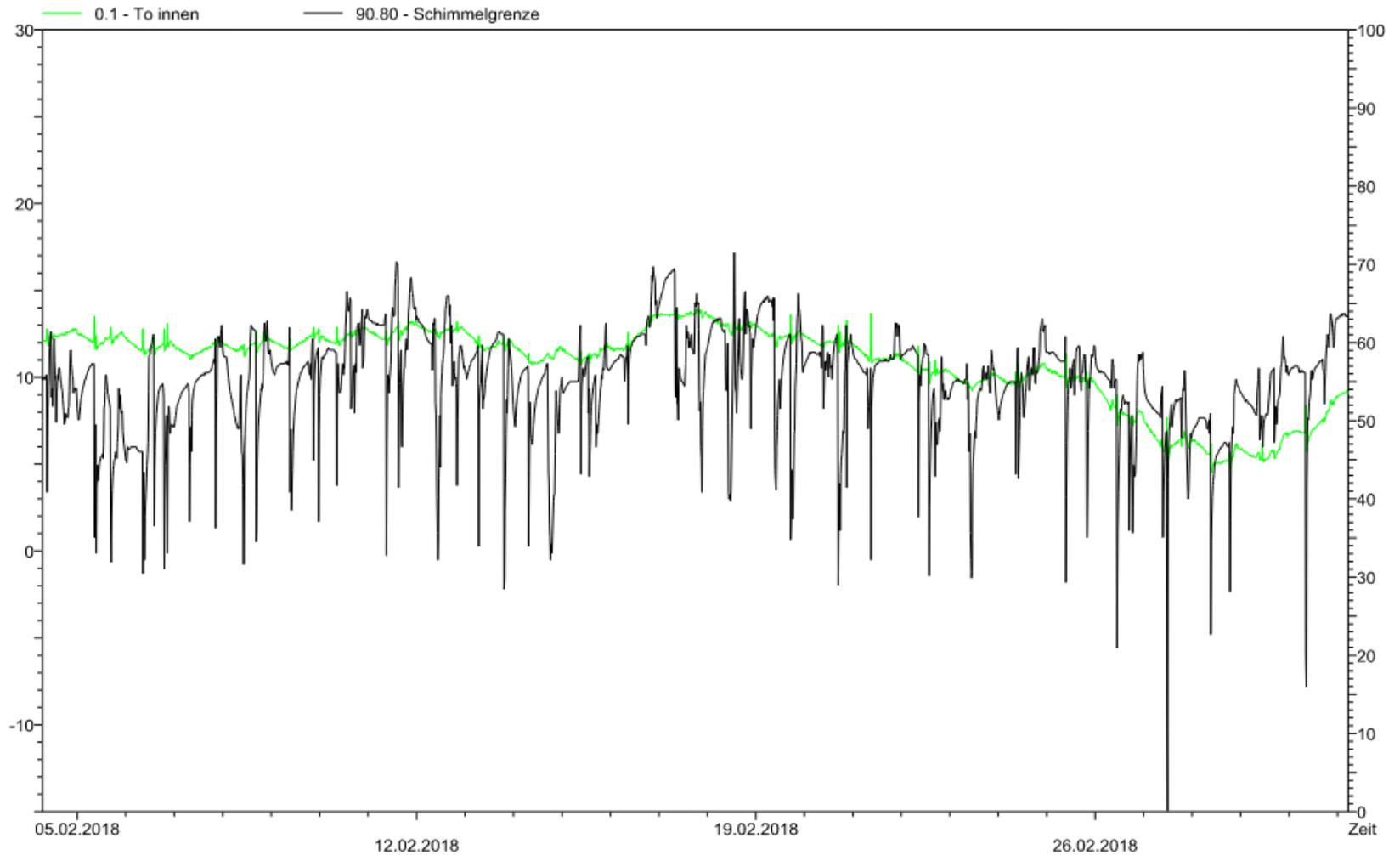


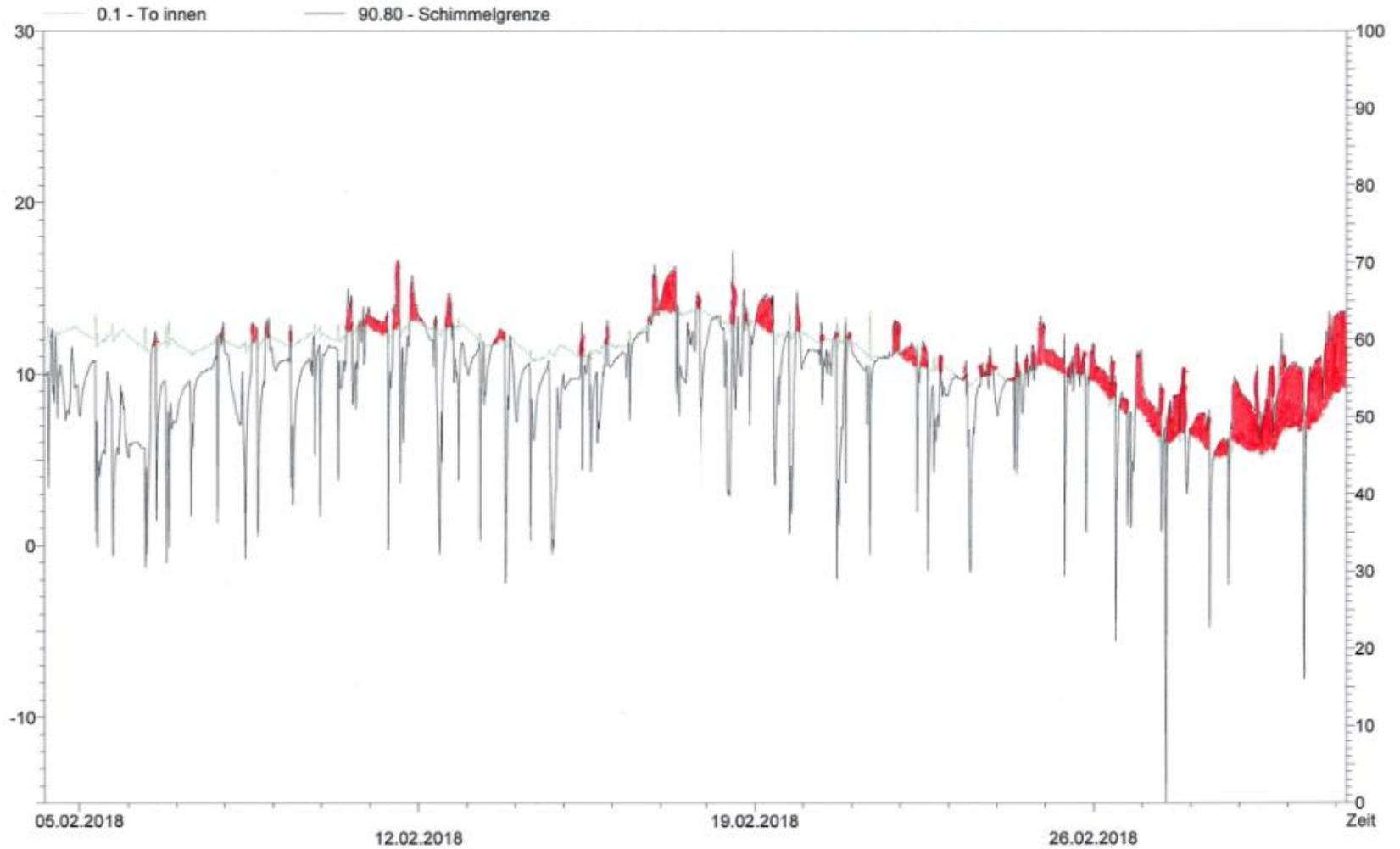


Messungen / Bestandesaufnahmen bei Sanierungen

- Bauphysik
 - Luft-Temperaturen innen/aussen
 - Oberflächentemperaturen
 - rel. Luftfeuchtigkeit
 - absolute Luftfeuchtigkeit
 - Kondensattemperatur







Messungen / Bestandesaufnahmen bei Sanierungen

- Bauphysik
 - Luft-Temperaturen innen/aussen
 - Oberflächentemperaturen
 - rel. Luftfeuchtigkeit
 - absolute Luftfeuchtigkeit
 - Kondensattemperatur

 - Wärmedämmung normale/erhöhte Temperatur (Zonen)

 - Dampfsperren
 - Luftdichtigkeit (nL50-Messung)

 - etc.

Analyse resp. Planung Bautechnik

- Konstruktionen
 - Basis-Konstruktionen
 - Fehleranfälligkeit
 - bauliche Fehlertoleranz
 - Materialwahl
 - Dauerhaftigkeit
 - Bautechnik
- } Nachhaltigkeit
- Installationsplanung
 - Zugänglichkeit zu Installationen
 - Wartungsfreundlichkeit
 - etc.
- ...und die richtigen Materialien korrekt verbaut !

Ein Hallenbad ist aufgrund extremer, innerer Klimaverhältnisse Fehler-intolerant

Hilfsmittel / Konzepte für Verbesserungen

- Basis
- Messungen / Analyse der Bestandesaufnahmen

Hilfsmittel / Konzepte für Verbesserungen

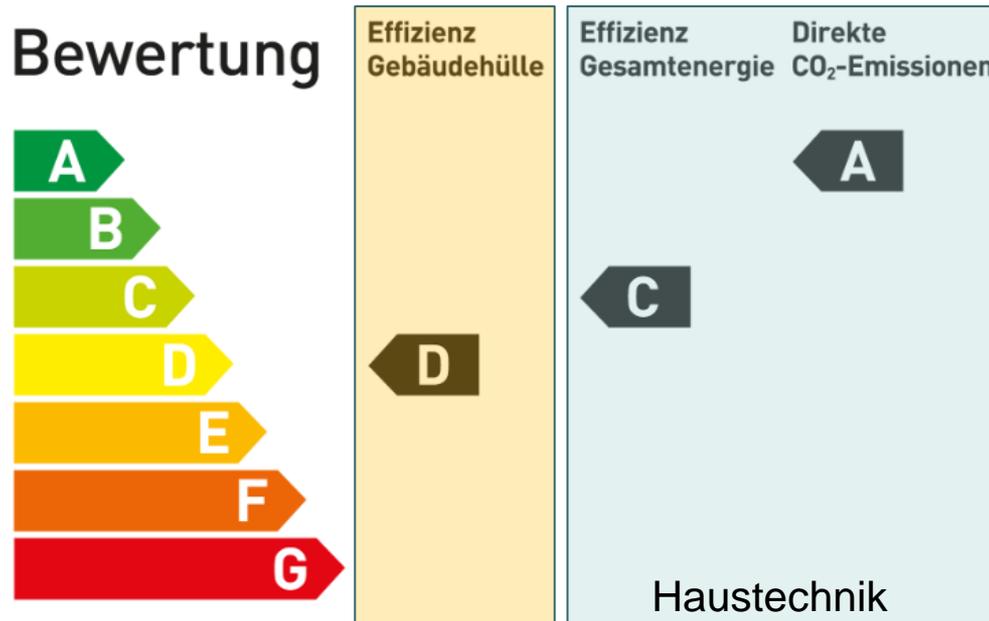
- Basis
- Messungen / Analyse der Bestandesaufnahmen
- Konzepte für energetische Verbesserungen (Gebäudehülle und Technik):
 - Energienachweis SIA 380/1
 - GEAK Gebäudeanalyse durch GEAK-Experten gemäss Pflichtenheft

Hilfsmittel / Konzepte für Verbesserungen

- Basis
- Messungen / Analyse der Bestandesaufnahmen
- Konzepte für energetische Verbesserungen (Gebäudehülle und Technik):
 - Energienachweis SIA 380/1
 - GEAK Gebäudeanalyse durch GEAK-Experten gemäss Pflichtenheft
 - Energie-Etikette: - für Hallenbäder nicht möglich

Hilfsmittel / Konzepte für Verbesserungen

Die drei Skalen des Gebäudeenergieausweises



CO₂
Seit 01.2023

Hilfsmittel / Konzepte für Verbesserungen

- Basis
- Messungen / Analyse der Bestandesaufnahmen
- Konzepte für energetische Verbesserungen (Gebäudehülle und Technik):
 - Energienachweis SIA 380/1
 - GEAK Gebäudeanalyse durch GEAK-Experten gemäss Pflichtenheft
 - Energie-Etikette: - für Hallenbäder nicht möglich

Vorteile:

GEAK Neubau = anstelle Minergie-Zertifizierung gute Klasse z.B. A / B
= günstigere Finanzierung
= Verkaufsargument bei Investoren

GEAK Umbau = Beratungstool Analyse-Phase
= verschiedene Möglichkeiten der Sanierung aufzeigen
= Gebäudehülle / Gebäudetechnik
= PV oder thermische Solaranlage?

= Bei Fördergelder >10'000.-
Gebäudeanalyse mit Vorgehensempfehlung verpflichtend
(kantonal unterschiedlich)

Kann ein Hallenbad nachhaltig sein? (graue Energie)

- Gebäudehülle
 - **Bestehendes Hallenbad:** die Gebäudehülle nach den geltenden Vorschriften ist verglichen mit dem Betriebsaufwand nicht massgebend
 - **neues Hallenbad:** bei vielen Bauteilen keine Alternativen möglich. Ein gutes Konzept weist aber 10-15% Differenz auf **bei Erstellung**
- Haustechnik
 - bestimmt weitgehend den Energieverbrauch **im Betrieb**
- Vorschriften:
 - Energienachweis nach SIA 380/1 (ist Basis für Neu- und Umbau)
Grenzwert Hallenbad = ~ Minergie P beim Wohnhausbau
= 25-30cm Wärmedämmung
- Minergie
 - Gewichtete Energiekennzahl existiert nicht für Hallenbäder
 - Es müssen Einzelanforderungen eingehalten werden
 - sommerlicher Wärmeschutz bei $>34^{\circ}\text{C}$ / um kühlen zu vermeiden (??)
- SIA 180
 - keine Anforderungen betr. Kühlung (??)

Kann ein **neues** Hallenbad nachhaltig sein?

Architektur
Bauphysik
Nachhaltigkeit

- | | |
|-------------------|--|
| - Konzept | - Konstruktionen / Unterirdisch - Oberirdisch
- UG-Volumen minimieren
- Kompakte Gebäudehülle |
| - Konstruktionen | - Erstellung: minimieren der grauen Energie in Material & Herstellung:
- wenig Beton
- wenig Stahl
- wenig Kunststoff
- richtig konstruieren und bauen = keine Bauschäden |
| - Bau-Materialien | - Baukonstruktionen resp. Materialien sind weitgehend gegeben
- Beton / Stahl / Wärmedämmebene / Installationen
- Dämmungen / Dichtungsfugen / Schaum / Anstriche etc.
- in öffentlichen Hallenbädern zudem Vandalen-Sicherheit |

Haustechnik
Nachhaltigkeit

- | | |
|-----------|---|
| - Betrieb | - Energie-Effizienz der technischen Einrichtungen
- Wahl der eingesetzten Produkte für Unterhalt |
|-----------|---|

Lärmbelastung gemäss Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV)

- Betriebslärm
- Gegenüber Nachbarn / im offenen Fenster gemessen
- Anlieferungslärm / Parkplatzlärm, gerechnet mit Cadna A (3-D)



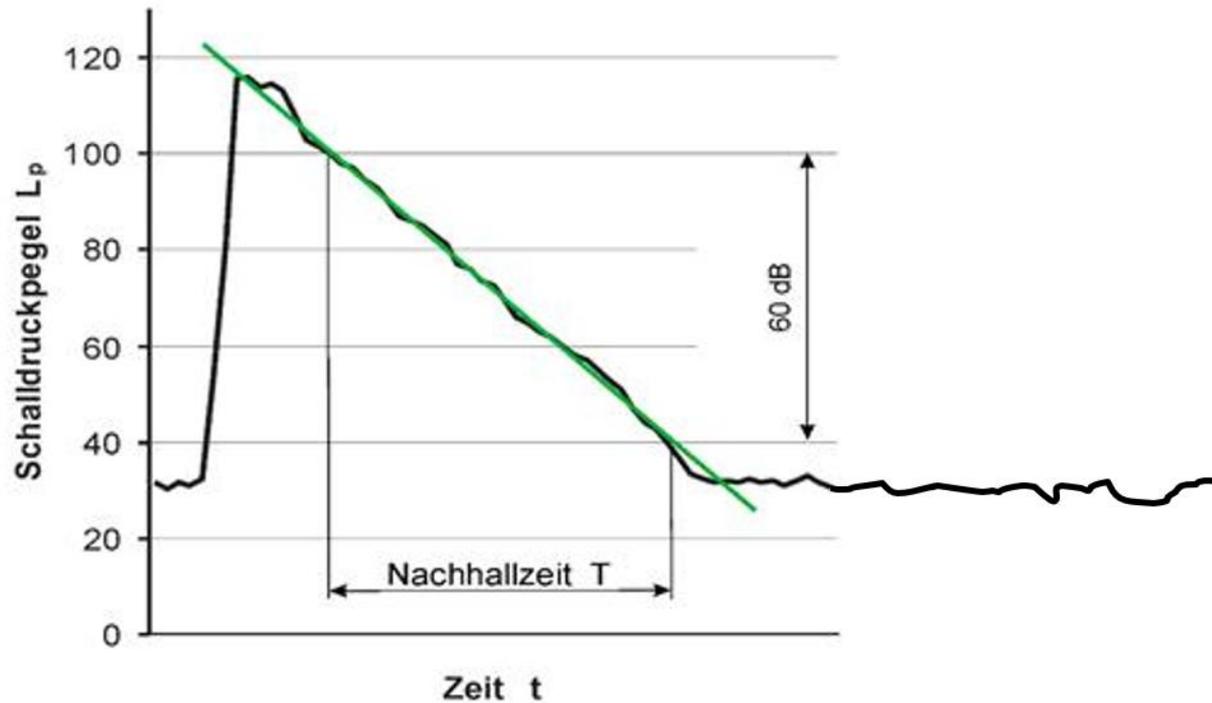
Lärmbelastung gemäss Lärmschutzverordnung des Bundes (LSV)

- Betriebslärm
- Gegenüber Nachbarn / im offenen Fenster gemessen
- Lüftungsgeräte / Wärmepumpen etc., gerechnet mit Cadna-A 3-D



Raumakustik Basis

- Definition
- Die Zeit bis der Schalldruckpegel nach Abschalten einer Schallquelle um 60dB abgeklungen ist



Raumakustik Basis

- Definition

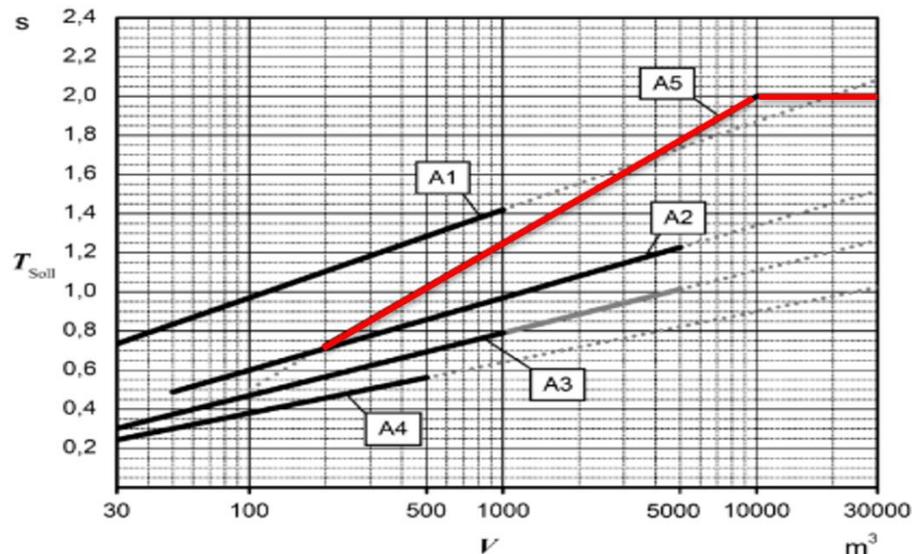
- Die Zeit bis der Schalldruckpegel nach Abschalten einer Schallquelle um 60dB abgeklungen ist

- Nachhallzeit ist anhängig vom Volumen des Raumes

Nach DIN 18041 für Sporthallen zwischen 200 und 10'000m³

Bei 200m³ = 0.73 sek. (± 20%)

≥10'000m³ = 2.00 sek. (± 20%)



Raumakustik Basis

- Definition
 - Die Zeit bis der Schalldruckpegel nach Abschalten einer Schallquelle um 60dB abgeklungen ist
 - Nachhallzeit ist anhängig vom Volumen des Raumes
 - Für Sporthallen zwischen 200 und 10'000m³
 - Bei 200m³ = 0.73 sek. (± 20%)
 - ≥10'000m³ = 2.00 sek. (± 20%)

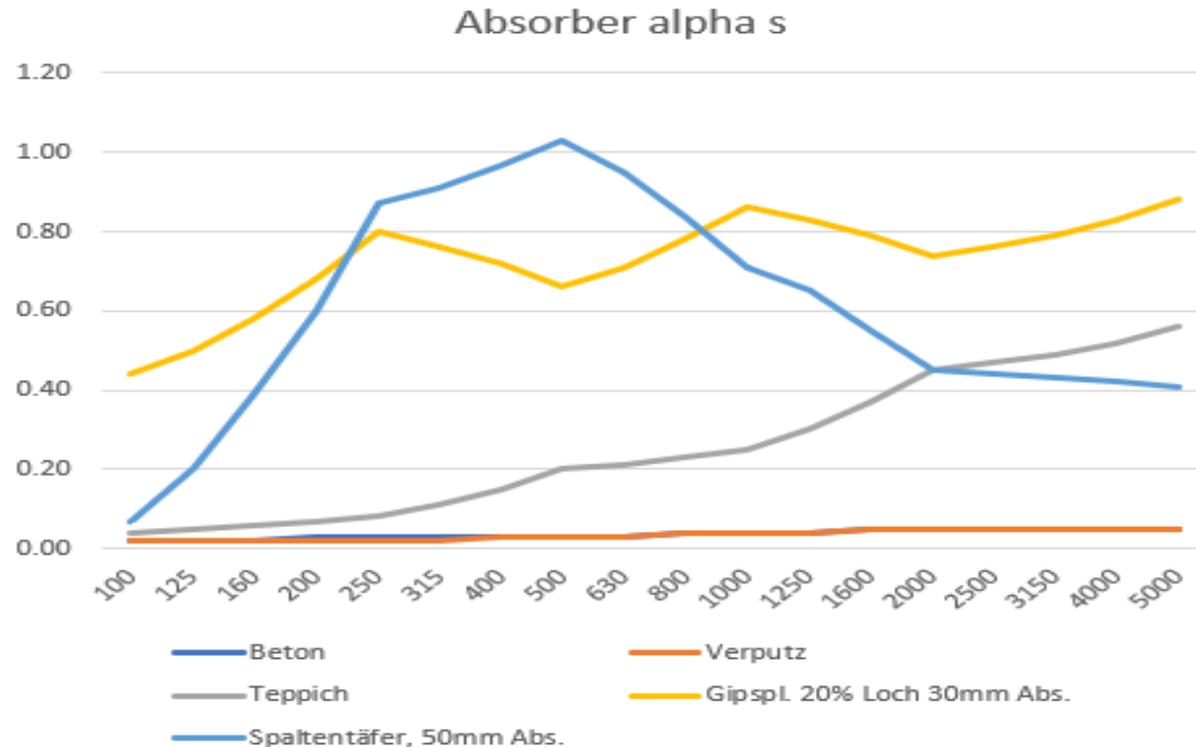
- Normen
 - SIA 181 (Schallschutz im Hochbau)
 - SIA 181/1 (Raumakustik) ist in Bearbeitung
 - DIN 18041 (Hörsamkeit in Räumen / Gruppe A5 = Sport) für Sporthallen zwischen 200 und 10'000m³
 - SUVA (Arbeitsplätze)

Raumakustik Basis

- Absorber

- jedes Material absorbiert den Schall mehr oder weniger gut

- α_s von 0.0 bis 1.0 = 0 Absorber bis 100% Absorber



Raumakustik Praxis

- Berechnung

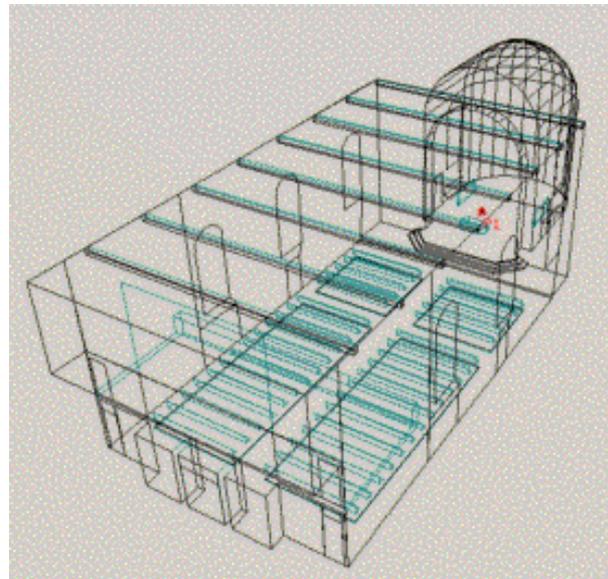
- Einfache Beurteilung nach Sabine (Oktavband/ Terzband)

$T = 0.163 \times V / A$ gerechnet in 4/10 Frequenzen von 250 – 2000 Hz

- genauer: mit 3-D-Modellierung des Raumes z.B. ODEON

Raumakustik

Simulation der Raumakustik Kirche



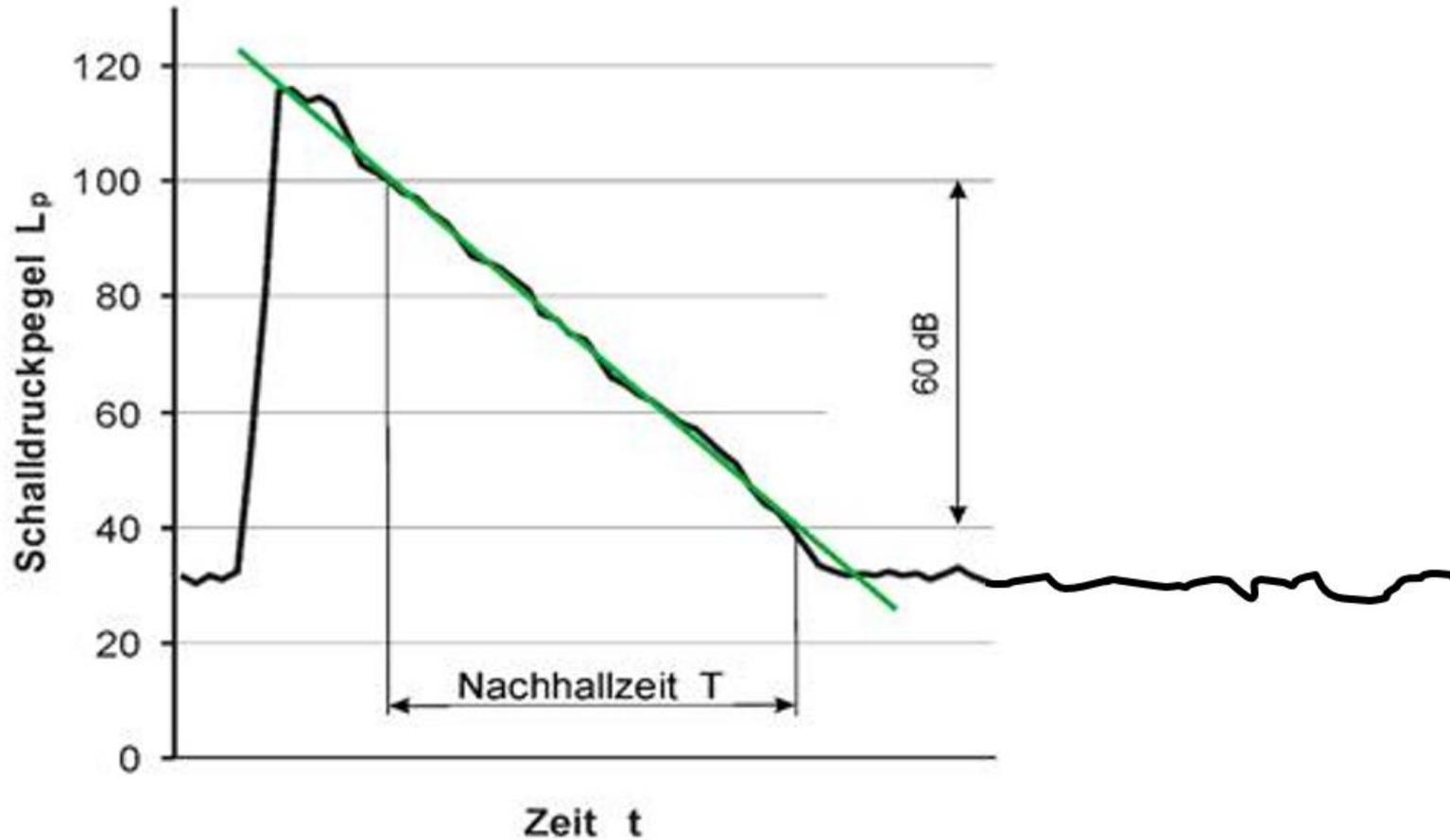
Raumakustik Praxis

- Berechnung
 - Einfache Beurteilung nach Sabine (Oktavband/ Terzband)
 $T = 0.163 \times V / A$ gerechnet in 4/10 Frequenzen von 250 – 2000 Hz
 - genauer: mit 3-D-Modellierung des Raumes z.B. ODEON
- Messung
 - Mit Schallimpuls: z.B. Pistolenknall oder Lautsprecher (rosa Rauschen)

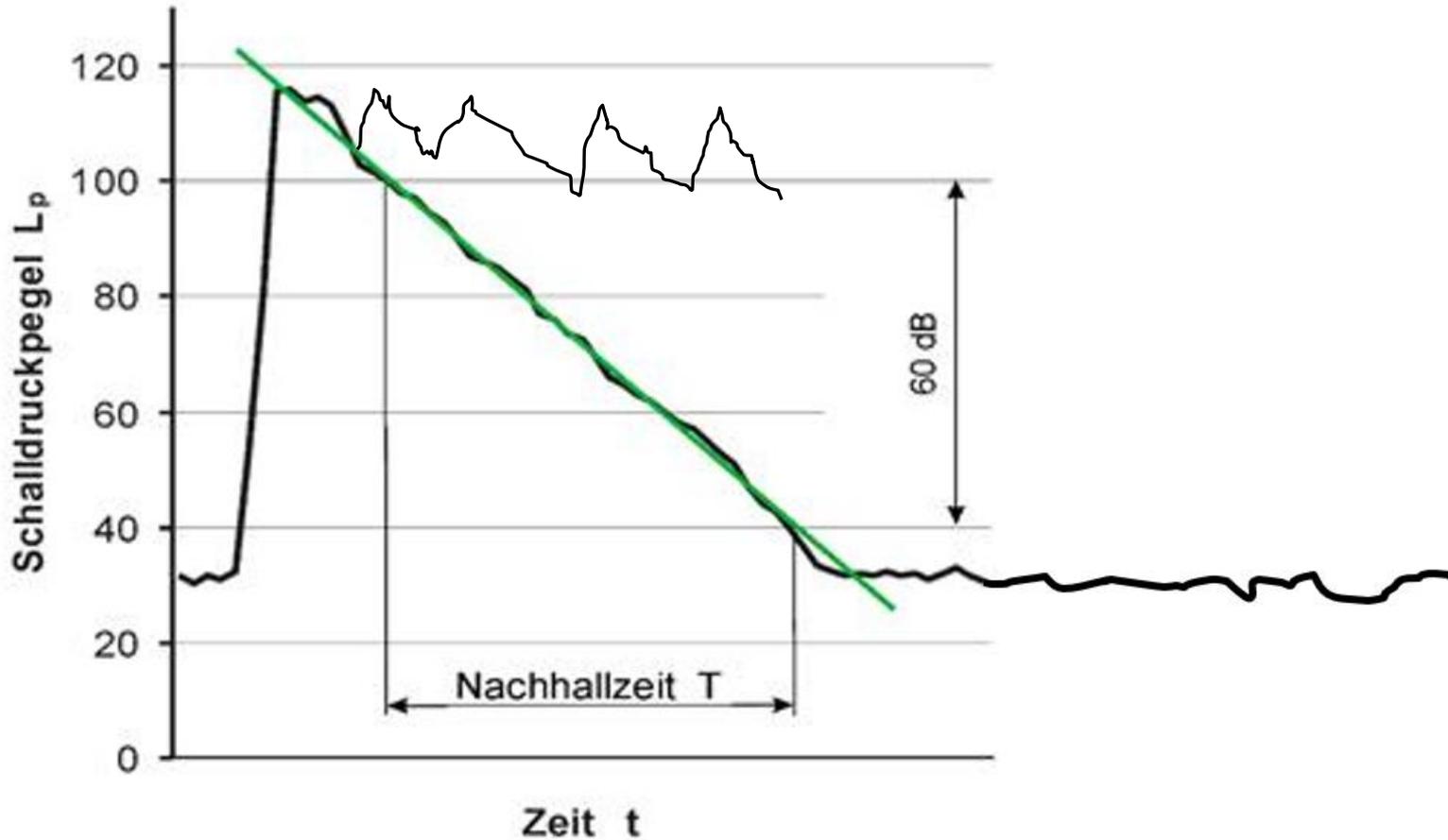
Raumakustik Praxis

- Berechnung
 - Einfache Beurteilung nach Sabine (Oktavband/ Terzband)
 $T = 0.163 \times V / A$ gerechnet in 4/10 Frequenzen von 250 – 2000 Hz
 - genauer: mit 3-D-Modellierung des Raumes z.B. ODEON
- Messung
 - Mittels Schallimpuls: Pistolknall oder Lautsprecher (rosa Rauschen)
- Verbesserungen
 - Reduktion der Nachhallzeit mittels Schallabsorbern
 - erhöht die Verständlichkeit (z.B. Alarm-Durchsagen)
 - ist für Gäste angenehmer weil ruhiger

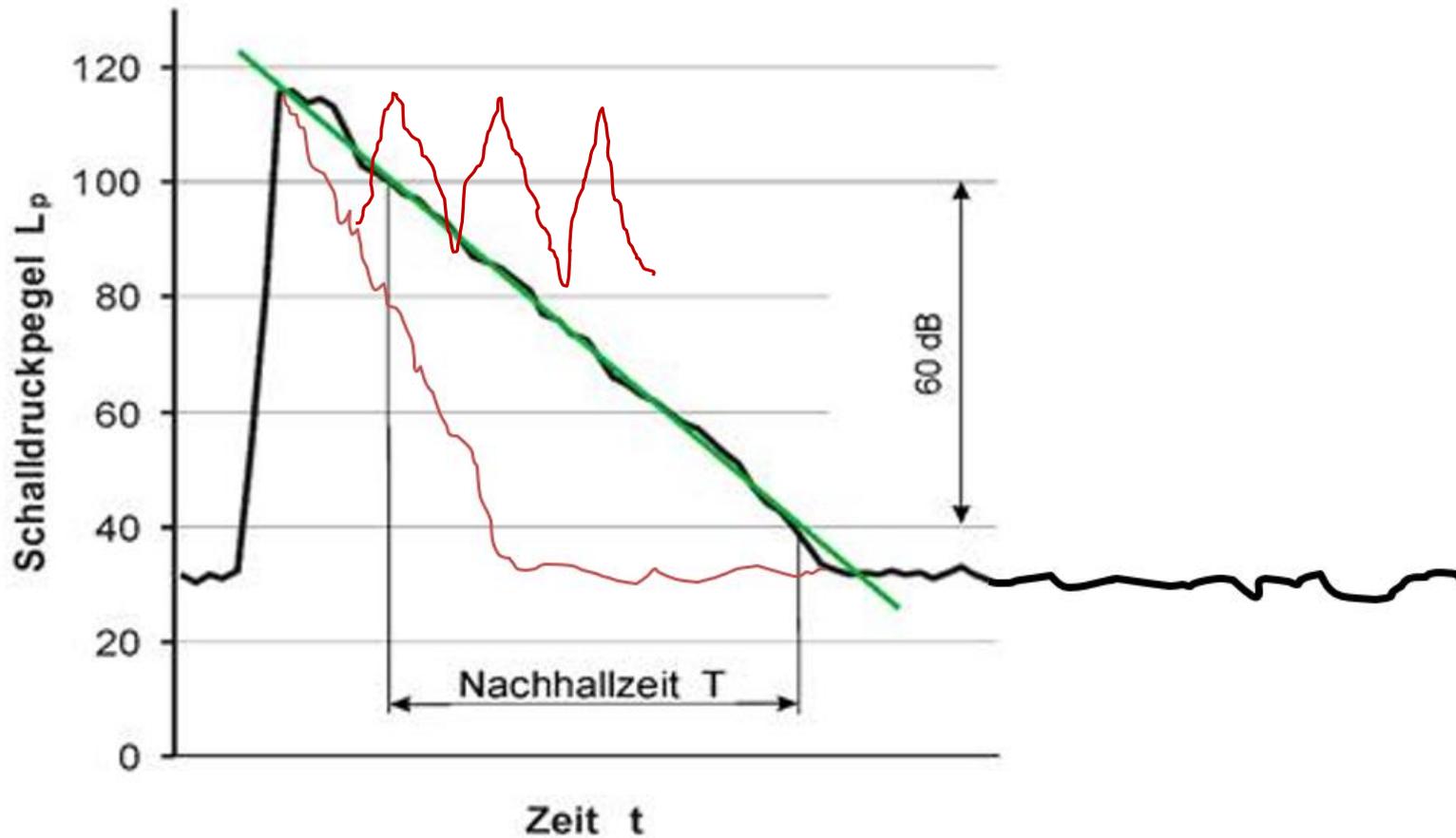
Raumakustik Nachhallzeitmessung



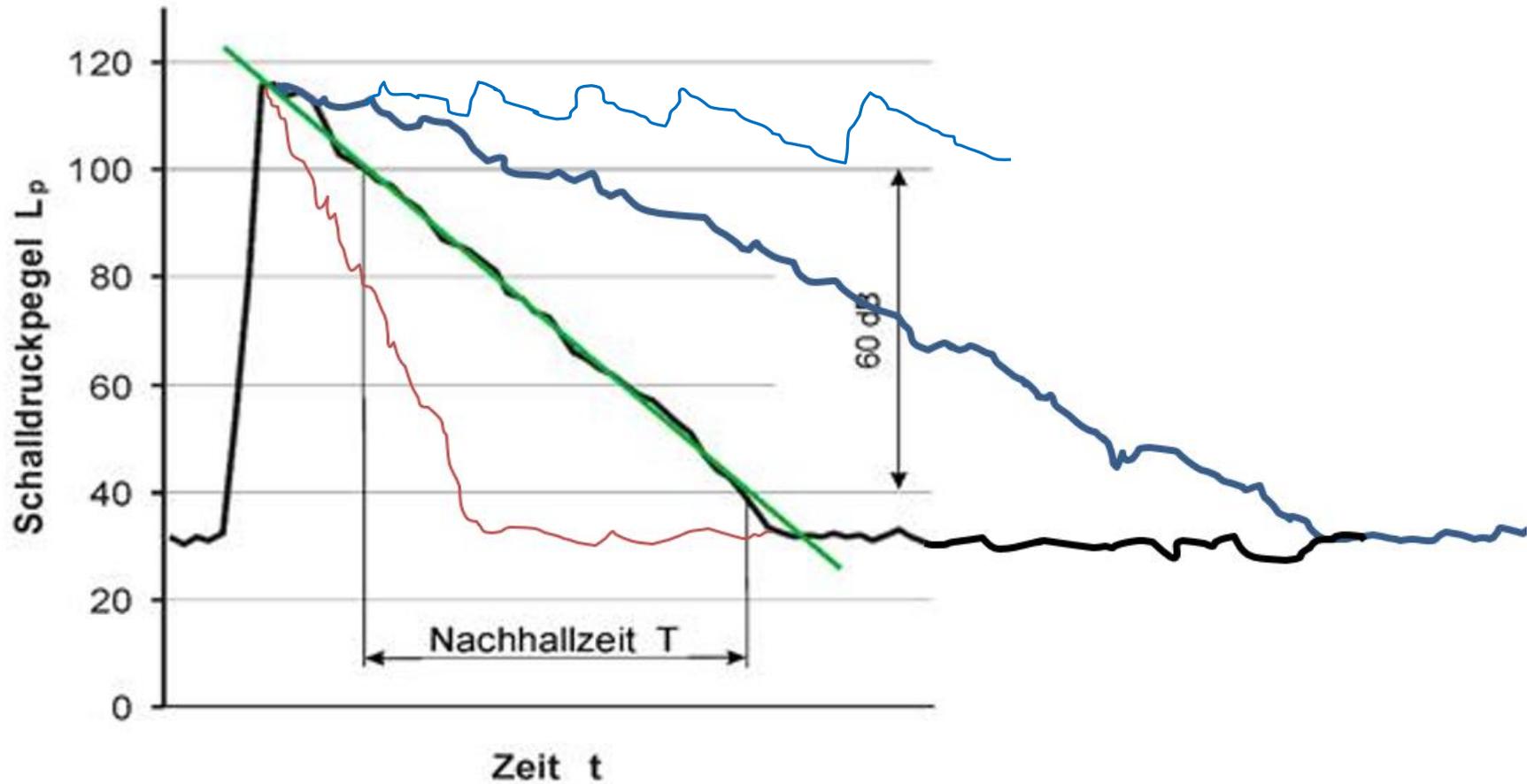
Raumakustik Sprechen mit mittlerer Nachhallzeit



Raumakustik Sprechen mit kurzer Nachhallzeit



Raumakustik Sprechen mit langer Nachhallzeit

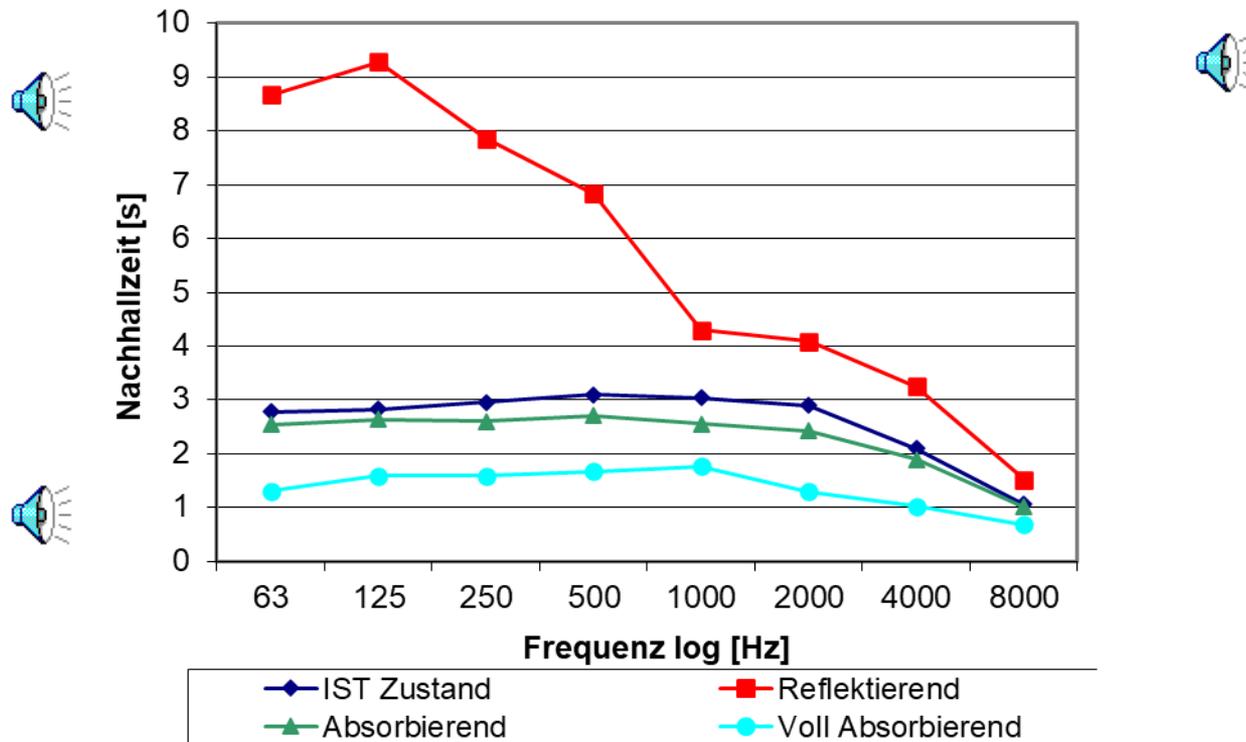


Raumakustik Praxis

- Berechnung
 - Einfache Beurteilung nach Sabine (Oktavband/ Terzband)
 - $T = 0.163 \times V / A$ gerechnet in 4/10 Frequenzen von 250 – 2000 Hz
 - genauer: mit 3-D-Modellierung des Raumes z.B. ODEON
- Messung
 - Mittels Schallimpuls: Pistolenknall oder Lautsprecher (rosa Rauschen)
- Verbesserungen
 - Reduktion der Nachhallzeit mittels Schallabsorbieren
 - erhöht die Verständlichkeit (z.B. Alarm-Durchsagen)
 - ist angenehmer weil ruhiger
 - Auralisierung aus Berechnung mit Odeon

Raumakustik Praxis

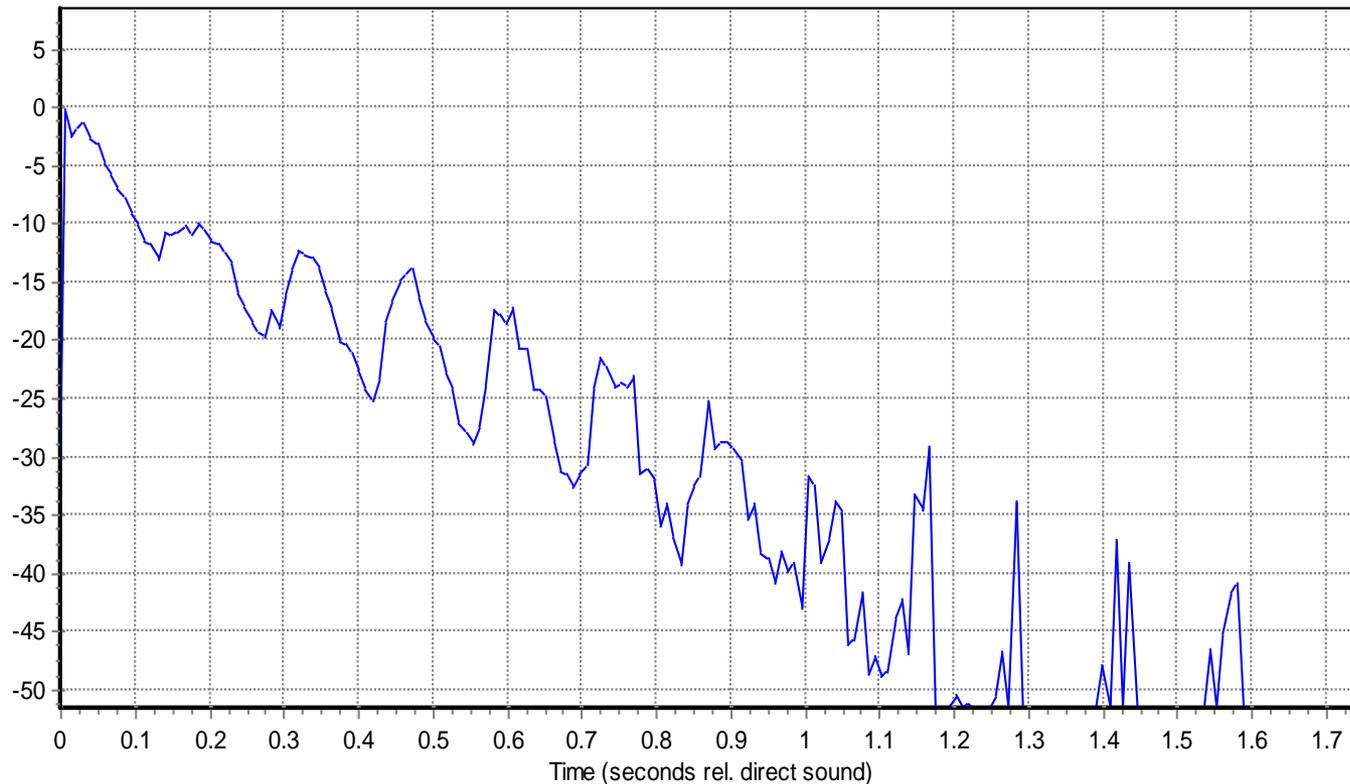
- Auralisierung aus Berechnung mit Odeon



Raumakustik Praxis



- Raumgeometrie und harte Wandoberflächen : Achtung Flatterechos!



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit