



Grundlagen der Elektroakustik

Planungsgrundlagen für Sprachalarmanlagen (SAA)

1 Grundlagen der Elektroakustik

1.1 Physikalische Grundbegriffe und Einheiten

1.2 Das menschliche Gehör

1.2.1 Hörschwelle und Empfindlichkeit

1.2.2 Die Lautstärke

1.3 Schwingungslehre

1.3.1 Periodische Schwingungen

1.3.2 Überlagerung von Schwingungen

1.3.3 Reflexion und Nachhall

1.3.3.1 Nachhallzeit in Räumen

1.3.3.2 Hallradius

1.3.4 Resonanz und Rückkopplung

1.4 Schall und Schallgrößen

1.4.1 Schallgeschwindigkeit

1.4.2 Schalldruck und Schallruckpegel

1.4.3 Schallerzeugung und Ausbreitung

1.4.3.1 Raumschall

1.5 Mikrofone

1.5.1 Das Wandlerprinzip

1.5.2 Phantomspeisung

1.5.3 Kenngrößen eines Mikrofons

1.6 Lautsprecher

1.7 Verstärker

1.7.1 Kenngrößen eines Verstärkers

1.7.2 100-Volt-Technik

2 Planungsgrundlagen für Sprachalarmanlagen (SAA)

2.1 Allgemein

2.1.1 Normen, Richtlinien

2.1.2 Bauaufsichtsrecht der Länder

2.1.3 IP Schutzarten

2.1.4 Begriffe/Definitionen

2.2 Anwendungsgebiete von SAA

2.2.1 Allgemeine Systemanforderungen

2.2.2 Ausfallsicherheit

2.2.3 Anforderungen an die Ansteuerung

2.2.4 Spannungsversorgung der SAA

2.2.5 Die 100 V-Technik

2.2.6 Feuerwiderstandsklasse

2.2.7 Klassifizierung von Beschallungsanlagen

2.3 Beschallung

- 2.3.1 Beschallungsarten
- 2.3.2 Beschallungskriterien
- 2.3.3 Zentrale Beschallung
 - 2.3.3.1 Semi-zentrale Beschallung
 - 2.3.3.2 Verteilte Beschallung
- 2.3.4 Das A/B-Beschallungssystem
- 2.3.5 Ton- und Sprachmeldungen
- 2.3.6 Messung der Sprachverständlichkeit

2.4 Das VARIODYN® D1 System

- 2.4.1 VARIODYN® D1 Compact
- 2.4.2 VARIODYN® D1
- 2.4.3 Digitales-Output-Modul (DOM)
- 2.4.4 Mikrofone / Sprechstellen
- 2.4.5 Leistungsverstärker
- 2.4.6 Universal-Interface-Modul (UIM)
- 2.4.7 View-Control-Modul (VCM)
- 2.4.8 System Communication Unit (SCU)
- 2.4.9 Netzschaltfeld (MSU)

2.5 Lautsprecher**2.6 Schranksysteme**

- 2.1 Installationshinweise

2.7 Planungsphasen**2.8 Instandhaltung****2.9 Systemkopplungen**

- 2.9.1 Brandmeldeanlagen

2.10 Konfigurationssoftware DESIGNER D1**2.11 Tabellen und Berechnungen**

- 2.11.1 Leitungsdimensionierung
- 2.11.2 Berechnung der erforderlichen Akkukapazität

1 Grundlagen der Elektroakustik

1.1 Physikalische Grundbegriffe und Einheiten

Physikalische Größen werden durch einen Zahlenwert und eine Einheit dargestellt.

Für die elektrische Stromstärke ist z.B. die Grundeinheit „Ampere“ festgelegt. Fügt man hier einen Zahlenwert wie z.B. „2“ dazu so ergibt sich aus diesem Produkt von Zahl und Einheit die physikalische Größe 2 Ampere.

$$\text{Physikalische Größe} = \text{Zahlenwert} \times \text{Einheit}$$

In der Praxis existiert eine Vielzahl von unterschiedlichen Einheitensystemen parallel nebeneinander. Eine gesetzliche Grundlage bietet das Internatio-

nale Einheitensystem „SI-Einheitensystem (Système International d'Unités), welches die Grundeinheiten eindeutig festlegt.

Das SI-Einheitensystem

Phys. Größe	Einheit	Zeichen
Elektrische Stromstärke	Ampere	A
Länge	Meter	m
Lichtstärke	Candela	cd
Masse	Kilogramm	kg
Stoffmenge	Mol	mol
Temperatur ¹⁾	Kelvin Grad Celsius	K °C
Zeit	Sekunde	s

¹⁾ Das Grad Celsius ist im Geltungsbereich der SI-Einheiten zulässig (0 Kelvin = -273 °C).

Einheiten für die Elektrotechnik / Akustik

Phys. Größe	Einheit und Zeichen		Formelzeichen	Bemerkung
Elektrische Spannung	Volt	V	U	---
Elektrische Feldstärke	---	V/m	E	---
Elektrische Wirkleistung	Watt	W	P	---
Kapazität	Farad	F	C	1 F = 1 As/V
Magnetischer Fluss	Weber	Wb	Φ	1 Wb = 1 Vs
Magnetische Induktion	Tesla	T	B	1 T = 1 Vs/m ²
Magnetische Feldstärke	---	A/m	H	---
Induktivität	Henry	H	L	1 H = 1 Vs/A
Widerstand	Ohm	Ω	R	---
Akustik				
Schallabsorptionsgrad	---	---	α	---
Schalldruck	---	N/m ² bzw. 1 Pa	p	1 N/m ² = 1 Pascal
Schalldruckpegel	---	dB	L_p	L _p = 20 log (p ₁ /p ₀)
Schallintensität	---	W/m ²	J	---
Schallstrahlungsdruck	---	N/m ²	Π	---
Schallfluss	---	m ³ /s	q	---
Schallschnelle	---	m/s	v	---
Schalleistung	Watt	W	P_A	---
Schallimpedanz, spez.	---	Ns/m ³	Z_S	---
Akustische Impedanz	---	Ns/m ⁵	Z_A	---
Akustische Leistung	Watt	W	P_{AK}	---
Nachhallzeit	---	S	T_N	T _{N60} = Pegel auf 60 dB
Hallradius	---	m	r_H	---
Lautstärkepegel	---	phon	L_N	---
Bündelungsgrad	---	---	Q	Q = 1 (Kugelcharakter.) Q > 1 (Bündelung)
Absorptionsfläche	---	m ²	A	---

1.2 Das menschliche Gehör

Das menschliche Ohr besteht aus der Ohrmuschel, dem äußeren Gehörgang, dem Trommelfell und dem eigentlichen Hörorgan.

Das Trommelfell teilt das äußere Ohr vom Mittelohr ab. Im Mittelohr befinden sich die drei Gehörknöchelchen Hammer, Amboss und Steigbügel, welche die empfangenen Frequenzen auf das Innenohr bzw. das Hörorgan übertragen. Das Innenohr besteht aus der, mit einer Flüssigkeit gefüllten „Gehörschnecke“.

Äußeres Ohr

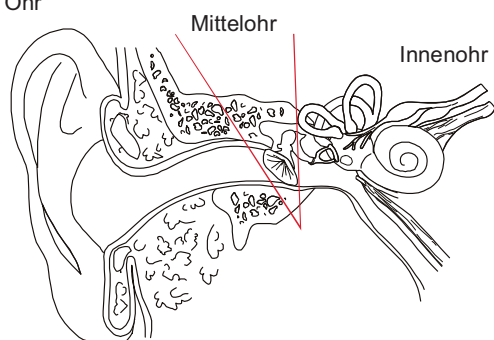


Abb.: Aufbau des menschlichen Gehörs
(Prinzipdarstellung)

Die von Außen empfangenen Schwingungen der Luft werden über die Mechanik der Gehörknöchelchen in der Flüssigkeit des Innenohres in hydraulische Schallwellen umgesetzt. Diese „Druckwellen“ wiederum reizen eine Vielzahl von Haarzellen über die die Information auf entsprechende Nervenzellen übertragen und über den Gehörnerv an das Gehirn weitergeleitet werden.

1.2.1 Hörschwelle und Empfindlichkeit

Das menschliche Ohr kann nur einen bestimmten Frequenzbereich und Schalldruckpegel richtig wahrnehmen. Das Hören beginnt etwa bei 20 Hz und endet bei einer Frequenz von ca. 20.000 Hz. Die untere Grenze wird als Hörschwelle und die obere Grenze als Schmerzschwelle bezeichnet.

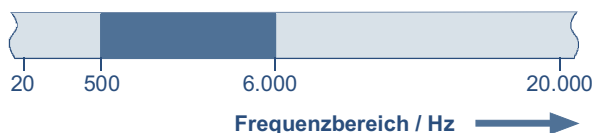


Abb.: Max. Hörbereich und höchste Wahrnehmungsbereich

Der Hörbereich ist abhängig vom Alter des Hörenden (Kind bzw. Erwachsener) und in der Praxis individuell für jede Person anders. Die höchste Empfindlichkeit beim menschlichen Ohr liegt im Bereich von ca. 500 Hz bis 6.000 Hz. Frequenzen in diesem Bereich werden vom menschlichen Gehör überdurchschnittlich und besser wahrgenommen als Frequenzen, die außerhalb dieses Bereiches liegen.

Die Hörschwelle und die Schmerzgrenze sind frequenzabhängig. In den unteren und oberen Frequenzbereichen muss eine wesentlich höhere Schallenergie aufgewendet werden, um die Grenzen zu überschreiten. Im mittleren Frequenzbereich ist der Energieaufwand geringer und somit wird auch die Schmerzgrenze schneller erreicht.

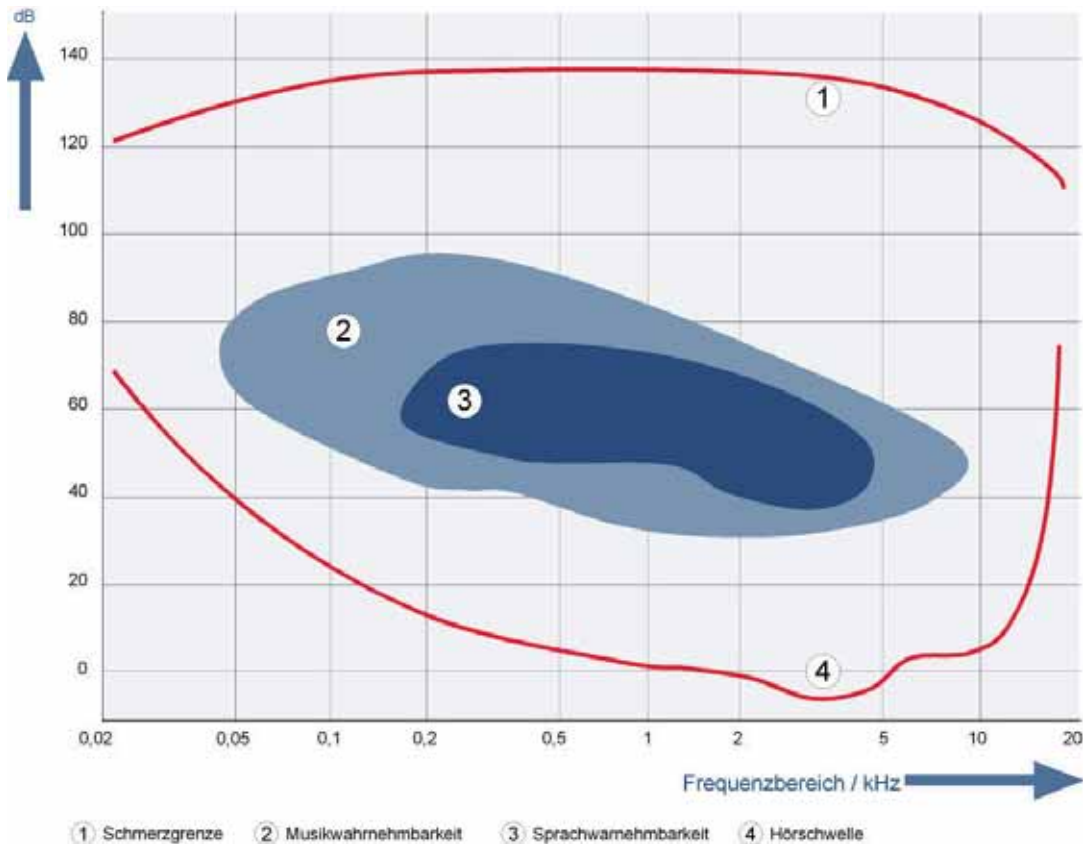


Abb.: Hörfläche des menschlichen Gehörssinnes

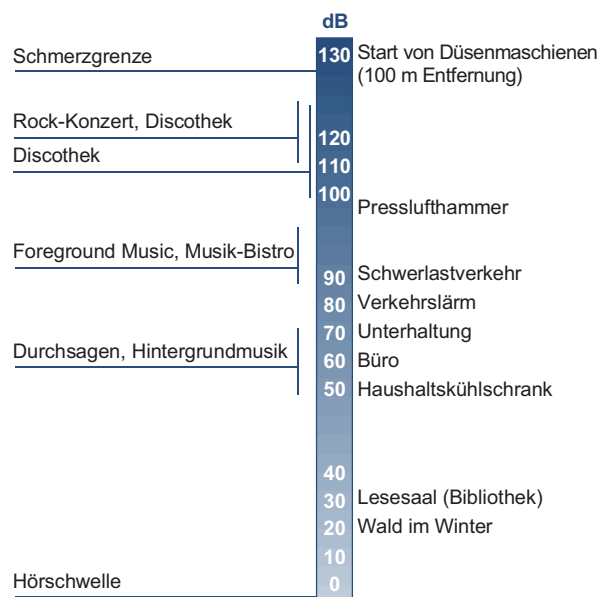
Das Diagramm zeigt den Hörbereich des menschlichen Gehöres. Die farbige gefüllte Fläche zeigt den Frequenzbereich der menschlichen Sprache. In diesem Bereich ist die Sprache gut verständlich, wenn nicht äußere Störquellen, wie z.B. Umgebungsgeräusche die in diesem Frequenzbereich liegen, die Sprachinformationen überlagern und die Qualität der Verständlichkeit und Wahrnehmung reduzieren.

Falls dieser Störschall nicht abgeschaltet oder gemindert werden kann, so ist es erforderlich, die Lautstärke für die Sprachinformation zu erhöhen und/oder gegebenenfalls den Abstand zwischen der Schallquelle (z.B. Lautsprecher) und dem Hörenden zu verringern, um den Einfluss der Störgeräusche so auf das erforderliche Mindestmaß zu reduzieren und die Verständlichkeit der Sprachinformation zu gewährleisten.

Der Schalldruckpegel wird in Dezibel [dB] angegeben.

Eine Verdopplung der Schalleistung (Watt) wird im Bereich der Sprache und Musik als gerade noch wahrnehmbarer Lautstärkenunterschied (+ 3dB) empfunden. Eine Verzehnfachung der Schalleistung empfindet das menschliche Ohr als eine Verdopplung der Lautstärke.

Dieses subjektive Empfinden muss bei der Übertragung von Sprachinformationen und Musik berücksichtigt werden.



1.2.2 Die Lautstärke

Der Begriff „Lautstärke“ ist eine Größe die auf die menschliche Wahrnehmung ausgerichtet ist. Die Lautstärke stellt der physikalisch messbaren Stärke oder Amplitude des Schalls (z.B. als Schalldruck bzw. als Schalldruckpegel) die vom Menschen wahrgenommene Lautheit als Lautheitsempfinden gegenüber.

Zur Messung der Lautstärke sind mehrere Verfahren, wie z.B. mit dem DIN-Lautstärkemesser zulässig. In der heutigen Zeit werden Lautstärkepegel-Messgeräte verwendet die als Messergebnis frequenzbewertete Schalldruckpegel angeben (weighted sound level) und wie auch mit verschiedenen Frequenzbewertungskurven (A, B C und D) arbeiten. Bewertete Pegel werden durch den entsprechenden Buchstaben der Frequenzbewertung gekennzeichnet, z.B. dB (A) für die A-Bewertung mit Kurven gleichen Lautstärkepegels bei ca. 20-40 phon. In der Praxis ist es meistens ausreichend, ausschließlich die international festgelegte Bewertungskurve Typ A zu erfassen und den entsprechenden Schalldruckpegel in dB(A) anzugeben.

Das nachfolgende Diagramm zeigt einzelne Kurven die mit einem Sinuston erzeugt wurden. Die Lautstärke jeder einzelnen Kurve wird trotz unterschiedlichem Schalldruckpegel und unterschiedlicher Frequenz als gleich empfunden.

Zur Beurteilung des subjektiven Lautstärkeempfindens wird die Lautstärke mit einem Bezugsschall von 1 kHz definiert, um vergleichen zu können, welchen Schalldruckpegel ein Sinuston mit einer Frequenz von 1000 Hz haben müsste, damit die Lautstärke gleich empfunden wird. Die Einheit der Lautstärke ist das „phon“. Die Angabe der Lautstärke mit z.B. 60 phon entspricht einem Schall mit beliebiger Frequenz, der genauso laut empfunden wird wie ein Schalldruckpegel von 60 dB (bei einem 1 kHz Sinuston).

Das Diagramm zeigt deutlich die unterschiedlichen Schalldruckpegel (dB) die erreicht werden müssen, um über das ganze Frequenzspektrum von 10 Hz bis 20 kHz eine einheitlich empfundene Lautstärke (phon) zu erzielen. Betrachtet man die 40-phon Kurve bei der Frequenz von 1 kHz und vergleicht diesen Punkt mit der Frequenz von 100 Hz so ist erkennbar, dass für die 100 Hz ein Schalldruckpegel von etwa +10 dB erforderlich ist damit der Ton mit der gleichen Lautstärke wahrgenommen wird.

Eine Erhöhung des Schalldruckpegels um +10 dB wird vom menschlichen Gehör bei Sprach- oder Musikübertragung als eine Verdopplung der Lautstärke empfunden.

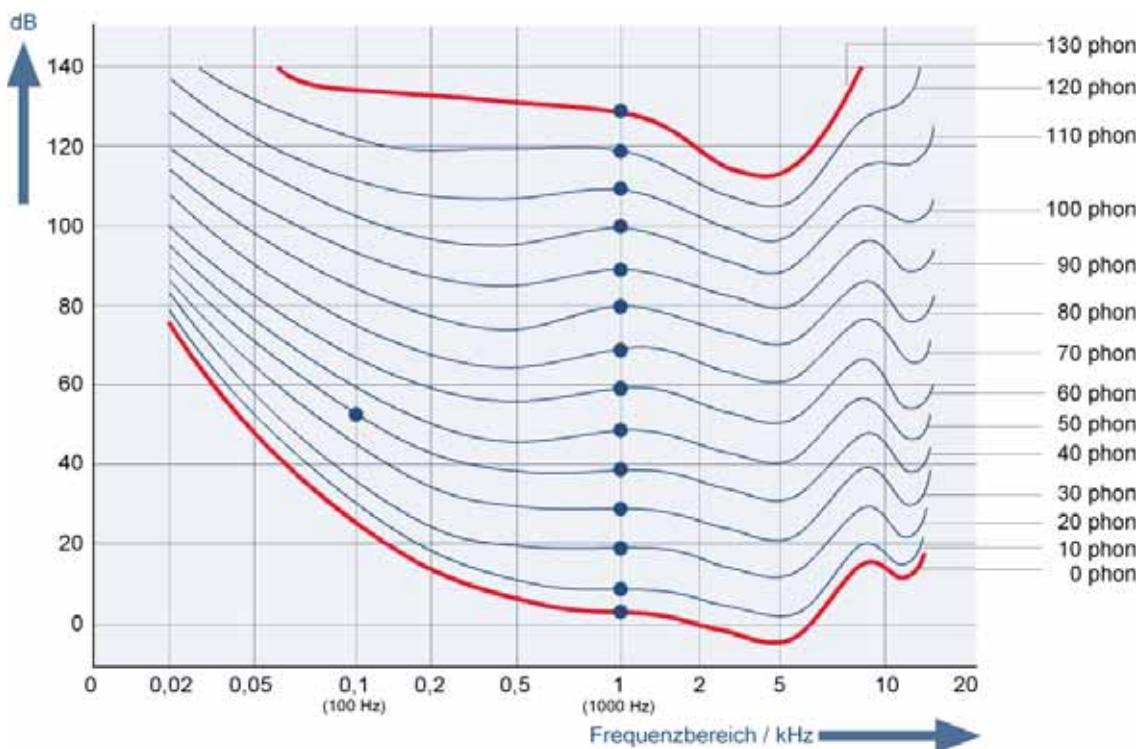


Abb.: Kurven mit gleicher Lautstärke (phon-Zahl)

1.3 Schwingungslehre

Eine Schwingung ist eine Funktion, die eine physikalische Zustandsgröße in Abhängigkeit von der Zeit definiert.

Bei einer periodischen Zustandsänderung wird der Ausgangszustand nach einem festen Zeitintervall wiederholt.

Bei unterschiedlichen Zeitintervallen spricht man von einer nichtperiodischen Schwingung.

Die Ausbreitung von Schallwellen in Gasen (z.B. Luft) und Flüssigkeiten erfolgt grundsätzlich nur in der Form einer Längswelle – der Longitudinalwelle. Longitudinalwellen sind sehr oft Druckwellen.

Das Gegenstück ist die Transversalwelle, wie z.B. Scher- und Biegewellen in Festkörpern oder elektromagnetische Wellen.

1.3.1 Periodische Schwingungen

Eine Sinusschwingung entspricht einem reinen Ton (z.B. 1 kHz)

Die Anzahl der sich wiederholenden Perioden (T) pro Sekunde wird als Frequenz (f) bezeichnet.

Die Einheit der Frequenz wird in Hertz [Hz] angegeben. Bei einer Frequenz von z.B. 1.000 Hz (= 1 kHz) wird also eine Periode genau 1000mal pro Sekunde wiederholt.

$$\text{Frequenz [f]} = \frac{1}{T}$$

$$1 \text{ Hz} = \frac{1}{\text{s}}$$

Der zeitliche Ablauf einer vollständigen periodischen Schwingung wird als Periodendauer (auch Schwingungsdauer) bezeichnet. Die Einheit für die Periodendauer ist die Sekunde [s].

Die Auslenkung (y) zu einem bestimmten Zeitpunkt (t) gibt den momentanen Wert der Auslenkung an, wobei die Amplitude (Scheitelwert) den maximalen Wert der Auslenkung definiert.



Abb.: Periodische Sinusschwingung (Beispiel)

Komplexe, zusammengesetzte und überlagerte Signale wie z.B. Musiksignale lassen sich mathematisch mit der Fourieranalyse (J.B. Fourier, 1786-1830) auf Sinusschwingungen zurückführen bzw. berechnen.



Abb.: Musiksignal oder Sprachsignal (Beispiel)

1.3.2 Überlagerung von Schwingungen

Der Schall der durch ein Medium übertragen wird versetzt kleinste Materieteilchen in Bewegung.

Bei der Übertragung eines reinen Tonsignals (z.B. 1 KHz) über den Luftweg werden die Luftpartikel in Schwingung versetzt und durch diesen mechanischen Energieverlust das Signal auch gleichzeitig bedämpft. Berücksichtigt man, dass ein Materieteilchen nicht gleichzeitig den unterschiedlichen Schwingungen folgen kann, so resultiert daraus eine Abschwächung oder Verstärkung der einzelnen Teilsignale. Es entsteht eine Interferenz.

Interferenz

Überlagerung von mindestens zwei Wellen beliebiger Art gemäß dem Superpositionsprinzip.

Das Superpositionsprinzip beschreibt die Addition bzw. auch Addition mit negativen Vorzeichen (= Subtraktion) von Wellen.

Superpositionsprinzip

Addition der Amplituden einer Welle (nicht deren Intensität !)

Bei einer Verstärkung der Wellen nach dem Superpositionsprinzip bezeichnet man die Überlagerung der Wellen als konstruktive Interferenz.

Konstruktive Interferenz

Verstärkung der Amplituden.

Bei einer Abschwächung der Wellen nach dem Superpositionsprinzip bezeichnet man die Überlagerung der Wellen als destruktive Interferenz.

Destruktive Interferenz

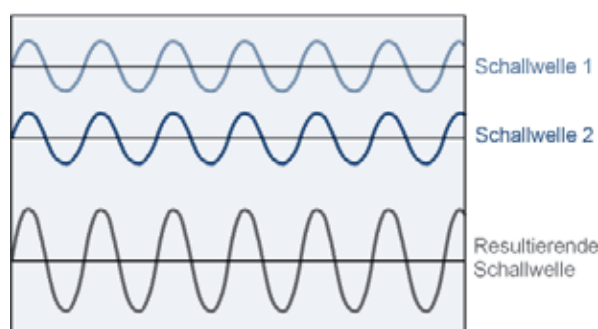
Abschwächung der Amplituden.

Wenn Schwingungen mit gleicher Phasenlage und gleicher Amplitude sich überlagern so, ist die Amplitude der daraus resultierenden Schwingung auch um den Faktor der Anzahl der Einzelschwingungen größer. Bei zum Beispiel zwei Schwingungen verdoppelt sich der Wert der Amplitude. Das bedeutet die Amplitude der entstandenen „neuen“ Schwingung ist doppelt so hoch, wie die Amplitude der beiden Einzelschwingungen.

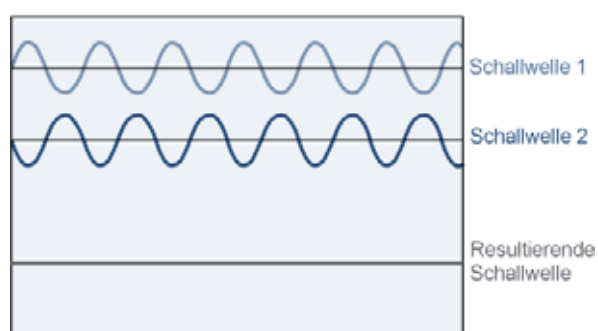
Bei einer um 180° gedrehten Phasenlage wird die „positive“ Amplitude durch die „negative“, um 180° phasenverschobene, Amplitude kompensiert und der resultierende Wert ist Null.

Überlagerung von Schwingungen mit gleicher Frequenz

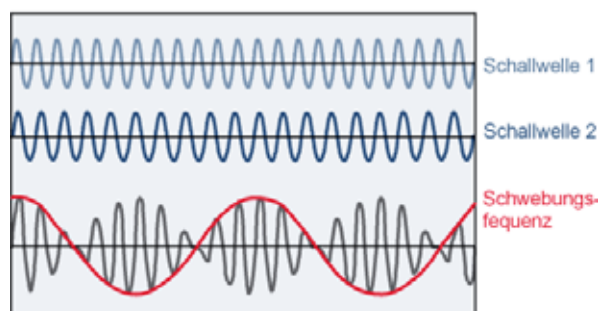
Konstruktive Interferenz



Destruktive Interferenz



Interferenz mit Schwebung



Bei der Übertragung von Tonsignalen in der Umwelt kann man durch die vorhandenen Umgebungsgeräusche grundsätzlich davon ausgehen, dass immer eine Überlagerung verschiedener Frequenzen stattfindet.

Die Amplitude der einzelnen Schwingungen sowie deren Phasenlage können erheblich von der Originalschwingung abweichen.

Überlagerung von Schwingungen mit nicht gleicher Frequenz

Wenn sich zwei Frequenzen mit nur geringem Frequenzunterschied gemäß dem Superpositionsprinzip überlagern, so wird das als Schwebung bezeichnet.

Schwebung

Schwingung mit periodisch unterschiedlicher Amplitude.

Die entstehende Welle mit der neuen Frequenz ist die Hüllkurve der Schwingung. Die resultierende Frequenz der Schwebung entspricht dem Mittelwert der beiden überlagerten Frequenzen.

Die Interferenz zweier Wellen gleicher Frequenz, aber mit entgegengesetzter Ausbreitungsrichtung, führt zu einer stehenden Welle, auch Stehwelle genannt.

Stehwelle

Interferenz von 2 Wellen gleicher Frequenz und gegensätzlicher Ausbreitungsrichtung.

1.3.3 Reflexion und Nachhall

Die Reflexion beschreibt das Verhalten einer Schallwelle, wenn sie auf ein Hindernis trifft und von dessen Oberfläche zurückgeworfen – reflektiert – wird. Bei glatten Oberflächen kann das Reflexionsgesetz angewendet werden. Als glatt gilt eine Oberfläche dann, wenn ihre Struktur im Verhältnis zur Frequenz (Wellenlänge) der Schallwelle glatt ist. Ein Beispiel für Schallwellen im menschlichen Hörbereich sind Glasflächen wie z.B. Fenster- / Glastüren und/oder bauliche Abtrennungen aus Glas (Glasbausteine). Bei sehr hohen Frequenzen kann eine, optisch als glatt eingestufte Oberfläche, sich physikalisch durchaus als Fläche mit einer gewissen Rauheit verhalten.

Die Hauptursache für Klangverfälschungen in einem geschlossenen Raum sind Reflexionen.

Das Reflexionsgesetz:

- Der einfallende Strahl, das Einfallslot und der reflektierte Strahl liegen auf einer Ebene.
- Der Einfallswinkel ist genauso groß wie der Reflexionswinkel $\alpha = \beta$.

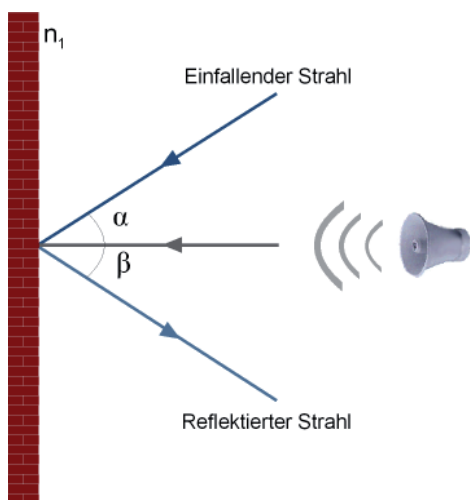


Abb.: Schallreflexion nach dem Reflexionsgesetz

Bei Schallwellen im menschlichen Hörbereich (20 Hz bis 20 kHz) kann in der Praxis davon ausgegangen werden, dass für optisch glatte Flächen das Reflexionsgesetz mit der Regel „Einfallswinkel = Ausfallswinkel“ angewendet werden kann. Von größerer Bedeutung ist die Reflexion der Schallwelle innerhalb von Räumen oder Gebäuden. Hier wird die Schallwelle gegebenenfalls mehrfach von den Decken und Wänden reflektiert bis sie das menschliche Ohr erreicht. Durch die unterschiedlichen Wegstrecken der Schallwelle ergeben sich auch unterschiedliche Laufzeiten und es entsteht ein Nachhall. Bei großen Laufzeitunterschieden der Schallwelle kann der Nachhall sogar als Echo wahrgenommen werden.

Bei rauen Oberflächen und Kanten wird die Strahlung diffus zurückgestreut. Je rauer eine Oberfläche ist, desto diffuser wird der Schall gestreut. Zusätzlich spielt auch die Beschaffenheit und Materialart eine Rolle. Bei weichen Materialien werden Schallwellen mehr absorbiert. Der größte Anteil der reflektierten Schallwellen wird – unabhängig von der Materialart und Einstrahlrichtung – von der Oberfläche senkrecht zurückgeworfen. Dieses Verhalten der diffus gestreuten Wellen ist mathematisch in dem „Lambertschen Gesetz“ definiert.

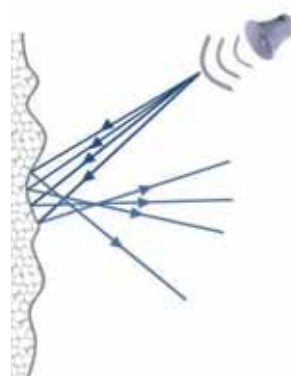


Abb.: Diffuse Schallreflexion

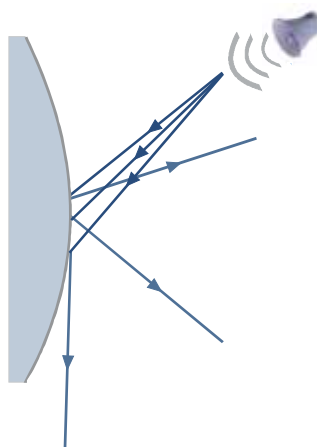


Abb.: Konvexe Schallreflexion

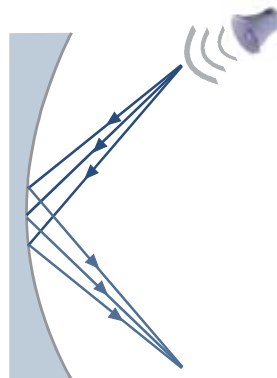


Abb.: Konkave Schallreflexion

Bedeutung für die subjektive akustische Wahrnehmung eines bestimmten Geräusches (z.B. Sprache):

- Der prozentuale Anteil der direkten Reflexionen am gesamten Schallpegel in der Umgebung
- Die Laufzeitunterschiede der Reflexionen und deren Anteil am Gesamtschallpegel
- Die Intensität und räumliche sowie zeitliche Verteilung (Nachhallzeit) des Nachhalls und dessen Anteil am Gesamtschallpegel

Nachhall

Kontinuierliche Reflexionen von Schallwellen (Schallreflexionen) in einem geschlossenen Raum oder in einem natürlich begrenzten Bereich.

Nachhall entsteht beispielsweise in größeren (leeren) Räumen oder Gebäuden wie z.B. Kirchen, Räumen mit hohem Anteil an Fliesen und Keramik sowie in Höhlen. Die Verständlichkeit der Sprache bzw. des ursprünglichen Schallsignals kann durch den Nachhall erheblich beeinträchtigt werden.

Nachhallzeit

Zeit nach Abschalten der Schallquelle in welcher der Schalldruckpegel um 60 dB reduziert wird (entspricht einem 1000stel des Originalschalldruckes). Deshalb wird die Nachhallzeit auch oft mit der Bezeichnung RT_{60} angegeben.

Empfohlene Nachhallzeit (in Anlehnung an die DIN 18041) für Räume in denen eine hohe Sprachverständlichkeit gewährleistet werden muss:

Hörtyp	Nachhallzeit [s]	Raumgröße und Raumart
Normalhörende	0,3 bis 0,8	Ø 200 m ³ , wenig reflektierend
	0,4 bis 0,6	Schulungsraum / Klassenzimmer
	1,5 bis 2	Konzertsaal mit gewolltem Halleffekt
	1,1	Ø 350 m ³ , wenig reflektierend
	1,6	Ø 6.000 m ³ , wenig reflektierend
	1,9	bis 20.000 m ³ , wenig reflektierend
Hörbehinderte	Ø 0,3	Generelle Empfehlung

1.3.3.1 Nachhallzeit in Räumen

In geschlossenen Räumen entsteht durch die Reflexion der Schallwellen an den Wänden und der Decke ein Nachhall. Die Schallwellen, die auf indirektem Weg das Ohr erreichen, haben gegenüber der direkten Schallübertragung eine zeitliche Verzögerung. Das Verhältnis zwischen dem direkten und indirekten Schall wird als Hörsamkeit bezeichnet. Die Hörsamkeit eines Raumes ist dann besonders gut, wenn kein indirekter Schall entsteht und möglichst viel direkter Schall das Ohr erreicht.



Berechnung der Nachhallzeit

Zur Berechnung der Nachhallzeit wird der Absorptionsgrad der Materialien benötigt, die in dem zu berechnenden Raum verwendet worden sind.

Die Nachhallzeit wird in der Einheit „m² o.F.“ angegeben. Die Abkürzung „o.F.“ steht für „offenes Fenster“ welches den Schall optimal, wie ein großes Loch, absorbiert. Der Absorptionsgrad α (alpha) dieser „offenen Fensterfläche“ hat den Wert 1. Alle anderen Materialien werden in Bezug auf diesen Wert eingestuft und erreichen einen Absorptionsgrad der kleiner ist als der Absolutwert 1.

Je kleiner der Absorptionsgrad eines Materials ist, umso heftiger wird die Schallwelle reflektiert. Der Absorptionsgrad und somit auch die daraus zu berechnende Nachhallzeit sind frequenzabhängig.

Die nachfolgende Tabelle bietet eine Übersicht zum Absorptionsgrad verschiedener Materialien bei einer Frequenz von 1 kHz, wie sie in Räumen oder Gebäuden vorkommen.

Material	Absorptionsgrad α bei 1000 Hz
Luft/m³	0,00
Wandflächen	
Mauerwand ohne Anstrich	0,03
Mauerwand mit Anstrich	0,02
Mauerwand, verputzt, inkl. Tapete	0,05
Betonwand, unverputzt	0,03
Marmor	0,02
Stuck	0,05
Holzverkleidung	0,08
Kork	0,04
Fußböden	
Linoleum	0,04
Parkett	0,05
Dielenboden	0,07
Teppich, Minimalwert	0,2
Teppich, schwere Ausführung	0,5-0,7
Steinboden / Fliesen	0,01-0,03
Decken	
Beton, unbehandelt	0,03
Beton, inkl. Tapete	0,04
Gipskarton, geschlossen und verfugt	0,03
Mineralfaserplatte mit Löchern	0,75
Lochblech	0,80
Fenster und Türen	
Glas, einfach	0,03
Doppelverglasung	0,03
Holz, vollflächig	0,06
Raumausrüstung, Dekoration	
Dünne Vorhänge, Übergardinen	0,25-0,4
Leinen / Baumwolle, dünn	0,4-0,5
Gardinen mit Falten	0,5
Samtvorhang, schwere Ausführung	0,8-1,00
Stuhl, leer	0,13
Stuhl, besetzt	0,45
Polsterstuhl, leer oder besetzt	0,8
Lederstuhl, leer	0,55

Berechnungsbeispiel zur Nachhallzeit:

Formel von W.C. Sabine
(Naturwissenschaftler, Amerika)

Nachhallzeit

$$T = \frac{0,163 V}{A}$$

A = Summe der Flächen n x Absorptionsgrad α

- 0,163 → Sabin'sche Nachhallkonstante
- T → Nachhallzeit (in Sekunden)
- V → Raumvolumen (in m³)
- A → Summe der Absorptionswerte (aller Flächen, Gegenstände des Raumes etc.)
- n → Gesamtfläche der einzelnen Flächentypen (in m²)

Berechnung des Raumvolumens V:

$$V = \text{Länge} \times \text{Breite} \times \text{Höhe}$$

$$V = 8 \text{ m} \times 15 \text{ m} \times 3 \text{ m} = \underline{\underline{360 \text{ m}^3}}$$

Berechnung der Einzelflächen:

Die einzelnen Flächen (A) mit unterschiedlichem Absorptionsgrad (α) sind:

$A_{\text{BODEN}} = 120 \text{ m}^2 \times 0,05$ (Parkett)	=	6
$A_{\text{DECKE}} = 120 \text{ m}^2 \times 0,03$ (Gipskarton)	=	3,6
$A_{\text{WAND}} = 198 \text{ m}^2 \times 0,05$ (Wand, tapeziert)	=	9,9
Summe	=	<u>19,5</u>

Der Absorptionsgrad (α) hat eigentlich die Einheit (m/s); wird aber immer dimensionslos angegeben.

Mit der Formel nach W.C. Sabine ergibt sich eine Nachhallzeit:

$$T = \frac{0,163 \times 360 \text{ m}^3}{19,5} = \underline{\underline{3,01 \text{ s}}}$$

Einrichtungsgegenstände, wie z.B. Gardinen, Möbel sowie Fensterflächen, Türen und Personen die sich in diesem Raum befinden, haben zusätzlich erheblichen Einfluss auf die Nachhallzeit.

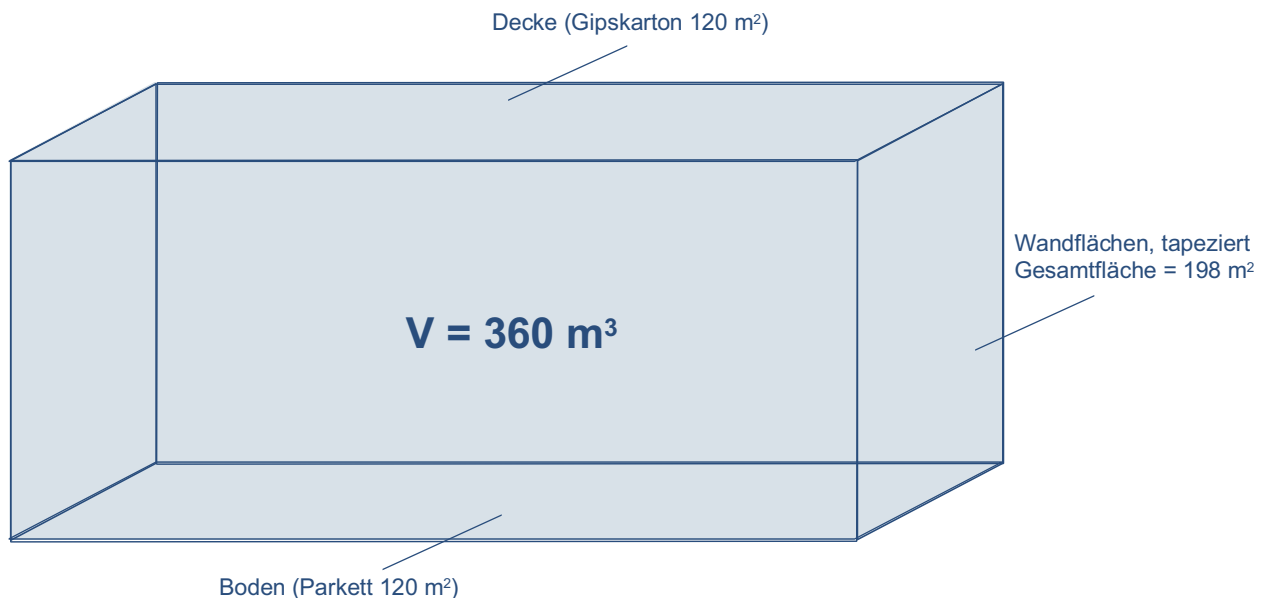


Abb.: Ein leerer Raum mit einer Fläche von 8 x 15 m und einer Deckenhöhe von 3 Metern.

1.3.3.2 Hallradius

Durch die Reflexion und den indirekten Schall in einem Raum bildet sich ein „Frequenzgemisch“ das den direkten Schall überlagert. Die Lautstärke des Direktschalls ist nicht an allen Punkten im Raum identisch, sondern reduziert sich quadratisch mit dem Abstand der Hörposition zur Schallquelle.

Beim indirekten Schall kann in der Praxis davon ausgegangen werden, dass er an allen Punkten im Raum – im Gegensatz zum Direktschall – eine gleiche Intensität besitzt. Hierdurch wird der Anteil des indirekten Schalles mit zunehmender Entfernung zur Schallquelle höher sein, als der direkte Schall.

Der Hallradius kennzeichnet den Punkt bzw. die Grenze im Raum, an dem der indirekte Schall und der direkte Schall die gleiche physikalische Größe haben. Bezugsgröße ist der Bündelungsgrad „Q“ der eine Kugelcharakteristik (Q=1) wie z.B. eines Lautsprechers oder auch eines Mikrofons beschreibt. Bei einem Wert für den Bündelungsgrad größer 1 wird eine Bündelung (Richtwirkung) beschrieben.

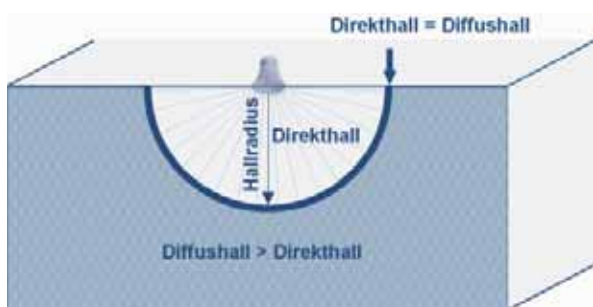


Abb.: Hallradius im Hallraum (Prinzipdarstellung)

Die nachfolgende, vereinfachte Formel liefert einen Näherungswert für die Praxis.

$$r_H = 0,057 \sqrt{\frac{V}{T}}$$

- r_H → Hallradius [m]
- 0,057 → Berechnungskonstante
- T → Nachhallzeit (in Sekunden)
- V → Raumvolumen (in m³)

Beispielrechnung

- Raumvolumen V = 360 m³
- Nachhallzeit T = 3,01 s

$$r_H = 0,057 \sqrt{\frac{360\text{m}^3}{3,01\text{s}}} = \underline{\underline{0,623\text{ m}}}$$

Für diesen Beispielraum ergibt sich ein Hallradius von nur 0,623 Metern.

Dieser Wert kann später zur Planung bei der Aufstellung von Mikrofonen und Lautsprechern genutzt werden.

Beispielberechnungen (Näherungswerte)

Die nachfolgende Tabelle dient als Hilfe zur groben Orientierung bei der Berechnung der akustischen Werte in Abhängigkeit des Raumvolumens. Durch die hier vereinfachte Berechnung können

nicht alle wichtigen Parameter, wie z.B. die Frequenzabhängigkeit der einzelnen Faktoren, berücksichtigt werden.

Raumvolumen T [m ³]	RAUM 1 Leer, akustisch unbehandelt z.B. Lager oder Messehalle			RAUM 2 Leerer Schulungsraum mit Bestuhlung, akustisch unbehandelt		
	Absorbtionsgrad α_{GESAMT}	Nachhallzeit T ₆₀ [s]	Hallradius r _H	Absorbtionsgrad α_{GESAMT}	Nachhallzeit T ₆₀ [s]	Hallradius r _H
100	14	1,1	0,5	43	0,37	0,9
200	24	1,34	0,7	75	0,43	1,2
400	38	1,68	0,9	119	0,54	1,5
500	44	1,81	0,9	139	0,58	1,7
1000	70	2,29	1,2	220	0,73	2,1
2000	111	2,88	1,5	349	0,92	2,6
5000	205	3,91	2,0	643	1,24	3,6
10000	325	4,92	2,5	1021	1,57	4,5
20000	516	6,20	3,2	1621	1,97	5,7
50000	950	8,42	4,4	2986	2,68	7,7

1.3.4 Resonanz und Rückkopplung

Durch die Resonanz kann sich in der Praxis ein schwingungsfähiges System um ein Vielfaches der eigentlichen „Originalschwingung“ aufschaukeln.

Resonanz

Erzwungenes Mitschwingen eines schwingungsfähigen Systems nach periodischer Anregung

Eine Resonanz entsteht dann, wenn ein „Erregersystem“ ein zweites System periodisch anstößt und dieses in der gleichen Frequenz mitschwingt. Ein gutes Beispiel zur der mechanischen Resonanz ist die „Schaukel“.

In der Akustik wird die Resonanz beispielsweise für die Tonerzeugung bei Musikinstrumenten genutzt. Bei der Schallübertragung mit hoher Sprachverständlichkeit ist die Entstehung einer Resonanz nachteilig. In der Praxis können durch z.B. tiefe Frequenzen mit höherem Schalldruck dünne Wände/Decken oder auch große Glasflächen zum Mitschwingen anregen. Davon ausgehend das der Schalldruck nicht so heftig ist, das durch die Resonanz eine Zerstörung der Flächen herbeigeführt wird, ist aber durch das Mitschwingen eine zusätzliche akustische Störung der Schallwellen vorhanden bzw. es wird durch die mechanische Bewegung ein Störgeräusch erzeugt.

Rückkopplung

Unter einer Rückkopplung versteht man generell eine signalverstärkende Wirkung bei der eine Ausgangsgröße (z.B. akustisches Signal) direkt oder indirekt auf den Eingang des ursprünglichen Systems zurückgeführt wird.

In der Beschallungstechnik sind Rückkopplungen störend und müssen ausgeschlossen werden.

Eine Rückkopplung entsteht beispielsweise, wenn ein Mikrofon zu dicht an dem Lautsprecher steht, mit dem das Signal des Mikrofons wiedergegeben wird. Das Mikrofon nimmt das Signal des Lautsprechers wieder mit einer gewissen Zeitverschiebung auf. Hierdurch entsteht eine elektroakustische Schleife die sich selbst aufschaukelt. In der Praxis wird dieses durch ein hohes Pfeifgeräusch oder ein, als unangenehm empfundenes, hohes Geräusch wahrgenommen. Die Frequenz des resultierenden Geräusches hängt von den Eigenschaften und der Phasenverschiebung der Übertragungsstrecke (Luftstrecke, Lautsprecher-, Mikrofoneigenschaften, Raumwände etc.) ab.

Zusätzlich zur Belästigung der Zuhörer ist im Extremfall auch die Zerstörung der Lautsprecher möglich.

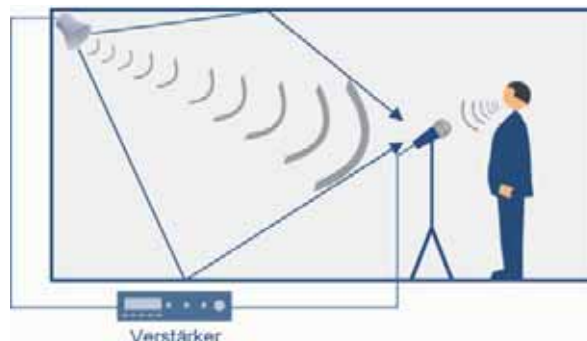


Abb.: Direkte und Indirekte Rückstrahlung des Schalles auf das Mikrofon

Maßnahmen zur Vermeidung einer Rückkopplung

- Positionierung von Mikrofonen und Lautsprechern mit möglichst geringem direkten Schallweg zueinander
- Spezielle Anordnung und Verschaltung mehrerer Mikrofone
- Veränderung des Abstandes zwischen Lautsprecher und Mikrofon
- Abschirmung des Mikrofons oder anderer Mikrofontyp

Bei der Beschallungstechnik kann sich die Anwesenheit von Personen im Raum vorteilhaft für die Unterdrückung einer Rückkopplung auswirken.

Während bei einem leeren Raum noch eine hohe Rückkopplung vorhanden ist, könnte der Schall durch die Zuhörer oder Personen im Raum bedämpft werden, so das die Rückkopplung reduziert würde. Grundsätzlich sollte aber immer von den schlechtesten Rahmenbedingungen (z.B. leerer Raum) ausgegangen werden.

1.4 Schall und Schallgrößen

Der Schall ist das Geräusch oder der Ton wie er vom Gehör eines Menschen oder Tieres wahrgenommen werden kann. Die Schallausbreitung ist nur in Verbindung mit einer vorhandenen Materie möglich (Luft, Wasser, Festkörper etc.). In einem luftleeren Raum (Vakuum) kann sich der Schall nicht ausbreiten und somit ist keine Schallübertragung möglich.

Schall wird erzeugt indem ein Körper zu Schwingungen angeregt wird. Bei der menschlichen Sprache sind das die Stimmbänder, in der Akustik beispielsweise Lautsprecher, die durch eine mechanische Bewegung der Membrane die Luft in Schwingungen versetzen und eine Schallwelle erzeugen.

Der Schall, bzw. die Schallwelle wird durch eine Vielzahl von Begriffen definiert und berechenbar gemacht

1.4.1 Schallgeschwindigkeit

Die Geschwindigkeit mit der sich eine Schallwelle ausbreitet wird als Schallgeschwindigkeit bezeichnet. Sie ist stark abhängig von dem Medium das die Schallwelle durchläuft.

Die Schallgeschwindigkeit [c] ist das Produkt aus der Wellenlänge [λ] und der Frequenz [f].

$$c = \lambda \times f$$

Schallgeschwindigkeit

Luft → 343 Meter pro Sekunde (@ 20 °C)

Wasser → 1.407 Meter pro Sekunde (@ 0 °C)

1.4.2 Schalldruck und Schalldruckpegel

Durch die Ausbreitung von Schallwellen in der Luft werden durch die schwingenden Luftpartikel Änderungen in der Luftdichte verursacht. Diese lokale und temporäre Änderung des Luftdruckes wird als Schalldruck [p] bezeichnet. Die Einheit des Schalldrucks ist [N/m²] oder auch Pascal (1 N/m² = 1 P).

Der Schalldruck [p] kann relativ leicht mit einem Mikrofon gemessen werden. Mikrofone sind (wie auch das menschliche Gehör) von ihrem physikalischen Aufbau her Schalldruckempfänger. Richtiger ist die Bezeichnung Schallwechseldruck, weil es sich hierbei nicht um eine statische Größe handelt. In der Praxis wird aber diese Bezeichnung weitgehend ignoriert.

Bei der menschliche Hörschwelle hat die Schalldruckamplitude einen Wert von 2×10^{-5} N/m² (= 20 μ Pascal). Dies entspricht einem Schalldruckpegel von 0 dB. Ein Schalldruck von etwa von 20 N/m² (= 20 Pascal) wird schon bei einer Frequenz von 1 kHz als unangenehm empfunden.

Zur Berechnung des Schalldruckpegels ist immer der Effektivwert des Schalldruckes einzusetzen. Der Schalldruckpegel (Absolutwert) ist durch den Buchstaben „L“ gekennzeichnet.

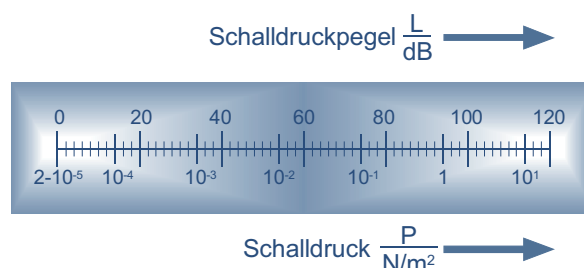
Der Schalldruckpegel von der Hörschwelle (0 dB oder 2×10^{-5} N/m²) bis hin zur Schmerzgrenze (130 dB) reicht über sechs Größenordnungen.

Dezibel-Rechnung

Die Angabe der dB-Werte gilt grundsätzlich für das Leistungsverhältnis ($10 \times \log$). Zur Berechnung des Pegelverhältnisses für den Schalldruck müssen diese quadriert werden, um sie mit dem Leistungsverhältnis vergleichen zu können. Über die dB-Rechnung wird dieses durch die Multiplikation mit dem Faktor 2 erreicht ($2 \times 10 \log$).

$$\begin{aligned} \text{dB}_{\text{LEISTUNGSVERHÄLTNIS}} &\rightarrow 10 \times \log_{10} \dots\dots \\ \text{dB}_{\text{PEGELVERHÄLTNIS}} &\rightarrow 20 \times \log_{10} \dots\dots \end{aligned}$$

Durch die Nutzung der Dezibel-Rechnung können die einzelnen Werte für das Leistungsverhältnis und das Verhältnis des Schalldruckpegels leicht addiert bzw. subtrahiert werden.



Energieverhältnis	Schalldruckpegel
$L = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} \text{ (dB)}$	$L = 20 \log_{10} \frac{p_{\text{EFF}}}{p_0} \text{ (dB)}$
L = absoluter Schalldruckpegel [dB] P ₁ = Leistung P ₂ = Leistung (Bezugsgröße)	L = absoluter Schalldruckpegel [dB] p _{EFF} = Schalldruck (Effektivwert) p ₀ = Bezugsschalldruck (Sinuston 1 kHz, Hörschwelle)

Leistungs- und Pegelverhältnisse

Aus der Tabelle ist zu erkennen, dass eine Verdopplung des Schalldrucks „p“ gleichzeitig eine Erhöhung des Schalldruckpegels „L“ um +6 dB bedeutet.

Pegel [dB]	Energieverhältnis	Schalldruck
0	1	1
1	1,25	1,12
2	1,6	1,25
3	2	1,4
4	2,5	1,6
5	3,15	1,8
6	4	2
12	15,8	4
20	100	10
30	1.000	32
40	10.000	100
50	100.000	316
60	1.000.000	1.000
80	100.000.000	10.000
100	10.000.000.000	100.000
120	1.000.000.000.000	1.000.000

Beispiele für den Schalldruckpegel bestimmter Geräusche

Beschreibung	Schalldruck [N/m ²]	Schalldruckpegel [dB]	Energieverhältnis [□]
Theoretische Grenze für eine Schallwelle (bei 1 bar Luftdruck)	100.000	194 dB	---
Schmerzschwelle	100	134 dB	10.000.000.000.000
Möglichkeit eines Gehörschadens	20	120 dB	1.000.000.000.000
Presslufthammer, 1 m Entfernung	2	100	10.000.000.000
Discothek	1,8-2,0	90-100	1.000.000.000
Pkw, 10 m Entfernung	0,2	70	10.000.000
TV-Gerät, 1 m Entfernung	0,02	60	1.000.000
Gespräch / Unterhaltung, 1 m Entfernung	0,0063	50	100.000
Ruhiges Zimmer / Nacht	0,00063	30	1.000
Ruhiges Atmen	0,000063	10	10
Hörschwelle	0,000020	0	1

1.4.3 Schallerzeugung und Ausbreitung

Ein Schall bzw. eine Schallwelle wird erzeugt, indem man Materie bzw. einen Körper zu einer freien oder erzwungenen Schwingung anregt. Die meisten Schallsender nutzen die Transformation von mechanischer oder elektrischer Energie zur Schallerzeugung.

Mechanische Schallerzeuger (Beispiele)

- Gitarre, Schlagzeug, Flöte, Trompete
- Klavier
- Glocke
- Hammerschlag
- Membrane
- Trillerpfeife
- Die menschliche Stimme

Elektrische Schallerzeuger (Beispiele)

- Lautsprecher
- Telefon

Die menschliche Stimme

Die Schallerzeugung bei der menschlichen Sprache erfolgt über die Stimmbänder im Kehlkopf und liegt in dem Frequenzbereich von 300 Hz bis etwa 3.500 Hz. Bei Gesangstimmen, wie z.B. einem Bass kann eine Frequenz von ca. 90 Hz erreicht werden. Die Sopranstimme hat etwa eine Frequenz von 1500 Hz.

Die Stimme ist bei jedem Menschen anders. Grund hierfür sind auch die Größe der Mund- und Nasenhöhle sowie die Zungengröße und -stellung. Charakteristisch für den Stimmklang ist die Aussprache der fünf Vokale (a,e,i,o,u).

Bei der Sprachübertragung wird in der Praxis nur der Hauptfrequenzbereich von 300 Hz bis 3.5 kHz berücksichtigt. Eine qualitative Übertragung dieses Frequenzbereiches ermöglicht eine hohe Sprachverständlichkeit und stellt keine hohe Anforderung an technische Mittel (vgl. Telefonie).

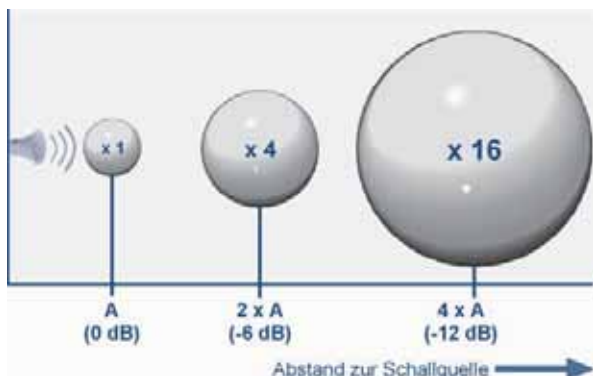


Abb.: Die „Kugeloberfläche“ zur Schallausbreitung (Prinzipdarstellung)

Schallausbreitung

Die Schallausbreitung wird von allen Schallkenngrößen beeinflusst. Zusätzlich spielen auch äußere Faktoren, wie z.B. der Luftdruck (Höhe ü.N.N) und die Temperatur eine Rolle.

Die Schallwelle breitet sich in der Luft mit der Schallgeschwindigkeit von 343 m/s (@ 20 °C), was umgerechnet etwa einer Geschwindigkeit von 1235 km/h entspricht.

Temperatur (Luft)	Ausbreitungsgeschwindigkeit	Zeit für 1 Meter	entspricht Ø 3 ms
-10 ° C	325 m/s	3,09 ms	
0 ° C	331,5 m/s	3,03 ms	
10 ° C	337,5 m/s	2,97 ms	
20 ° C	343 m/s	2,915 ms	
30 ° C	349 m/s	2,865 ms	

ms = Millisekunde (1000stel Sekunde)

Setzt man eine punktförmige Schallquelle voraus, so erfolgt die Ausbreitung gleichmäßig nach allen Seiten des Raumes. Das bedeutet, dass alle Teilchen, die die gleiche Entfernung von der Schallquelle haben, d. h. auf einer Kugeloberfläche liegen, deren Mittelpunkt die Schallquelle ist. Schallwellen, die sich nach allen Seiten gleichmäßig ausbreiten, bezeichnet man daher als Kugelwellen. Eine solche Kugelwelle ist eine idealisierte Darstellung. Durch das „Wachsen“ der Kugeloberfläche mit zunehmender Entfernung zur Schallquelle wird die Kugeloberfläche immer größer und somit die Energiedichte und der Schalldruck immer kleiner. Vereinfacht dargestellt würde die, bei doppelter Entfernung (2xA) jetzt 4-fach größere Kugeloberfläche, den Schalldruckpegel auf die Hälfte des Ursprungswertes reduzieren (- 6dB).

Das bedeutet in der Praxis, dass der Schalldruckpegel der z.B. mit einem Lautsprecher erreicht wird, mit der Verdopplung des Abstandes zur Schallquelle halbiert wird.

Bei einem Lautsprecher mit einem Schalldruckpegel von 90 dB (1 m), z.B. in einem 5m hohen Raum, steht in Ohrhöhe des Zuhörers nur noch ein Schalldruckpegel von etwa 80 dB zur Verfügung.

An den entferntesten Punkten im Raum wird sogar nur noch ein Schalldruckpegel von weniger als 75 dB erreicht. Diese – idealisierte – Darstellung kann in der Praxis durch viele Faktoren, wie z.B. Reflexionen, Einrichtung des Raumes etc. beeinflusst werden.

Entfernung zur Schallquelle	Schalldruck	Bemerkung
1 m	0 dB	Referenzpunkt für die Angabe (z.B. 90 dB in 1 m Abstand)
2 m	-6 dB	entspricht der Hälfte des Ur-Schalldruckes
4 m	-12 dB	entspricht einem Viertel des Ur-Schalldruckes
8 m	-18 dB	
16 m	-24 dB	
32 m	-30 dB	entspricht einem 32stel des Ur-Schalldruckes

Um diese Abnahme des Schalldruckpegels zu kompensieren kann entweder die Schallquelle näher an den Zuhörer (natürlich auch umgekehrt) herangebracht, oder die Anzahl der einzelnen Schallquellen erhöht werden.

Die Grafiken zeigen, dass Schalldruckpegel buchstäblich „auf den ersten Metern“ stark abfällt. Bei einer Verdopplung des Abstandes von 1 m auf 2 m fällt der Schalldruckpegel um 6 dB. Mit zunehmendem Abstand zur Schallquelle ist die Abnahme dann im Verhältnis wesentlich geringer. Bei einer Verdopplung des Abstandes von 8 m auf 16 m wird der Schalldruckpegel gleichermaßen um 6 dB reduziert.

Fenster, Türen oder Trennwände

Selbst bei ungehinderter Schallausbreitung nimmt der Schalldruck ab, je weiter man sich von der Schallquelle befindet. In der Praxis haben Einrichtungsgegenstände sowie Fenster, Türen und Trennwände (auch dekorative Wände) einen erheblichen Einfluss auf die Schallausbreitung.

Beispielsweise können Fenster und Türen oder eine Trennwand (Raumteiler) den Schalldruck in einem Raum um ca. 40 dB absenken. Zusätzlich würden ggf. von „Außen“ zusätzlich störende Geräusche in den Raum eindringen.

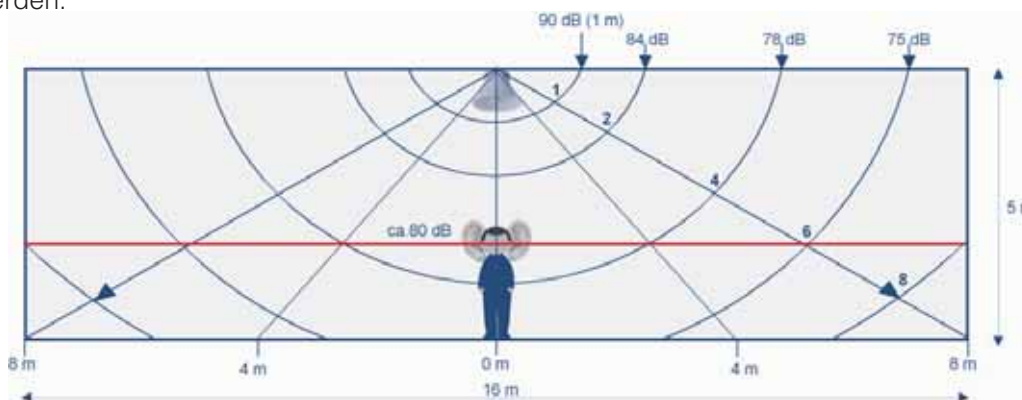


Abb.: Abnahme des Schalldruckpegels in Abhängigkeit zur Entfernung

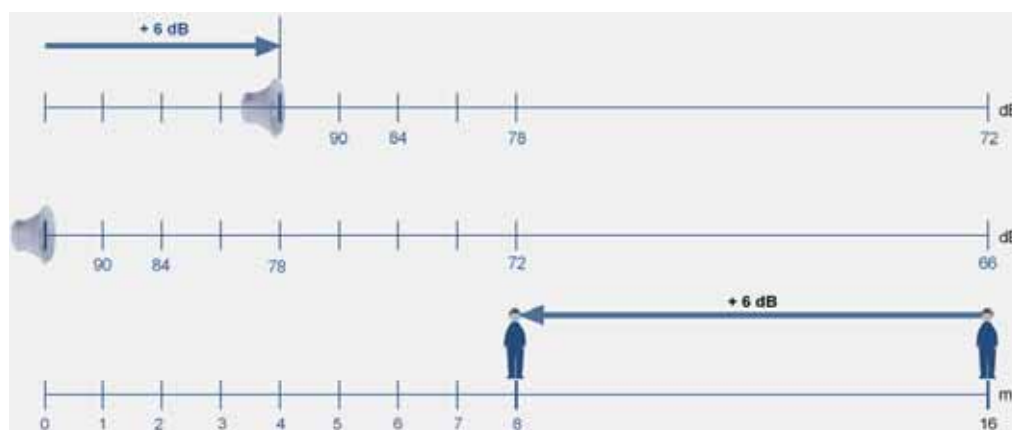


Abb.: Erhöhung des Schalldruckpegels durch Veränderung der Position

1.4.3.1 Raumschall

Als Raumschall bezeichnet man die Schallwellen in einem geschlossenen Raum, die durch mehrere Schallreflexionen beim Empfänger wieder ankommen.

Für die Orientierung durch das menschliche Gehör ist die erste wahrgenommene Schallwelle entscheidend. In der Regel ist das der Direktschall. Auch indirekte Schallwellen (Reflexionen) können die Orientierung beeinflussen, wenn die Laufzeitverzögerung zum Direktschall weniger als 50 MilliSekunden (ms) beträgt.

Bei größeren Laufzeitunterschieden ist es möglich, dass beide Wahrnehmungen als unterschiedliche Ereignisse empfunden werden. In diesem Fall spricht man von einem akustischen Echo, welches die objektive Wahrnehmung der Schallwelle nachteilig beeinflusst und die Verständlichkeit des ursprünglichen Signals verschlechtert.

Die Verständlichkeit bzw. Qualität der Übertragung von Schallwellen in einem Raum wird maßgeblich beeinflusst durch:

- Größe des Raumes (Raumvolumen)
- Geometrische Form (Rundungen, Verhältnis zwischen Boden- und Wandflächen)
- Ausstattung (Fliesen, Teppich, Gardinen, Bestuhlung etc.)
- Anzahl von Fensterflächen
- Eingänge, Türen (besonders, wenn geöffnet)
- Position der Schallquelle (z.B. Stand- oder Deckenlautsprecher)
- Art der Schallquelle
- Grundschaallpegel (Störgeräusche oder z.B. Publikumsverkehr)
- Nachhallzeit

1.5 Mikrofone

Ein Mikrofon wandelt Schall in elektrische Spannungsimpulse um. In der Elektroakustik werden Mikrofone zur Erzeugung von elektrischen Ton- oder Sprachsignalen eingesetzt.

Die technische Daten eines Mikrofons beziehen sich immer auf einen Schalldruck von 1 Pascal ($= 1 \text{ N/m}^2$) und einen Abstand zur Schallquelle (z.B. einem Sprecher) von 0,3 Metern.

1.5.1 Das Wandlerprinzip

In Beschallungsanlagen werden bevorzugt zwei Mikrofontypen eingesetzt. Die beiden unterscheiden sich in der Art und Weise des Wandlerprinzipes. Zum einen sind das dynamische Mikrofone, auf der anderen Seite elektrostatische Wandler wie z.B. Kondensatormikrofone.

Durch die Art der Energieumwandlung werden die physikalische Charakteristik und die Mikrofonkenngrößen maßgeblich beeinflusst.

Dynamische Mikrofone

Dynamische Mikrofone sind als Druckmikrofone und Druckgradientenmikrofone erhältlich. Durch diese Bauart wird auch die Richtcharakteristik festgelegt.

Anwendungsgebiet / Eignung

- keine Spannungsversorgung erforderlich
- geeignet für hohen Schalldruck (z.B. Beschallungsanlagen, Livemusik)
- mechanisch belastbar, robust
- direkter Anschluss an Mischpulte möglich
- geringe Anschaffungskosten
- bevorzugt für Nahaufnahmen einsetzbar (Sprechabstand)

Bei einem Tauchspulmikrofon ist die Membran mit der Tauchspule verbunden. Die Tauchspule wird durch die Membrane, auf die der Schalldruck wirkt, permanent in dem Feld eines Dauermagneten bewegt. Hierdurch wird eine Induktionsspannung erzeugt, die an den Anschlusspunkten der Tauchspule zur Verfügung steht.

Anwendungsgebiet / Eignung

- keine Spannungsversorgung erforderlich
- nicht für hohen Schalldruck geeignet
- empfindlich für Bewegung und Wind
- guter Frequenzverlauf
- bevorzugt für Nahaufnahmen einsetzbar (Sprechabstand)

Das Prinzip des Tauchspulmikrofonen ermöglicht eine besonders gute Wiedergabe von tiefen Tönen; ist aber durch das Wandlungsprinzip für hohe Frequenzen weniger geeignet.

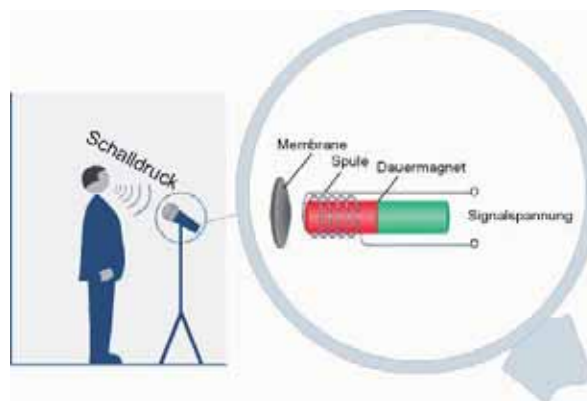


Abb.: Prinzip eines Tauchspulmikrofonen

Beim Bändchenmikrofon arbeitet entgegen dem Tauchspulmikrofon mit einem gefalteten Aluminiumstreifen, der über den Schalldruck im Feld eines Dauermagneten bewegt wird. Das sehr leichte und flexible Bändchen ermöglicht einen nahezu linearen Frequenzgang im Arbeitsbereich.

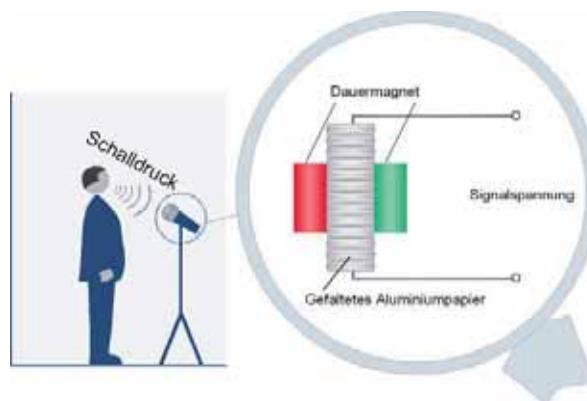


Abb.: Prinzip eines Bändchenmikrofonen

Das Arbeitsprinzip des Bändchenmikrofonen verursacht die prinzipbedingte Richtcharakteristik einer „Acht“. Durch die mechanischen Eigenschaften des Bändchens können auch höhere Frequenzen gut wiedergegeben werden; es ist aber für tiefere Frequenzen relativ ungeeignet.

Kondensator Mikrofon

Das Kondensator Mikrofon nutzt das Arbeitsprinzip eines (Platten-) Kondensators zur Erzeugung elektrischer Signale. Für den Betrieb eines Kondensatormikrophones ist eine externe elektrische Spannungsversorgung erforderlich. Diese wird über die Phantomspeisung bereitgestellt.

Kondensator Mikrofone sind als Druckmikrofone und Druckgradientenmikrofone erhältlich. Durch diese Bauart wird auch die Richtcharakteristik festgelegt.

Anwendungsgebiet / Eignung

- Externe Spannungsversorgung erforderlich
- Teilweise umschaltbare Richtcharakteristik
- Großer Dynamikbereich
- ungeeignet für hohen Schalldruck (mechanisch und akustisch sehr empfindlich)
- gutes Impulsverhalten, hohe Qualität des Ausgangssignals

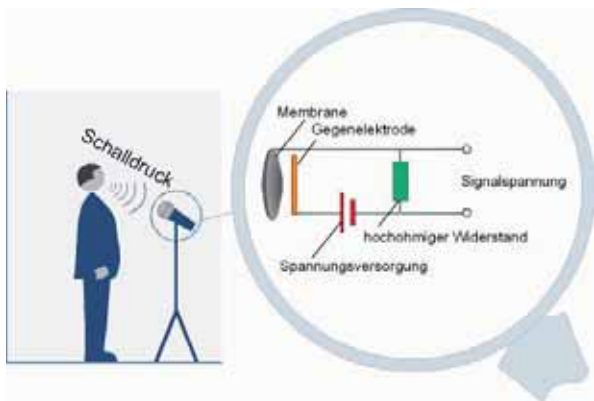


Abb.: Prinzip eines Kondensatormikrophones

Über den Schalldruck wird eine leitfähige Membrane zum Schwingen angeregt. Diese Membranelektrode ist mit einer Isolierschicht (dünne Luftschicht / Dielektrikum) vor einer zweiten (Kondensator-) Platte positioniert. An diesen Kondensator wird eine externe Spannung angelegt und der Kondensator polarisiert. Durch die schwingende Membrane verändert sich Abstand zwischen den beiden „Platten“ und somit auch das elektrische Feld. Es wird ein Wechselstrom erzeugt, der an dem hochohmigen Innenwiderstand ($\geq 100 \text{ M}\Omega$) einen Spannungsfall verursacht. Dieser Vorgang wird zur Erzeugung der Signalspannung genutzt.

Elektret-Kondensatormikrofon

Das Elektret-Kondensatormikrofon arbeitet nach dem gleichen Prinzip wie das „normale“ Kondensatormikrofon.

Der mechanische Aufbau unterscheidet sich durch die Isolierschicht zwischen den beiden „Kondensatorplatten“. Dieses Mikrofon erhält seine Bezeichnung durch diese Elektretfolie. Elektrete werden aus speziellen Materialien hergestellt und so behandelt, dass sie immer permanentes elektrisches Feld aufweisen. Somit ist eine externe Spannung zur Polarisation des Kondensators nicht mehr erforderlich.

Anwendungsgebiet / Eignung

- preiswert, robust, klein
- Keine externe Spannungsversorgung erforderlich
- sehr geringe Stromaufnahme
- große Typenvielfalt
- hoher Eingangswiderstand beim Verstärker erforderlich
- mittelmäßige Signalqualität

1.5.2 Phantomspeisung

Die Phantomspeisung wird zur Spannungsversorgung und der Polarisierung von Kondensatormikrofonen benötigt und liegt typenabhängig im Bereich von 9 bis 48 V DC.

Elektret-Kondensatormikrofone werden in der Regel ohne diese Spannung betrieben.

Bei dynamischen Mikrofonen ist ebenfalls keine Phantomspeisung erforderlich. Beim Anschluss eines dynamischen Mikrofons ist es unerheblich, ob die Phantomspeisung des Verstärkers ein- oder ausgeschaltet ist.

Der Pluspol der Versorgungsspannung des Kondensatormikrophones wird über einen Entkoppelwiderstand an beide Pole der Signalleitung angelegt. Die Kabelabschirmung der Leitung wird mit dem Minuspol verbunden. Hierdurch kann zwischen den beiden Adern der Signalleitung keine Spannung gemessen werden – man spricht deshalb von der „Phantomspannung“. Die Spannung kann nur von einer der Signaladern gegen die Kabelabschirmung gemessen werden.

Die Phantomspannung wird symmetrisch (!) eingespeist und der Anschluss mehrerer Mikrofone an eine einzige Spannungsquelle ist möglich. Phantomgespeiste Mikrofone können nur an symmetrischen Verstärkereingängen betrieben werden.

1.5.3 Kenngrößen eines Mikrofons

Frequenzgang

Mit dem Frequenzgang wird die Empfindlichkeit eines Mikrofons grafisch dargestellt.

Unterschiedliche Abstände zwischen dem Mikrofon und der Schallquelle (Sprecher, Sänger) können einen unterschiedlichen Frequenzgang und somit einen anderen Mikrofontyp erforderlich machen.

Wichtig ist das zu übertragende Frequenzband für das menschliche Gehör im Bereich von 20 Hz – 20 kHz.

Hier sollten möglichst keine Eigenresonanzen der Membrane auftreten, um den Klang qualitativ wiederzugeben zu können.

Die Größe und das Gewicht der Membrane sowie, z.B. bei Tauchspulmikrofonen die Trägheit der Spule haben Auswirkungen auf den Nutzbereich des Mikrofons.

Impedanz

Die Impedanz ist in der Elektrotechnik sowie auch für die elektromagnetische und akustische Wellenausbreitung der komplexe Wechselstromwiderstand „Z“ eines linearen passiven Zweipols.

Eine fehlerhafte Anpassung der Impedanz zwischen einem Mikrofon und dem Eingang des Verstärkers (bzw. der Signalleitung) kann Reflexionen und Resonanzen verursachen. Diese „Störungen“ haben einen nichtlinearen Frequenzgang zur Folge.

Dynamische Mikrofone haben in der Praxis eine Impedanz von ca. 600Ω und Kondensatormikrofone eine Impedanz von ca. $50\text{-}250\Omega$, wobei Elektret Kondensatormikrofone eine hohe Impedanz von $1\text{-}5\text{ k}\Omega$ aufweisen.

Je hochohmiger der Ausgang des Mikrofons ist, desto größeren Einfluss hat die angeschlossene Kabelkapazität. Längere Anschlusskabel haben speziell für höhere Frequenzen eine höhere Dämpfung.

Klirrfaktor

Der Klirrfaktor ist das Maß für die nichtlinearen Verzerrungen durch das Mikrofon und hat maximal den Wert 1.

Je kleiner der Klirrfaktor, umso besser ist der lineare Frequenzgang des Mikrofons.

Bei dynamischen Mikrofonen entstehen nichtlineare Verzerrungen in der Praxis nur bei sehr hohen Schalldruckpegeln. Verursacht werden diese Verzerrungen meistens durch die physikalischen Eigenschaften der Membrane.

Kondensator- und Elektretmikrofone sind prinzipbedingt anfälliger für nichtlineare Verzerrungen.

Empfindlichkeit

Mit der Empfindlichkeit eines Mikrofons wird definiert, welche Spannung (in mV) bei dem normierten Schalldruck von 1 Pa ($= 1\text{ N/m}^2$) abgegeben wird.

Je größer die in dem Mikrofon eingesetzte Membrane, umso höher ist die Empfindlichkeit, wobei eine Verdopplung des Schalldrucks nicht unbedingt eine Verdopplung des Spannungswertes bedeutet.

Typische Werte:

Dynamische Mikrofone:

1,5 mV/Pa (entspricht -56 dB)

Kondensator Mikrofone:

10 mV/ Pa (entspricht -40 dB)

In den technischen Daten für Mikrofone wird meistens die Empfindlichkeit in Dezibel angegeben, um eine einfache Berechnung der Verstärkungsleistung zu ermöglichen. Die Angabe -40 dB bedeutet, dass das Mikrofonsignal um +40 dB verstärkt werden muss, um dem 0-Pegel eines z.B. Mischpulteinganges zu entsprechen.

1.6 Lautsprecher

Ein Lautsprecher ist ein elektromechanisches Bauteil mit dem elektrische Signale, wie z.B. die Ausgangssignalspannung die mit einem Mikrofon erzeugt wurde, wieder in Schallwellen umwandelt.

Lautsprecher (auch Schallwandler) gibt es in den unterschiedlichsten Bauformen und Typen. Bei der Umwandlung des elektrischen Signals in eine Druckwelle werden verschiedene physikalische Vorgänge genutzt.

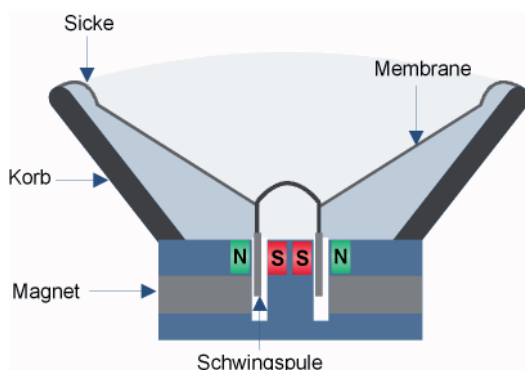
Lautsprecher für Sprachalarmanlagen gemäß DIN VDE 0833-4 müssen der Produktnorm EN 54-24 entsprechen.

Lautsprechertypen (Beispiele)

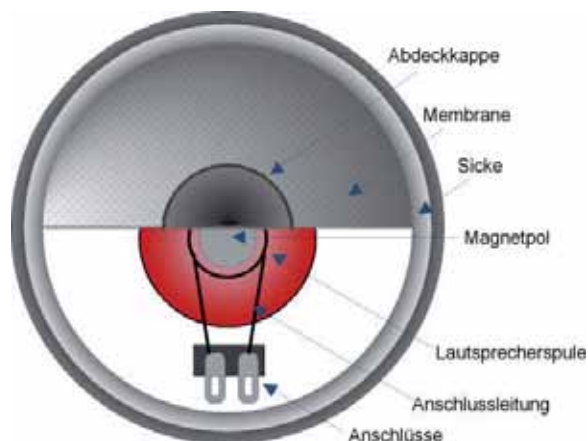
- Elektrodynamische Schallwandler
- Magnetostaten
- Elektrostaten
- Piezolausprecher
(ferromagnetische Lautsprecher)
- Druckkammerlautsprecher / Trichterlautsprecher / Megafone

Elektrodynamische Lautsprecher

Die elektrodynamische Schallwandlung ist bei diesem Lautsprechertyp der umgekehrte physikalische Vorgang wie bei dem elektrodynamischen Mikrofon. Der elektrodynamische Lautsprecher besteht aus einer Membrane, die mit einer zentralen Schwingspule verbunden ist. Diese Spule liegt im magnetischen Feld eines Dauermagneten. Wenn an diese Spule die Ausgangs- (wechsel) spannung eines Verstärkers gelegt wird, so entsteht ein elektromagnetisches Wechselfeld, welches eine Bewegung der Membrane verursacht und somit einen Schalldruck erzeugt.



Abhängig von dem Frequenzbereich werden kleinere oder größere bzw. weichere oder härtere Membrane eingesetzt. Diese Membrane ist über die „Sicke“ mit dem Gehäuse verbunden. Die Sicke besteht aus einem elastischen Material, welches die Bewegung der Kalotte ermöglicht.



Elektrodynamische Lautsprecher eignen sich hervorragend zur Erzeugung eines hohen Schalldrucks.

Durch die große Membranfläche und die damit verbundene Trägheit ist der dynamische Lautsprecher für sehr hohe Frequenzen nicht besonders gut geeignet. Abhängig von der Bauart sind aber auch in diesem Bereich gute Ergebnisse zu realisieren. Elektrodynamische Lautsprecher für einfache Anwendungen können kostengünstig hergestellt werden. Dieses Verfahren wird häufig auch für Kopfhörer verwendet.

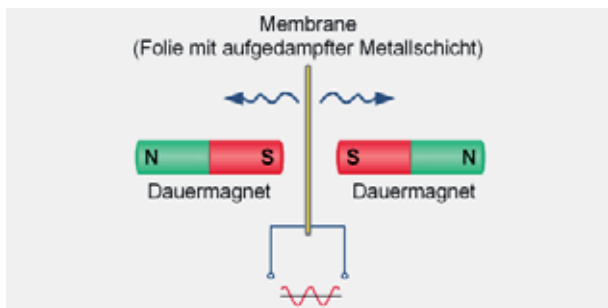
In der Beschallungstechnik ist der elektrodynamische Lautsprecher eine der am häufigsten genutzten Bauformen.

Magnetostatische Lautsprecher

Als Magnetostaten werden Schallwandler bezeichnet die keine Schwingspule besitzen, sondern deren „elektrischer Antrieb“ über die ganze Fläche der Membrane verteilt ist (Folien-Magnetostat) oder ein Bändchen, welches gleichzeitig als Membrane genutzt wird.

Die Membrane besteht in der Regel aus einer dünnen Folie (z.B. Kunststoff) auf die eine strukturierte Metallschicht aufgebracht ist. Diese Membrane befindet sich im Zentrum zwischen mehreren Dauermagneten und verfügt über Anschlusskontakte für die Ausgangs- (wechsel) spannung eines Verstärkers. Durch diese Spannung in der Metallschicht der Folie (oder Bändchen) wird, in Verbindung mit dem im Feld der Dauermagneten, eine wechselseitige Bewegung verursacht und ein Schalldruck erzeugt.

Magnetostatische Lautsprecher werden wegen der großen Membranfläche auch als Flächenstrahler bezeichnet. Der Einsatzbereich von Magnetostaten für mittlere bis hohe Frequenzen findet sich überwiegend für Musikwiedergabe und im High-End Bereich der Audiotechnik.



Elektrostatische Lautsprecher

Bei einem elektrostatischen Lautsprecher wird die Membrane von einem elektrostatischen Feld angetrieben.

Das Wandlerprinzip nutzt den physikalischen Effekt der Abstoßung von gleichartigen Ladungen (und umgekehrt). Prinzipiell kann dieser Schallwandler mit einem Plattenkondensator verglichen werden, dessen Platten eine unterschiedliche elektrische Ladung haben. Zwischen den beiden elektrisch geladenen Flächen befindet sich die Membrane die, wie auch beim Magnetostaten, mit einer elektrisch leitfähigen Schicht bedampft ist und über Anschlusskontakte für die Ausgangs- (wechsel) spannung eines Verstärkers verfügt.

Durch diese Spannung in der Metallschicht wird, in Verbindung mit dem elektrostatischen Feld der Platten, eine wechselseitige Bewegung verursacht und ein Schalldruck erzeugt.

Für dieses Verfahren zur Schallerzeugung wird eine sehr hohe externe Spannung benötigt. Diese Hochspannung wird bei Transistorgeräten durch eine Transformation erzeugt. Üblicherweise werden aber elektrostatische Lautsprecher an Röhrenverstärkern betrieben.

Elektrostatische Lautsprecher haben ein hervorragendes Impulsverhalten und werden in der Praxis, wegen des hohen konstruktiven Aufwandes, nur für die Wiedergabe von höheren Frequenzen im High-End Bereich der Audiotechnik eingesetzt.

Piezolautsprecher

Kernstück des Piezolautsprechers ist ein Kristall. An diesen Kristall wird die Ausgangs- (wechsel) spannung eines Verstärkers angelegt und der Kristall durch diese Spannung verformt und in Bewegung gesetzt.

Piezolautsprecher werden nur für den höheren Frequenzbereich als Hochtöner oder Mitteltöner verwendet.

- Hohe Impedanz – Geringe Leistungsaufnahme

Druckkammerlautsprecher

Bei einem Druckkammerlautsprecher wirkt die Membrane auf einen sehr kleinen Raum – die Druckkammer.

In dieser Druckkammer wird durch den kleinen Kammerquerschnitt die Geschwindigkeit der Luftpartikel erhöht.

Mit diesem Prinzip wird der Wirkungsgrad gegenüber anderen Bauformen erheblich verbessert.

Durch die Formgebung eines Hornes bzw. Trichters für das Lautsprechergehäuse wird die Schallbündelung erhöht und eine Richtwirkung erzeugt. Durch den erreichbaren hohen Schalldruck und den ausreichenden Frequenzbereich der übertragen werden kann, sind Druckkammerlautsprecher ideal für die Beschallung von großen Flächen (auch Außenbereiche) und Hallen geeignet.

Druckkammerlautsprecher sind in der Regel witterungsunempfindlich und sehr robust.

Frequenzgang

Der Frequenzgang beschreibt die nichtlinearen Verzerrungen und die damit verbundene Klangverfärbung bei der Wiedergabe von Signalen.

Ein Lautsprecher gibt das „Eingangssignal“ abhängig von der jeweiligen Frequenz mit einem unterschiedlichen Schalldruck wieder. Idealerweise sollte ein Lautsprecher das vollständige Frequenzspektrum des menschlichen Gehöres wiedergeben können. Die in der Praxis aber entstehende, unvermeidbare, Klangverfärbung spielt aber nur für Anwendungen von Bedeutung bei denen eine qualitativ hochwertige Wiedergabe gefordert ist (Musikwiedergabe, Konzerte etc.).

Impulstreue

Die Fähigkeit eines Lautsprechers einen Impuls zu verarbeiten, wird mit Impulstreue (auch Impulsverhalten) bezeichnet. Die Klangqualität ist umso höher, je genauer der (Signal-) Impuls von dem Schallwandler wiedergegeben wird.

Dabei ist es entscheidend, mit wie vielen Schwingungsvorgängen der Lautsprecher dem antreibenden Signal und seinem zeitlichen Verlauf folgt. Die Impulstreue von z.B. dynamischen Lautsprechern wird erheblich von der Festigkeit der Membrane und Sicke beeinflusst.

Klirrfaktor

Mit dem Klirrfaktor werden die pegelabhängigen Verzerrungen von Signalen bewertet. Bei der Übertragung von Frequenzen werden immer auch parasitäre Schwingungen, Reflexionen, Oberwellen usw. erzeugt die in der Originalschwingung nicht vorkommen. Hauptursache ist die Nichtlinearität des elektromechanischen Wandlers.

Ein Klirrfaktor von max. 1% ist für das menschliche Gehör praktisch nicht wahrnehmbar. Erst ab einer Größe von ca. 3% wird der Klirrfaktor (Verzerrungen) als unangenehm und störend empfunden.

Elektrische Belastbarkeit

Die Belastbarkeit eines Lautsprechers wird als max. elektrische Leistungsaufnahme (in Watt, W) bezeichnet, mit der er ohne Verzerrungen und Beschädigung betrieben werden kann.

Die Belastbarkeit ist eine wichtige Größe für die Auswahl des Lautsprechers in Abhängigkeit der Leistung des Verstärkers, an dem er angeschlossen ist. Die Ausgangsleistung des Verstärkers sollte dem Lautsprecher angepasst sein und keinesfalls den Wert für die Belastbarkeit überschreiten.

Unabhängig von der Ausgangsleistung von Verstärkern können Lautsprecher durch starke Verzerrungen (Klirrfaktor) zerstört werden. Das bedeutet in der Praxis, dass gerade qualitativ minderwertige Verstärker mit geringer Ausgangsleistung, die im oberen Leistungsbereich betrieben werden, auch Lautsprecher zerstören können, die gemäß den technischen Daten eine wesentlich höhere Belastbarkeit aufweisen.

Wirkungsgrad

Mit dem Wirkungsgrad eines Lautsprechers kann die Effizienz bei der Umwandlung der elektrischen Energie in den Schalldruck bestimmt werden.

Je höher der Wirkungsgrad (Angabe in %) ist, desto weniger Energie wird gebraucht, um einen bestimmten Schalldruck zu erreichen. Anders gesagt, der Lautsprecher arbeitet verlustarm und kann schon bei einer geringen Verstärkung einen geforderten Schalldruck produzieren. So kann ein angeschlossener Verstärker im optimalen Arbeitsbereich und nicht im Grenzbereich betrieben werden. Gerade bei batterie- oder akkubetriebenen Geräten hat der Wirkungsgrad des Lautsprechers auch einen Einfluss auf die mögliche Betriebszeit.

Ein Lautsprecher mit einem schlechteren Wirkungsgrad erfordert eine höhere Verstärkerleistungen, die wiederum durch hohe zugeführte Energie als Wärme vom Lautsprecher abgeführt werden muss, um eine Beschädigung zu vermeiden.

In der Beschallungstechnik ist beispielsweise für Sprach- oder Alarmmeldungen eine hohe Verständlichkeit der Information bei einem hohen Schalldruckpegel erforderlich. Hierzu sind Druckkammerlautsprecher aufgrund ihres Funktionsprinzips und dem guten Wirkungsgrad ideal geeignet.

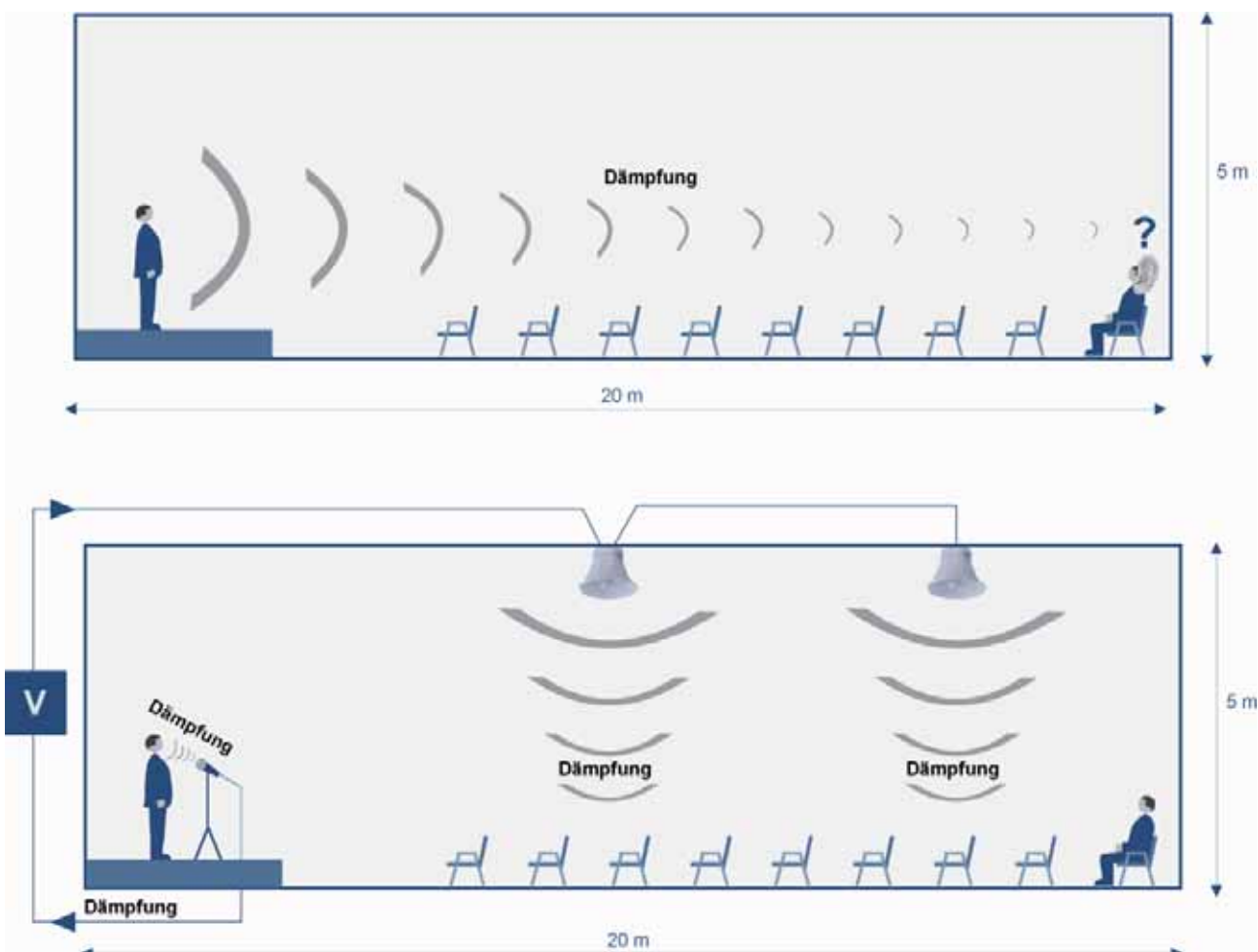
1.7 Verstärker

Der Verstärker ist ein aktives Bauteil, welches das Ausgangssignal einer Schallquelle (z.B. Mikrofon) verstärkt und sein Ausgangssignal an einen Schallwandler (z.B. Lautsprecher) abgibt.



Um Klangverfälschungen auszugleichen oder aber den Klang den persönlichen oder akustischen Anforderungen des Raumes anzupassen, können Filterstufen eingesetzt werden. In der Praxis ist das ein Klangregelnetzwerk des Verstärkers selbst (Höhen, Mitten, Tiefen) oder auch ein Mischpult oder Equalizer.

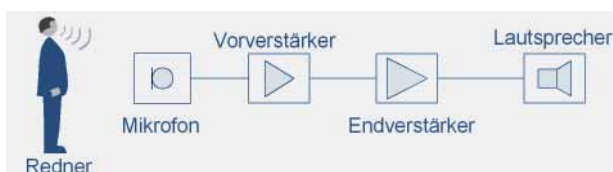
Idealerweise ist der Verstärkungsfaktor über den gesamten Frequenzbereich (z.B. Hörbereich 20 Hz – 20 kHz) gleich gut, um eine Verfälschung des Originalsignals zu vermeiden. Dieser Übertragungsbereich wird durch die untere Grenzfrequenz und die obere Grenzfrequenz bestimmt. Jenseits dieser Grenzfrequenzen wird der Verstärker nicht mehr im optimalen Bereich betrieben und es entstehen Verzerrungen.



Vorverstärker / Endverstärker

Um den (Leistung-) Verstärker in seinem optimalen Arbeitsbereich betreiben zu können, wird die Verstärkerstufe oft in eine Vorstufe und eine Endstufe aufgeteilt. Die Aufteilung kann durch zwei voneinander getrennte Geräte oder auch in einem gemeinsamen Gehäuse erfolgen.

Das Zusammenspiel zwischen diesen beiden Verstärkerstufen umfasst die wichtigen Kenngrößen wie z.B. den Frequenzbereich, Frequenzverlauf, Eingangsspannung und die Impedanz. Durch die elektrische Arbeitsweise des Vorverstärkers bleibt der Anteil an unerwünschten Oberwellenschwingungen äußerst gering.



In der Beschallungstechnik ist besonders die Rauscharmut und Übersteuerfestigkeit von Bedeutung. Hier stehen in der Regel nur die kleineren Signalspannungen eines Mikrofons zur Verfügung, welche durch den Verstärker auf einen möglichst hohen Ausgangspegel verstärkt werden soll.

Durch die Aufteilung in eine Vor- und Endstufe kann das Mikrofonsignal durch den Vorverstärker angepasst und ideal für den Eingang des Endverstärkers aufbereitet werden. Somit wird die heftige Verstärkung von unerwünschten Signalen weitgehend vermieden.

Als Verstärker werden Geräte bezeichnet, die z.B. in der Audiotechnik einen Lautsprecher antreiben und bestimmte elektrische Mindestanforderungen erfüllen müssen. Für die Audiotechnik ist dies z.B. eine Ausgangsleistung von mindestens 1 Watt an einem niederohmigen Geräteausgang (z.B. 4 oder 8 Ω).

1.7.1 Kenngrößen eines Verstärkers

Ausgangsleistung

Mit der Ausgangsleistung (in Watt) wird die Gesamtausgangsleistung des Verstärkers festgelegt. Verstärker werden für eine bestimmte Impedanz oder Ausgangsspannung entwickelt. Bei niederohmigen Verstärkern (Audiotechnik, Hifi) sind das in der Praxis Lastimpedanzen von 4 bis 8 Ω .

In der Beschallungstechnik bezieht man sich auf die Ausgangsspannung (z.B. 100 V) weil die Impedanz durch die, in den Lautsprechern eingebauten Übertrager, angepasst wird. Die an einen Verstärker angeschlossene Last (in Watt) darf die Ausgangsleistung des Verstärkers nicht überschreiten.

Beispiel:

An einen 100 V-Verstärker mit einer Ausgangsleistung von 240 W können max. 40 Lautsprecher (geeignet für 100 V-Technik) mit einer Einzelleistung von jeweils 6 W angeschlossen werden.

Verstärker der Beschallungstechnik bieten oft mehrere „Lautsprecherausgänge“. Man spricht hier von Lautsprecherzonen auf die die Gesamtausgangsleistung des Verstärkers aufgeteilt ist.

Beispiel:

Ein 100V-Verstärker mit einer Ausgangsleistung von 240W und 4 Zonen stellt pro Zone eine Ausgangsleistung von 60W zur Verfügung. An einen Ausgang können somit 6 Lautsprecher á 10W oder 10 Lautsprecher mit jeweils 6W angeschlossen werden.

Grundsätzlich sollte ein Verstärker nicht im Grenzbereich betrieben werden. Zusätzlich zu den dort zu erwartenden Störungen (Verzerrungen, Rauschen etc.) spielt die thermische Belastung eine große Rolle. Verstärker mit größeren Ausgangsleistungen müssen ausreichend belüftet werden oder verfügen über eine integrierte „Zwangsbilüftung“, die den Verstärker entweder über einen geregelten Lüfter zusätzlich kühlt oder sogar elektronisch „abregelt“.

Ausgangsart

Mit der Ausgangsart wird festgelegt, welche Lautsprechertypen an einen Verstärker angeschlossen werden können. Typische Ausgangsarten sind bei den 100 V-Verstärkern der Beschallungstechnik 100 V, 70 V und 50 V. An diese Ausgänge können geeignete Lautsprecher (Übertrager) mit der jeweiligen Spannung (Energietransformation) angeschlossen werden.

Die meisten Verstärkertypen unterstützen zusätzlich einen Ausgang zum Anschluss von passiven Lautsprechern mit 4 bis 16 Ω Impedanz.

Klirrfaktor

Der Klirrfaktor (in %) ist die Angabe, wie hoch der Anteil der unerwünschten Verzerrungen ist, die durch nichtlineare Baugruppen des Verstärkers und das Verstärkungsprinzip entstehen. Typischerweise ist der Klirrfaktor bei Geräten der Beschallungstechnik meistens kleiner als 1 % und kann somit vernachlässigt werden.

Für Geräte, mit denen bewusst eine Klangverfälschung erzielt werden soll (Mixer, Equalizer) wird in der Regel kein Klirrfaktor angegeben.

Frequenzgang

Der Frequenzgang eines Verstärkers beschreibt dessen Fähigkeit das Eingangssignal in einem Bereich ohne nennenswerte Verzerrungen oder Klangverfälschungen verstärken zu können. Wichtig ist das zu übertragende Frequenzband für das menschliche Gehör im Bereich von 20 Hz – 20 kHz.

Für Audiogeräte (z.B. Hifi-Verstärker) die speziell für die qualitative Wiedergabe von Musiksignalen entwickelt wurden, hat der Frequenzgang eine Bedeutung bei der Auswahl des Gerätes abhängig vom individuellen Höranspruch und dem persönlichen Hörvermögen.

Der Frequenzgang bei 100 V-Verstärkern deckt in der Praxis in diesem Bereich vollständig ab. Durch den Einsatz in Sprachalarmierungssystemen sind jedoch die sehr tiefen Frequenzen (< 100 Hz) und die sehr hohen Frequenzen (> 15 kHz) ohne Relevanz. Hier ist es wichtig, den „großen Mittenbereich“ in einer guten Qualität wiedergeben zu können.

Wirkungsgrad

Der Wirkungsgrad beschreibt das Verhältnis der Wirkleistung (Audioleistung) zur gesamt aufgenommenen Leistung.

$$\eta = \frac{P_A}{P_G}$$

Verstärker in AB Technologie haben einen Wirkungsgrad von ca. 50 %. Bei z.B. 2x 250 W nimmt dieser bei einem Wirkungsgrad von 50 % bis zu 1000 W auf. Das entspricht einer Audioleistung von 500 W und einer Verlustleistung in Höhe von 500 W, welche in Wärme umgesetzt wird.

Bei Verwendung eines Klasse D-Verstärkers liegt der Vorteil in der verminderten Verlustleistung. Im Vergleich liegt diese bei gleicher Audioleistung bei nur 125 W. Dies entspricht einem Wirkungsgrad von 80 % und einer Aufnahme von bis zu 625 W.

Klasse D-Verstärker:

2x D250 (580231)

2x D400 (580232)

1.7.2 100-Volt-Technik

Die 100 V-Technik wird überwiegend in der Beschallungstechnik bei SAA-Anlagen (ELA) oder PA-Anlagen eingesetzt. Mit dieser Technik ist es möglich die Verkabelung der einzelnen Lautsprecher mit einem sehr geringen Kabelquerschnitt auszuführen und trotzdem die erforderliche Energie zu übertragen.

Das Ausgangssignal des Verstärkers wird mit einem Übertrager (Transformator) für die Lautsprecher auf 100 V hoch transformiert.

Hierfür sind sowohl spezielle Übertrager erhältlich wie auch Verstärker (mit integriertem Übertrager), die an ihrem Ausgang bereits die erforderliche 100 V-Spannung zur Verfügung stellen.

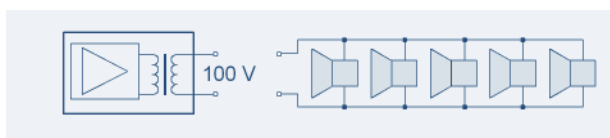


Abb.: Anschluss von Lautsprechern in 100 V-Technik

Die angeschlossenen Lautsprecher werden – im Gegensatz zur Audiotechnik - parallel geschaltet. Jeder Lautsprecher verfügt wiederum über einen eigenen Übertrager (integriert oder vorgeschaltet) für die individuelle Anpassung der Spannung und Impedanz. Die Übertragung erfolgt symmetrisch über erdfreie Signalleitungen mit kleinem Kabelquerschnitt.

Grundsätzlich ist die Anzahl der Lautsprecher für eine SAA-Anlage in 100 V-Technik nicht begrenzt. An einen Verstärker können auch unterschiedliche Lautsprechertypen mit unterschiedlichen Leistungen parallel angeschlossen werden.

Um die erforderliche Verstärkerleistung zu berechnen, können die Einzelleistungen der angeschlossenen Lautsprecher einfach addiert werden.

Die 100V-Technik muss nicht zwingend auch mit einer Spannung von 100 V betrieben werden. Die meisten Übertrager verfügen über eine Anzapfung für die international eingesetzten Spannungen von 100 V, 70 V und 50 V.

Hierbei reduziert sich jedoch die Energie auf die Hälfte (bei 70 V) bzw. auf ein Viertel (bei 50 V) der Leistung einer 100 V-Speisung.

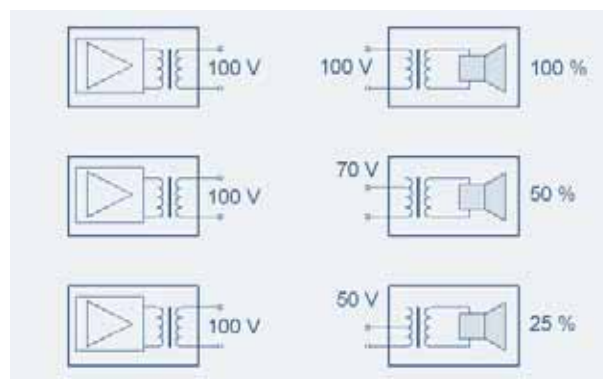


Abb.: Anschluss von Lautsprechern mit einer anderen Spannung (70 V oder 50 V)

Da jedem Lautsprecher ein eigener Übertrager vorgeschaltet ist hierüber für jeden Lautsprecher eine individuelle Lautstärkeregelung realisierbar. Auch die Abschaltung von einzelnen Lautsprechern oder Lautsprechergruppen ist möglich, ohne das System hierdurch zu beeinträchtigen. Die meisten Übertrager sind einkanalig – also – für den Monobetrieb ausgelegt. Um einen Stereobetrieb zu realisieren, müsste man die vollständige Ausstattung (Verstärker und Übertrageranzahl) verdoppeln.

Typische Anschlussbelegung

In der Praxis kann die Leistung des Lautsprechers über die entsprechende Anschlussklemme „ausgewählt“ werden. Bei einem 6 Watt Lautsprecher sind beispielsweise folgende Leistungswerte möglich.

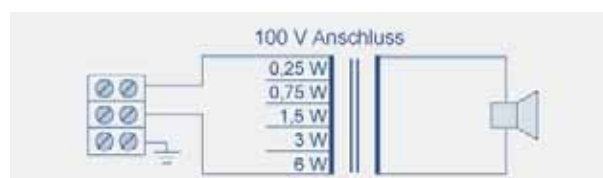


Abb.: Auswahl der Leistung (Beispiel)

Vorteile der 100 V-Technik

- optimal geeignet für Sprachdurchsagen und akustische Alarmierung
- hohe Lautsprecheranzahl realisierbar
- problemlose Erweiterung, Erhöhung der Lautsprecheranzahl (Parallelschaltung)
- geringe Kabeldurchmesser der Lautsprecherzuleitung
- geringe Leitungsverluste wegen hoher Spannung
- große Kabellängen/Entfernungen möglich
- individuelle Lautstärkeregelung für jeden Lautsprecher möglich

ESSER

by Honeywell



Planungsgrundlagen für Sprachalarmierungsanlagen (SAA)

2. Planungsgrundlagen für SAA

2.1 Allgemein

Geschichte

In den 70er Jahren erließ „Lloyd’s Register“ Sicherheitsrichtlinien für Schiffe, die ebenfalls die Anforderungen für Sprachalarmierungs-Systeme beinhalten. Diese Klassifizierung war die Basis für die Festlegung der entsprechenden Versicherungsprämien.

1991

Die „Lloyd’s Register“ Sicherheitsrichtlinien wurden vom „British Standards Institute“ 1991 als BS7443 (Public-Address-Voice-Alarm Systems) übernommen.

1998

...erfolgte die Ablösung von BS7443 mit dem Europäischen Standard EN60849, der nach einer Karenzfrist von 4 Jahren 2002 in der EU verbindlich wurde.

2003

...erfolgte die Ergänzung mit DIN/VDE 0833-3 bzw. 2005 mit VDE 0833-4 (Entwurf). Diese Norm beschreibt die Installation, den Wirkungsbereich und die Vernetzung von Sprachalarmanlagen.

Zielsetzung der EN60849/VDE 0833-4:

- Schutz von Menschenleben, Alarmierung und Evakuierung von Personen mit eindeutigen Sprachtexten. Falls möglich „richtungweisende Sprachtexte“ zur Fluchtbegleitung.
- Richtlinien für die normgerechte Planung und Ausführung von Sprachalarmanlagen (SAA), insbesondere geplante und dokumentierte Sprachverständlichkeit.
- Definition der Begriffe, der allgemeinen Systemanforderungen sowie der Überwachung und Umweltbedingungen.
- VDE 0833-4 detailliert die Installation und Vernetzung von Sprachalarmanlagen inklusive Schnittstellen zu BMZ (Brandmelde-Zentralen).

Schutzziel

Schnelle Information und Alarmierung der betroffenen Menschen und des Betriebspersonals im Ereignisfall. Beispiele hierfür sind Brandfalldurchsagen, Evakuierungsanweisungen, aber auch Beruhigungsmeldungen und Entwarnungen.

Die Sprachalarmanlage (SAA) wird in Verbindung mit einer Brandmelderzentrale (BMZ) primär zur Alarmierung eingesetzt. Zusätzlich wird in der Praxis die SAA auch für Aufgaben außerhalb dieses Anwendungsbereiches genutzt.

Beispiele hierfür sind Sprachmeldungen wie z.B. Werbung oder Aufruf von Personen in Flughäfen, Durchsagen auf Bahnhöfen oder die Einspielung von Hintergrundmusik.

Die unterschiedlichen Meldungen werden gemäß einer vorher festgelegten Wertigkeit (Priorität) ausgegeben. Meldungen mit hoher Priorität wie z.B. die Brandfalldurchsage haben immer Vorrang vor Meldungen mit geringerer Priorität wie z.B. Hintergrundbeschallung.

Gemäß geltendem Recht sind Planungs- und Ausführungsarbeiten von Sicherheits-Systemen dem Produkthaftungs-Gesetz unterstellt. Eventuelle Verstöße unterliegen einer Verjährungsdauer von 30 Jahren!

2.1.1 Normen, Richtlinien

Einsatz von Sprachalarmanlagen (SAA)

SAA werden in Gebäuden eingesetzt, in denen über Notfallsysteme Personen alarmiert oder Bereiche evakuiert werden müssen.

In diesem Handbuch liegt der Schwerpunkt auf der Planung einer Sprachalarmanlage gemäß den Anforderungen der DIN VDE 0833-4 und den mitgeltenden Normen und Bestimmungen.

Bei der Planung und Ausführung einer SAA in Deutschland ist das Bauaufsichtsrecht der Bundesländer zu berücksichtigen.

Bezugsquellen für Normen

DIN-Normen, DIN-EN-Normen ohne VDE
Beuth Verlag GmbH
Burggrafenstraße 6
10787 Berlin
www2.beuth.de

VDE-Normen, DIN-VDE-Normen
VDE-Verlag
Bismarckstraße 33
10625 Berlin
www.vde.de
www.vde-verlag.de

VdS Schadenverhütung GmbH

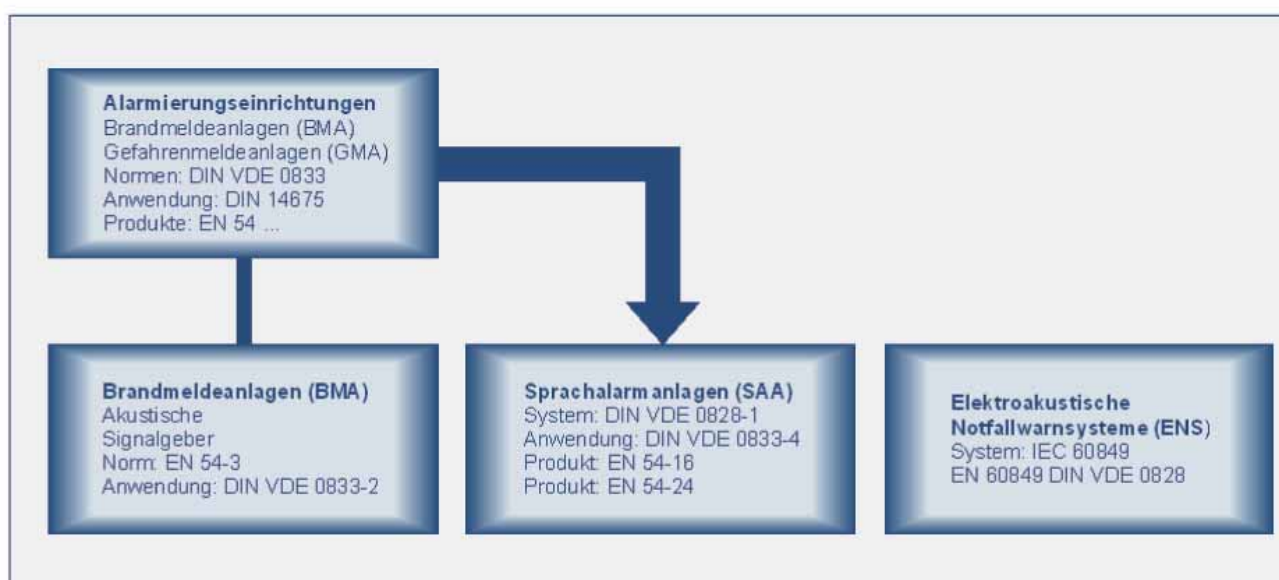


Abb.: Einsatz von Sprachalarmanlagen (SAA)

Nachfolgend sind einige der anzuwendenden Normen, Richtlinien und Verordnungen genannt. Für die Planung und Installation sowie den Betrieb einer Brandmeldeanlage oder eines Notrufsystems bzw.

Sprachalarmanlage sind diese Ausgaben in der jeweils aktuellen und gültigen Form zu beachten

DIN VDE 0833	Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall
Teil 1	Allgemeine Festlegungen
Teil 2	Festlegungen für Brandmeldeanlagen (BMA)
Teil 3	Festlegungen für Einbruch- und Überfallmeldeanlagen
Teil 4	Festlegung für Anlagen zur Sprachalarmierung im Brandfall
DIN 4066,	Hinweisschilder für die Feuerwehr
DIN 14675	Brandmeldeanlagen – Aufbau und Betrieb
DIN 33404-3	Akustische Gefahrensignale, Einheitliches Notsignal
DIN EN 54-1	Brandmeldeanlagen – Einleitung
DIN EN 54-3	Brandmeldeanlagen – Feueralarmeinrichtungen - Akustische Signalgeber
DIN EN 54-4,	Brandmeldeanlagen – Energieversorgungseinrichtungen
DIN EN 54-16	Brandmeldeanlagen – Komponenten für Sprachalarmierung in Brandmeldeanlagen, Sprachalarmzentralen
DIN EN 54-24	Brandmeldeanlagen – Komponenten für Sprachalarmierung in Brandmeldeanlagen, Lautsprecher
DIN EN 60268-16	Elektroakustische Geräte – Objektive Bewertung der Sprachverständlichkeit durch den Sprachübertragungsindex
DIN EN 60849	Elektroakustische Notfallwarnsysteme
DIN EN 61672	Elektroakustik – Schallpegelmesser
DIN EN ISO 9921	Ergonomie – Beurteilung der Sprachkommunikation
DIN VDE 0800-1	Fernmeldetechnik – Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte
DIN VDE 0815	Installationskabel und -leitungen für Fernmelde- und Informationsanlagen
DIN VDE 0845-1	Schutz von Fernmeldeanlagen gegen Blitzeinwirkungen, statische Aufladungen und Überspannungen aus Starkstromanlagen – Maßnahmen gegen Überspannungen
MLAR	Muster-Richtlinie über brandschutztechnische Anforderungen an Leitungsanlagen In den einzelnen Bundesländern gelten die jeweiligen Umsetzungen (LAR)
LAR	Siehe MLAR
94/9/EG (ATEX)	Richtlinie des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. März 1994 zur Angleichung der Rechtsvorschriften der Mitgliedstaaten für Geräte und Schutzsysteme zur bestimmungsgemäßen Verwendung in explosionsgefährdeten Bereichen
VdS 2095	Richtlinien für automatische Brandmeldeanlagen; Planung und Einbau
VdS 2341	VdS-Publikationen zu Schadenverhütung und Technik

2.1.2 Bauaufsichtsrecht der Länder

Bauaufsichtsrecht bzw. Baupolizeirecht ist Landesrecht. Danach sind die einzelnen Bundesländer zuständig für den Erlass von Bauverordnungen. Entsprechend der Gliederung der Bundesrepublik Deutschland in 16 Bundesländer existieren 16 Bauverordnungen mit teilweise unterschiedlichem Inhalt. Sie haben nur im jeweiligen Bundesland Rechtskraft.

Baurecht ist Landesrecht

Darüber hinaus können aufgrund besonderer Art und Nutzung von baulichen Anlagen erweiterte Anforderungen an den Brandschutz gestellt werden. Zusätzliche Verordnungen für bauliche Anlagen besonderer Art und Nutzung bestehen für:

- Anlagen mit radioaktiven Stoffen
- Baustellen
- Beherbergungsstätten, Gaststätten, Hotels
- fliegende Bauten
- Garagen
- Geschäfts- und Warenhäuser
- Heime
- Hochhäuser
- Holzbauwerke
- Kindergärten
- Krankenhäuser
- Lager-, Ausstell- und Ausstellungsplätze
- Schulen
- Tragluftbauten
- Versammlungs- und Verkaufsstätten,
- Zirkusbetriebe

In einigen der genannten Normen und Verordnungen ist zur Einhaltung und Gewährleistung eines ausreichenden Brandschutzes eine Brandmeldeanlage bauaufsichtlich gefordert. Die Bauaufsichtsbehörde kann in Sonderfällen darüber hinaus auf den Einsatz und Betrieb weiterer zusätzlicher Brandschutzeinrichtungen sowie auch Meldeeinrichtungen bestehen.

Anträge zu Erstellung von Baugenehmigungen gehen an die zuständigen Baubehörden mit den entsprechenden Bauplänen, den dazugehörigen statischen Angaben und einer genauen Betriebsbeschreibung, aus der die spätere Nutzung, Anzahl der Bewohner oder Beschäftigten und gleichen mehr hervorgeht.

Für das Planen und Errichten von Brandmeldeanlagen sowie das Erstellen eines Brandschutzkonzeptes sind zwingend die aufgeführten Normen, Verordnungen und Richtlinien einzuhalten. Zusätzlich zu den bauaufsichtlichen Anforderungen an Brandmeldeanlagen / Sprachalarmanlagen sind auch die anerkannten Regeln der Technik für das Planen, Errichten und Betreiben dieser Anlagen sowie lokale Auflagen zu beachten.

Bauordnungsrechtlich geforderte SAA

Die Funktion von Leitungen, die für die Alarmierung erforderlich sind muss auch im Brandfall gewährleistet bleiben (siehe DIN VDE 0833-4 und LAR).

Bauordnungsrechtlich nicht geforderte SAA

Leitungen, die für die Funktion der Alarmierung erforderlich sind, müssen, wenn gefordert und wenn diese Leitungen nicht durch Räume mit nur geringer Brandlast führen, für einen Funktionserhalt von mindestens 30 Minuten Dauer ausgelegt sein. Ausgenommen sind Leitungsanlagen innerhalb eines Brandabschnittes in einem Geschoss. Die Zuleitungen bis zu diesen Bereichen müssen in Funktionserhalt ausgeführt werden.

Versammlungsstättenverordnung

Die Versammlungsstättenverordnung ist eine länderspezifische Verordnung für den Bau und Betrieb von Versammlungsstätten. In der Praxis werden die hier geregelten Mustererlasse in das jeweilige Landesrecht übernommen. Grundsätzlich kann für die Errichtung einer SAA folgende Empfehlung gegeben werden:

- Pflicht für Gebäude mit mehr als 1.000 m² Grundfläche.
- Pflicht für Versammlungsorte wie Mehrzweckhallen und Sportstadien mit mehr als 5.000 Besucherplätzen inkl. einer zusätzlichen Vorrangschaltung für die Einsatzleitung sowie einer unterbrechungsfreien Notstromversorgung. Bestehende SAA müssen innerhalb einer Frist von zwei Jahren nach der rechts-wirksamen Gültigkeit der Verordnung angepasst werden.

Verkaufsstättenverordnung

In Verkaufsräumen und Ladenstraßen mit mehr als 2.000 m² müssen Alarmierungseinrichtungen vorhanden sein, durch die alle Betriebsangehörige alarmiert und Anweisungen an sie und die Kunden gegeben werden können.

2.1.3 IP Schutzarten

Gemäß IEC 529 / DIN 40 050

Die Schutzart von elektrischen Betriebsmitteln durch eine entsprechende Kapselung wird durch ein Kurzzeichen angegeben, das aus den Buchstaben IP und zwei, manchmal drei Ziffern besteht.

Die erste Ziffer gibt den Berührungs- und Fremdkörperchutz und die zweite Kennziffer den Wässerschutz an.

Der Stoßschutz als dritte Kennziffer wird in der Regel nicht angegeben

Beispiel: Verstärker

Leistungsverstärker im Standardgehäuse oder 19“-Einbau

Typischer Wert: IP30

Das Innenleben des Gerätes ist gegen eine direkte Berührung bzw. gegen das Eindringen von Fremdkörpern mit einer Größe von mehr als 2,5 mm geschützt.

Ein Schutz vor dem Eindringen von Feuchtigkeit ist nicht vorhanden.

Dieses Gerät eignet sich ausschließlich für den Betrieb in trockenen Räumen mit entsprechendem Raumklima.

IP	1. Stelle Berührungs- und Fremdkörperchutz	1. Stelle Schutz vor Feuchtigkeit	3. Stelle Stoßschutz gegen Stoßenergie bis ...
0	---	---	---
1	... Fremdkörper > 50 mm	... senkrecht fallendes Tropfwasser	... 0,225 J = Aufprall von 150 g aus 15 cm Höhe
2	... Fremdkörper > 12 mm	... schräg fallendes Tropfwasser	... 0,375 J = Aufprall von 250 g aus 15 cm Höhe
3	... Fremdkörper > 2,5 mm	... Sprühwasser	... 0,5 J = Aufprall von 250g aus 20 cm Höhe
4	... Fremdkörper > 1 mm	... Spritzwasser	---
5	... Staubablagerung	... Strahlwasser	... 2,0 J = Aufprall von 500 g aus 40 cm Höhe
6	... Staubeintritt	... Überflutung	---
7	---	... beim Eintauchen	... 6,0 J = Aufprall von 1,5 kg aus 40 cm Höhe
8	---	... beim Untertauchen	---
9	---	---	... 20 J = Aufprall von 5 kg aus 40 cm Höhe

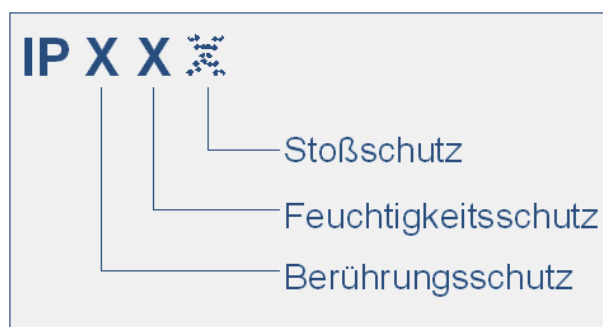


Abb.: IP Schutzarten

2.1.4 Begriffe/Definitionen

Alarmierungsgruppe

Zusammenfassung mehrerer Alarmierungsbereiche (Meldebereiche) der Brandmeldeanlage für eine gemeinsame SAA-Durchsage (z.B. ein Stockwerk das mit einer Fläche von mehr als 400 m² Überwachungsfläche einen Meldebereich überschreiten würde).

Aufmerksamkeitssignal

Auch als Vorgong oder Hinweissignal bezeichnet. Ton oder klangartiges kurzes Signal vor einer Durchsage, hebt sich durch seine Klangzusammensetzung deutlich vom Umgebungslärm ab ohne dabei extreme Energien aufzuwenden und kündigt eine Sprachdurchsage an.

Brandfallbetrieb / Brandfalldurchsage

Durchsage über die SAA mit höchster Priorität im Ereignisfall zur Information von Personen, die sich in dem Gebäude aufhalten (Alarmierung/Evakuierung). Die Brandfalldurchsage unterdrückt alle anderen SAA-Anwendungen wie z.B. normale Sprachdurchsagen oder Hintergrundmusik.

Der Brandfallbetrieb dient der Alarmierung, Information zur Erteilung von Anweisungen an Beschäftigte und Besucher und/oder der Führung von Personen aus der Gefahrenzone in einem Brandfall.

Außerdem gilt:

- Einer Durchsage muss ein Aufmerksamkeits-signal vorangestellt werden.
- Einer Brandfalldurchsage muss das einheitliche Notsignal nach DIN33404-3 vorangestellt werden.

DIN-Alarm

Der DIN Alarm gemäß den Anforderungen der DIN 33404-Teil 3 ist ein standardisiertes Gefahrensignal (Tonsignal) für Arbeitsstätten. Mit dem DIN-Alarm werden Personen im Alarmierungsbereich auf eine Gefahrensituation, wie Brand, Gas, Explosion etc. aufmerksam gemacht.

Eigenstörung

Die messbare Ausgangsspannung eines Mikrofons kann an der Mikrofonmembran einen Schallpegel verursachen – der so genannte Ersatz-Störschallpegel. Dieser Pegel ist mit unterschiedlichen Verfahren messbar und sollte bei SAA grundsätzlich unterhalb 30 dB liegen (CCIR-Messverfahren).

Fehlbediensicherheit

Die Beschallungsanlage muss im Ereignisfall mit einem minimalen Aufwand bedient werden können. Gleichzeitig sind ungewollte Bedienungen (Fehl-auslösungen) z.B. durch verdeckt eingebaute Bedienelemente, Schlüsselschalter / Tastatursperren oder Passworteingaben zu verhindern. Hierzu zählen auch die eindeutige Verantwortlichkeit beim Betreiber der Anlage und der festgelegte Ablauf im Ereignisfall.

Gruppenruf

Durchsagen über eine festgelegte Gruppe von Lautsprecherkreisen (Lautsprechergruppe). Beim Gruppenruf sind die räumliche Zuordnung der Alarmierungsbereiche und zugehörige Fluchtwege zu berücksichtigen.

Hörbarkeit

Eigenschaft eines Tons bzw. Tonsignales, die das Unterscheiden von anderen Tönen ermöglicht. Berücksichtigt wird hierbei die relative Lautstärke und Frequenz des Nutzsignals im Verhältnis zum Umgebungsgläus (siehe auch STI).

Lautsprechergruppe

Zusammenfassung von einem oder mehreren Lautsprecherstromkreisen, für die eine eigene Bedienung und Anzeige für Meldungen und Störungen vorgesehen ist. Lautsprechergruppen dürfen sich grundsätzlich nur über ein Geschoss erstrecken, einen Bereich von max. 1.600 m² beschallen und dabei einen Brandabschnitt nicht überschreiten.

Lautsprecherstromkreis

Übertragungsweg, der einen oder mehrere Lautsprecher enthält. Jeder Lautsprecherstromkreis muss überwacht werden. Im Kurzschlussfall muss ein Lautsprecherkreis rückwirkungsfrei von dem zugehörigen Verstärker getrennt werden können.

Leitungsüberwachung

Überwachung der Verbindungsleitungen zwischen Geräten bzw. innerhalb des Systems auf Störungen (Kurzschluss, Drahtbruch). Lautsprecherleitungen werden in der Praxis zusätzlich auf Erdschluss überwacht.

Manueller Betrieb

Die Wiedergabe der SAA-Signale (Sprache, Musik etc.) wird manuell durch das Bedienpersonal gesteuert. Das gilt auch für die Auslösung der Brandfalldurchsage.

Nahbesprechungseffekt / (proximity effect):

Je näher sich ein Mikrofon an der Schallquelle (z.B. Sprecher) befindet, umso höher ist der störende Einfluss von niedrigen Frequenzen. Die Messung dieses Effektes erfolgt in der Regel in einem Abstand von 1 m. Für die Praxis sollte ein geeigneter Sprechabstand gewählt werden.

Auch bei Mikrofonen die in unmittelbarer Näherer Schallquelle montiert sind (z.B. Headsets) ist in der Regel ein Mindestabstand von 5-10 cm erforderlich.

Nicht-Brandfallbetrieb

Betriebsart der SAA, in der Informationen oder Unterhaltungsbeiträge übertragen werden können. Wird in Anlagen verwendet, die nicht ausschließlich zur Sprachalarmierung im Brandfall eingesetzt werden.

Nennleistung

Lautsprecher:

Beschreibt die elektrische Belastbarkeit mit der ein Lautsprecher dauerhaft ohne Zerstörung betrieben werden kann. Die Festlegung der Nennleistung erfolgt über ein Signal gemäß DIN 45324 (rosa Rauschen).

Verstärker:

Beschreibt die maximal lieferbare elektrische Leistung an einer festgelegten Lastimpedanz, Signal gemäß DIN 45324 (rosa Rauschen).

Pausenhofautomatik

Zeitgesteuerte Signalverteilung für die Zuordnung von Signalen z.B. für Innen- und Außenbereiche. Ein Anwendungsbeispiel ist der Pausengong in Schulgebäuden. Der Pausenbeginn wird nur im Innenbereich akustisch gemeldet. Das Pausenende jedoch im Innen- und Außenbereich des Schulgebäudes.

Mit diesem Verfahren kann eine zusätzliche und unnötige akustische Belastung der Umgebung verhindert bzw. auf ein Minimum reduziert werden.

Pilottonüberwachung

Funktionstest für Verstärkerbaugruppen durch einen permanent gesendeten Ton (außerhalb des menschlichen Hörbereiches) von z. B. 20-22 kHz. Ist dieser Pilotton nicht mehr an dem Verstärkerausgang messbar (automatische Überprüfung) so ist die ordnungsgemäße Funktion des Verstärkers wahrscheinlich wegen eines Defektes nicht mehr möglich.

Über die Auswertung des Pilottons kann automatisch auf einen Havarieverstärker umgeschaltet werden.

Pflichtempfang

Durchsagen und Signale mit höchster Priorität (z.B. Brandfalldurchsagen) müssen alle zugeordneten Alarmierungsbereiche bzw. Zuhörer erreichen. Zu beachten sind besonders Bereiche, in denen ggf. einzelne Lautsprecher abgestellt oder leise gestellt werden können. Hier muss für den Pflichtempfang eine technische Lösung geschaffen werden, die eine Abschaltung der Lautsprecher überbrückt und den Empfang mit der geforderten Lautstärke gewährleistet (Pflichtempfangsrelais, 3-Draht-Technik).

Phantomspannung

Für die Spannungsversorgung von Kondensatormikrofonen über die Signalleitung wird die so genannte „Phantomspannung“ genutzt.

Bei dynamischen Mikrofonen ist keine Phantomspannung erforderlich. Dabei ist es egal ob die Phantomspannung ein- oder ausgeschaltet ist.

In der Praxis ist das meistens eine Gleichspannung von $48\text{ V} \pm 4\text{ V}$ die über den Mikrofonanschluss des Leistungsverstärkers oder der SAA-Komponente, an der das Mikrofon angeschlossen ist, bereitgestellt wird. Der Pluspol der Gleichspannung wird über einen definierten Entkopplungswiderstand an die beiden symmetrischen Tonfrequenzadern angelegt. Die Kabelabschirmung der Signalleitung führt den Minuspol. Phantomgespeiste Mikrofone können nur an symmetrischen Verstärkereingängen betrieben werden. Bei unsymmetrischen Verstärkereingängen ist die Phantomspannung abzuschalten werden.

Im System VARIODYN® D1 wird keine Phantomspannung zur Verfügung gestellt. Die eingesetzten Sprechstellen sind mit einem Elektret-Mikrofon ausgerüstet für die keine Phantomspannung erforderlich ist.

Priorität

Bei Sprachalarmanlagen (SAA) muss die Rangfolge der akustischen Signale festgelegt werden. Es wird dabei zwischen Signalen mit niedriger Priorität (z.B. Hintergrundmusik) und Signalen hoher Priorität (Brandfalldurchsage) unterscheiden. Ein Signal mit hoher Priorität wird in dem System vorrangig behandelt und muss sich gegenüber evtl. vorhandenen Signalen mit geringerer Wertigkeit durchsetzen können. In der Beschallungstechnik muss bei den Prioritäten ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

- Brandfall-Durchsage über das Brandfall-Mikrofon.
- Gespeichertes Brandfallsignal manuell ausgelöst.
- Gespeichertes Brandfallsignal automatisch ausgelöst.
- Nicht-Brandfallbetrieb.

Sammelruf

Gruppenruf, der alle Lautsprecherlinien erfasst. In modernen Anlagen meist als Gruppe vordefiniert. In klassischen Anlagen deswegen von Bedeutung, weil durch ein besonderes Relais (Sammelrufrelais) die Einzelkreisrelais bei Sammelruf in Ruhestellung bleiben konnten und dadurch der Steuerstrom reduziert wurde.

Schallgruppen

Als Schallgruppe wird das Zusammenfassen von Lautsprechern (z.B. Tonsäulen, Arrays) bezeichnet um durch die Überlagerung von Schallwellen einen bestimmten Effekt und eine gebündelte Schallabstrahlung zu erzielen.

Sprachalarmierung

Sprachdurchsage für den Alarmierungsfall. Die Meldung kann zuvor aufgezeichnet worden sein und wird im Ereignisfall abgespielt oder wird von einem vorher festgelegten, aufgeschriebenen Text abgelesen (Live-Durchsage).

Sprachverständlichkeit

Für Brandfalldurchsagen in SAA ist eine Sprachverständlichkeitsmessung erforderlich. Die Qualität der Messung ist stark abhängig von dem Grundgeräuschpegel und sollte unter den zu erwartenden Bedingungen durchgeführt werden.

Die STI-Messung (Speech Transmission Index) gibt den Verständlichkeitsgrad an. Erfasst werden der Nachhall, die Störgeräusche, Raumreflexionen und die Richtcharakteristik der Schallquelle mit insgesamt 98 Einzelmessungen. Der Verständlichkeitsgrad wird im Bereich von 0 bis 1 angegeben. Für SAA ist ein STI-Wert von mehr als 0,50 gefordert.

Die RASTI-Messung (Rapid Speech Transmission Index) ist eine vereinfachte Ur-Form der STI-Messung. Beurteilt wird nur der Signalanteil in den Oktavbändern 500Hz und 2kHz. Für die Beurteilung der Sprachverständlichkeit ist jedoch die STI-Messung bevorzugt einzusetzen.

Die Silbenverständlichkeit (in %) kann mit speziellen Kunstwörtern und statistischen Methoden ermittelt werden. Die Erfassung der Silbenverständlichkeit ist mit höherem Aufwand verbunden. Der Wert für SAA sollte oberhalb von 75% liegen.

Der prozentuale Konsonantenverlust „ALCONS“ (Articulation loss of Consonants) berücksichtigt auf vereinfachte Form die Silbenverständlichkeit. Der ALCONS-wert sollte bei SAA kleiner sein als 15% (ideal kleiner 10%).

Signalverteilung

Bei einer Signalverteilung in SAA wird ein Eingangssignal auf mehrere Lautsprecher (bzw. Alarmierungsgruppen) aufgeteilt.

Für die Signalverteilung wird das Eingangssignal verstärkt und mehreren Leistungsverstärkern zugeführt und auf mehrere Lautsprecher eines Verstärkers verteilt. Zur flexiblen Signalverteilung können Stellglieder oder das Matrixverfahren eingesetzt werden.

Stammleitung

Eine oder mehrere Lautsprecherleitungen, die von der Verstärkerzentrale bis zum Anfang des jeweiligen Beschallungsbereiches führen. Für Stammleitungen in sicherheitsrelevanten Anlagen gelten besondere Verlegevorschriften.

Stichleitung

Leitung innerhalb eines Lautsprecherkreises, die den ersten (oder einen nächsten) Lautsprecher eines Kreises mit weiteren Lautsprechern verbindet.

Rückkopplung, akustisch

Rückkopplung (Feedback) des Ausgangssignals eines verstärkenden Systems auf den Eingang des Systems (Acoustic Feedback). Abhängig von dem Unterschied in der Intensität und Phasenlage zwischen dem Ein- und Ausgangssignal kann eine Abschwächung (Gegenkopplung) bzw. eine Erhöhung (Mitkopplung) der Verstärkung entstehen.

Sprachalarmzentrale (SAZ)

Zentrale, die der Alarmierung und der Information der von Brandgefahren betroffenen Personen dient.

Sprachverständlichkeit

Bewertung des Anteiles der gesprochenen Information, die vom Hörer verstanden werden kann. Hierbei werden unterschiedliche Beurteilungsverfahren eingesetzt (siehe STI, RASTI, CTI, Alcons).

Umweltschutz

Eine Schallerzeugung und Ausbreitung ist in der Praxis nicht auf eine bestimmte Fläche zu begrenzen. Hierdurch werden auch Bereiche beschallt, die von dem eigentlichen Schallsignal eigentlich nicht betroffen sind.

Diese unerwünschte Beschallung wird von Personen als vermeidbarer Lärm empfunden. Die ordnungsgemäße Ausführung einer SAA sollte auch die Umweltverträglichkeit durch die Lärmbelastigung von Menschen (und Tieren) berücksichtigen.

Übersprechen

Das Übersprechen entsteht durch eine räumliche Nähe von zwei Systemen bei der Installation oder auch durch gemeinsam genutzte Übertragungswege.

Die Informationen von einem System werden ungewollt auf ein zweites System.

Vorgang

siehe Aufmerksamkeitssignal

Wirkungsbereich

Bereich innerhalb und/oder außerhalb eines Gebäudes, in dem das SAA-System die Anforderungen der entsprechenden Normen und Auflagen erfüllt. Ein Wirkungsbereich kann mehrere Alarmierungsgruppen (Meldebereiche) umfassen.

100V-Technik

In Beschallungssystemen eingesetzte Übertragungs- und Anpassungstechnik zwischen Leistungsverstärker und Lautsprecher.

2.2 Anwendungsgebiete von SAA

Eine Sprachalarmanlage (SAA) im Sinne der Norm muss aus Komponenten bestehen, die den Normen der Reihe DIN EN 54 entsprechen. Das funktionsmäßige Zusammenwirken dieser Komponenten muss sichergestellt sein. Geräte für den Einsatz in schwierigen Umgebungsbedingungen, wie z. B. in Kühlhäusern, Galvanisierbetrieben oder korrosiver Atmosphäre, müssen für diese Anwendung geeignet sein oder durch geeignete Schutzmaßnahmen angepasst werden.

Sprachalarmanlagen (SAA)

Überall dort wo eine Personengefährdung zu erwarten ist kann eine Sprachalarmanlage zur Alarmierung eingesetzt werden. Die Sprachalarmierung ist besonders effektiv für Gebäude und Räume in denen sich nicht eingewiesene oder ortsfremde Personen aufhalten bzw. optische Signalgeber nicht immer eindeutig erkannt werden können. Eine besonders hohe Gefährdung im Ereignisfall liegt bei Personen vor, die im Ereignisfall wie z.B. der Evakuierung eines Gebäudes, auf fremde Hilfe angewiesen sind. Dies sind ggfs. sowohl kranke oder ältere Menschen, aber auch Arbeiter mit Lärmschutztausrüstung.

Die Sprachalarmanlage wird in Verbindung mit einer Brandmelderzentrale primär zur Alarmierung eingesetzt. Zusätzlich wird in der Praxis die SAA auch für Aufgaben außerhalb dieses Anwendungsbereiches genutzt.

Typische Beispiele hierfür sind Sprachmeldungen wie z.B. Werbung oder Aufruf von Personen in Flughäfen, Durchsagen auf Bahnhöfen oder die Einspielung von Hintergrundmusik.

Abhängig von dieser kombinierten Anwendung zur Alarmierung und allgemeinen Beschallung werden unterschiedlichste Anforderungen an eine SAA gestellt. Für die Sprachalarmierung sind z.B. Lautsprecher für den Außenbereich gefordert, die einen hohen Schalldruck erzeugen können. Gleichzeitig soll aber in anderen Bereichen auch ein qualitativ gutes Musiksingal wiedergegeben und idealerweise auch für einzelne Bereiche in der Lautstärke geregelt werden können.

Die Anforderungen aus den Bereichen Sicherheit, Komfort und Flexibilität setzen für die Planung und Realisierung einer Anlage eine hohe Fachkompetenz und sehr gute Kenntnisse der einzelnen Produktkomponenten voraus.

Sicherheitsrelevante Funktionen

- Ständige Betriebsbereitschaft (> 99 %), Ausfallsicherheit.
- Überwachte Leitungswege.
- Netz- und Notstromversorgung.
- Automatische Ansteuerung durch die Brandmeldeanlage über eine zugelassene Schnittstelle.
- Möglichkeit der manuellen Auslösung.
- Priorität für den Brandfallbetrieb (Brandfalldurchsagen).
- Hohe Sprachverständlichkeit und Mindestschallpegel +10 dB über der Umgebungslautstärke.

Sprachalarmzentrale (SAZ)

Sprachalarmzentralen müssen der Norm DIN EN 54-16 entsprechen. Es dürfen nur anlageneigene Meldungen und Informationen verarbeitet werden.

Unter anlageneigenen Meldungen und Informationen sind alle Meldungen und Informationen zu verstehen, die im Zusammenhang mit einer Brandfallwarnung oder einer anderen Funktion der Sprachalarmanlage stehen.

Meldungen und Informationen von anderen Anlagen, die über die Übertragungswege der Sprachalarmanlage übertragen werden, dürfen die Funktion der Sprachalarmanlage nicht beeinträchtigen.

2.2.1 Allgemeine Systemanforderungen

Für den Aufbau und Betrieb einer SAA-Anlage ist zusätzlich zu der normenkonformen Ausführung eine Festlegung der Mindestanforderungen und Funktionen zwischen dem Betreiber der Anlage und den zuständigen Stellen erforderlich. Sprachalarmanlagen sind gemäß den Anforderungen der DIN VDE 0833-1 zu betreiben.

Grundsätzliche Festlegungen

- Definition der Sicherheitsstufe (I, II, III).
- Beschallungsumfang.
- Alarmierungsbereiche, Meldebereiche, Brandabschnitte.
- Standort der Sprachalarmzentrale (SAZ), Ausbaustufen und Zugänglichkeit.
- Notwendigkeit von Brandfallmikrofonen und Anzahl von Sprechstellen sowie deren Bedienbarkeit.
- Alarmorganisation und Festlegung der Durchsagetexte.

Auszug aus der VDE 0833-4

Die Sprachalarmzentrale (SAZ) muss in einem trockenen, bedingt zugänglichen Raum aufgestellt werden. Vorhandene Anzeige- und Bedienelemente sowie Beschriftungen müssen ausreichend beleuchtet werden und erkennbar sein. Die Hörbarkeit der akustischen Anzeigen der SAA dürfen nicht durch Umgebungs- und Hintergrundgeräusche eingeschränkt werden.

Der Aufstellort der SAZ muss so gewählt werden, dass an diesem Ort von einer möglichst geringen Gefahr der Brandentstehung ausgegangen werden kann. Der Aufstellungsort (z.B. Raum) muss durch eine Brandmeldeanlage überwacht werden.

Bei einer Verteilung der SAZ auf mehrere Gehäuseeinheiten bzw. Baugruppen, die nicht in einem Gehäuse (z.B. Standschrank) montiert sind, müssen die Verbindungsleitungen redundant ausgeführt bzw. auch brandschutztechnisch getrennt verlegt werden.

Die Anzeige- und Bedieneinrichtung der SAZ muss sich am Anfang des Überwachungsbereiches, vorzugsweise in unmittelbarer Nähe zur Brandmelderzentrale (BMZ) befinden. Im Alarmfall muss für die Einsatzkräfte der Feuerwehr der uneingeschränkte Zugang zu der SAA Anzeige- und Bedieneinrichtung sowie zu den Brandfallmikrofonen gewährleistet sein (z.B. über Gebäudeschlüssel die im Feuerwehrschränkeldepot (FSD) der BMZ aufbewahrt werden).

Das System muss innerhalb 10 Sekunden nach dem Anlegen der Stromversorgung mit der Alarmaussendung beginnen können. Hinweissignale und Durchsagen in einem oder mehreren Bereichen müssen gleichzeitig übertragen werden können. Im Wechsel mit einer oder mehreren gesprochenen Mitteilung(en) muss mindestens ein geeignetes Hinweissignal gesendet werden.

Das Bedienpersonal muss jederzeit mit Hilfe einer Überwachungsanzeige über die einwandfreie Funktion des Notfallsystems oder wichtiger Teile informiert sein. Die Überwachung soll den Ausfall eines Verstärkers, Lautsprecherstromkreises und aller für die Alarmierung notwendigen Komponenten anzeigen.

Der Ausfall eines Verstärkers oder Lautsprecherstromkreises darf nicht zum Ausfall eines ganzen Alarmierungsbereiches führen. Wenn es aufgrund des Räumungsverfahrens notwendig ist, muss das System in Notfall-Lautsprecherbereiche aufgeteilt werden. Akustisches Übersprechen in die Notfall-Lautsprecherbereiche ist zu verhindern oder muss die erforderliche Sprachverständlichkeit erfüllen.

2.2.2 Ausfallsicherheit

Definition der Ausfallsicherheit für eine Sprachalarmanlage (SAA) gemäß VDE 0833-4

Sicherheitsstufe I :

Bei einem Fehler in einem Übertragungsweg (Unterbrechung, Kurzschluss oder Fehler gleicher Wirkung) darf maximal die Beschallung innerhalb eines Brandabschnittes bzw. Alarmierungsbereiches in einem Geschoss ausfallen.

Diese Sicherheitsstufe wird für Gebäude mit weniger als 2.000 m² und weniger als 200 Personen empfohlen.

Sicherheitsstufe II :

Bei einem Fehler in einem Verstärker oder einem Übertragungsweg (Unterbrechung, Kurzschluss oder Fehler gleicher Wirkung) muss die Beschallung des Alarmierungsbereichs sichergestellt bleiben. Der Schallpegel darf nicht mehr als - 3 dB (A) reduziert werden und die Sprachverständlichkeit (STI) nicht unter 0,5 (CIS > 0,65) liegen. Bei der Gruppenbildung von Lautsprechern (siehe auch A/B-Beschallung) kann z.B. eine Lautsprechergruppe ausfallen, wenn die o. a. Kriterien eingehalten werden.

Diese Sicherheitsstufe wird für Gebäude mit mehr als 2.000 m² und mehr als 200 Personen empfohlen.

Sicherheitsstufe III :

Voraussetzung für diese Sicherheitsstufe ist, dass alle Kriterien der Sicherheitsstufe 2 erfüllt werden. Zusätzlich ist ggfs. Ein weiteres SAA-System mit Brandfalldurchsage (Mikrofon) im redundanten Betrieb vorzusehen. Dies gilt auch für die Planung der Übertragungswege.

Diese Sicherheitsstufe wird für Gebäude mit einem Höchstmass an Ausfallsicherheit empfohlen (Beispiel: Kernkraftwerke).

2.2.3 Anforderungen an die Ansteuerung

Automatische Ansteuerung

Die Ansteuerung der Sprachalarmanlage (SAA) durch die Ansteuereinrichtung einer Brandmelderzentrale (BMZ) muss grundsätzlich über eine zugelassene und geeignete Schnittstelle erfolgen (siehe Kapitel „Systemkopplung“). Für die direkte Ansteuerung einer SAA durch eine BMZ sind überwachte Übertragungswege erforderlich. Das gleiche gilt auch für Störungsmeldungen der SAA an die BMZ. Übertragungswege zur Ansteuerung und für Störungsmeldungen zwischen der SAA und der Brandmelderzentrale sind von der Brandmelderzentrale aus zu überwachen. Meldungen und Informationen, wie z.B. die Auslösung von Ansteuereinrichtungen der BMZ an die SAA müssen für jeden Alarmierungsbereich (Meldebereich) einzeln übertragen werden können.

Manuelle Auslösung

Zusätzlich zur automatischen Ansteuerung durch eine BMZ, muss die Sprachalarmzentrale (SAZ) auch über eine manuelle Auslöseeinrichtung aktiviert werden können, bzw. auch manuell, unabhängig von der BMZ-Ansteuerung steuerbar sein.

Überwachte Übertragungswege

Die Übertragungswege zwischen Lautsprechern und SAZ, sowie zwischen den SAZ und Brandfallmikrofonen müssen gemäß den normativen Anforderungen verfügbar sein und auf Funktionsfähigkeit überwacht werden. Werden Anzeige- und Bedienelemente von der SAZ abgesetzt, sind die erforderlichen Übertragungswege ebenfalls zu überwachen. Kann bei Übertragungswegen, die nicht ausschließlich für Gefahrenmeldeanlagen verwendet werden, die geforderte Funktion durch fremde Signale gestört werden, so ist eine zweite Übertragungsmöglichkeit vorzusehen.

Störungen wie Drahtbruch, Kurzschluss oder Fehler gleicher Wirkung in einem Abschnitt eines Übertragungsweges zwischen einzelnen Sprachalarmzentralen und den Übertragungswegen, zu der oder den übergeordneten Sprachalarmzentralen oder Anzeige- und Bedienelementen dürfen die Funktion der Anlage nicht beeinträchtigen (1-fach Fehler Ausschluss).

Störungen wie Drahtbruch, Kurzschluss oder Fehler gleicher Wirkung in einem Abschnitt eines Übertragungsweges dürfen nicht zum Ausfall von mehr als einem Alarmierungsbereich (Meldebereich) führen.

2.2.4 Spannungsversorgung der SAA

Die Spannungsversorgung für den ordnungsgemäßen Betrieb einer Sprachalarmanlage (SAA) muss mindestens für die nachfolgend aufgeführte Betriebsdauer gewährleistet werden:

Überbrückungszeit

- 4 Stunden, wenn eine Netzersatzanlage zur Verfügung steht und der Ausfall der Netzversorgung jederzeit erkannt wird.
- 30 Stunden, wenn die Störung zu jedem Zeitpunkt erkannt werden kann (z.B. Übertragung der Störungsmeldung an eine ständig besetzte beauftragte Stelle).

Alarmierungszeit

Zusätzlich ist der größte Energiebedarf für Ansteuerung von optischen und akustischen Signalgebern und einer Alarmierungszeit von 30 Minuten nach Ablauf der Überbrückungszeit zu berücksichtigen.

Während dieser Zeit muss auch im Notstrombetrieb der Anlage eine Alarmierung durchgeführt werden können. Die Dauer der Alarmierungszeit muss der zweifachen Räumungszeit, aber mindestens einer Dauer von 30 Minuten entsprechen.

Forderungen an die Stromversorgung für Gefahrenmeldeanlagen

gemäß VDE 0833 Teil 1 bis 2:

Für die Energieversorgung einer GMA sind zwei von einander unabhängige Energiequellen erforderlich, von denen jede in der Lage sein muss, die GMA leistungsmäßig uneingeschränkt zu betreiben (Netz- und Notstromversorgung).

Eine Energiequelle muss ein allgemeines Versorgungsnetz oder eingleichwertiges Netz, das ohne Unterbrechung betrieben wird sein. Die andere (Notstrom-) Quelle ist eine anlageeigene Einrichtung (Akkumulator) oder ein besonderes gesichertes Ersatznetz.

Bei gestörter Netzversorgung muss automatisch eine unterbrechungslose Notstromversorgung Spannungsversorgung zur Verfügung stehen, über die der uneingeschränkte Betrieb der Anlage sichergestellt werden muss.

Die Energieversorgung einer GMA darf nicht zur Versorgung anderer Anlagen oder Anlagenteile benutzt werden. Betriebsmittel, die der Weiterleitung von Meldungen dienen, dürfen mitversorgt werden.

Für die Versorgung von Betriebsmitteln, die über Sekundärleitungen (nicht überwachte Leitungen) angeschlossen sind (z.B. Registriereinrichtungen, Zustandsanzeigen), dürfen auch andere Energieversorgungen benutzt werden.

Die Netzversorgung muss so ausgelegt sein, dass Netzspannungsänderungen im Bereich von 230 V \pm 10 % bei alleiniger Speisung durch das Netz die einwandfreie Funktionsweise der GMA nicht beeinträchtigen.

Für die Energiezuführung aus dem elektrischen Netz muss ein eigener Stromkreis mit eigener Absicherung (und Kennzeichnung z.B. BMA) verwendet werden.

Vor dieser Absicherung darf bis zum niederspannungsseitigen Einspeisepunkt des elektrischen Netzes (Stelle der Energieeinspeisung in das Gebäude, indem sich die GMA befindet) nur noch einmal abgesichert werden. Es muss ausgeschlossen sein, dass durch das Abschalten anderer Betriebsmittel der Stromkreis zur Meldeanlage unterbrochen wird.

Sofern eine Fehlerstrom-Schutzschaltung vorgesehen ist, muss die GMA über einen eigenen Fehlerstrom-Schutzschalter betrieben werden.

Netzzuleitung

Es ist nur geeignetes Kabel für die Netzzuleitung zu verwenden. Abhängig von der Installation und den Anforderungen ist ggf. ein Funktionserhalt für die Netzzuleitung vorzusehen.

Die Netzzuleitungen für die SAA (und Brandmeldeanlage) sollten sternförmig von einem gemeinsamen Punkt der Hausverteilung geführt werden.

2.2.4.1 Notstromversorgung

Für die Dimensionierung der Notstromversorgung in Alarmierungsanlagen gelten im Prinzip die gleichen Anforderungen, wie sie an Gefahrenmeldeanlagen (GMA) gestellt werden.

Aus diesem Grund sind hierfür die VDE 0833, EN 60849 / VDE 0828 sowie die entsprechenden VdS-Richtlinien (VdS Schadenverhütung GmbH, Köln) zu beachten.

Die Notstromversorgung für Sprachalarmanlagen gemäß DIN VDE 0833-4 muss der Produktnorm EN54-4 (A2) entsprechen.

SAA-Systeme, die nicht in allen Einzelheiten der VDE 0833 entsprechen, dürfen nicht als Gefahrenmeldeanlagen im Sinne dieser Norm bezeichnet werden, auch wenn sie zur Meldung von Gefahren- und Notsituationen eingesetzt werden. In Gefahrenmeldeanlagen (GMA) sind unter anderem alle Übertragungswege, die der Übertragung von Informationen und Gefahrenmeldungen dienen (Primärleitungen), auf Kurzschluss und Unterbrechung überwacht. Störungen dieser Primärleitungen sind optisch und akustisch anzuzeigen.

Für das Laden und das Erhalten der Ladung der Akkumulatoren ist eine geregelte Ladeeinrichtung vorzusehen. Sie muss so bemessen sein, dass sie den auf seine Entladeschlussspannung entladenen Akkumulator in maximal 24 h auf 80 % seiner Nennkapazität aufladen kann. Die Ladung muss auch bei Netzspannungsänderungen im Bereich von $230\text{ V} \pm 10\%$, Belastungs-, Temperatur- und Frequenzänderungen sichergestellt sein. Während vorübergehender Spitzenlast darf die Wiederaufladung eingeschränkt oder ausgesetzt werden.

Die erforderliche Kapazität der Batterie ist, außer vom Energiebedarf der GMA im meldebereiten Zustand (Ruhestrom), abhängig von...

- der Zeitspanne zwischen dem Erkennen einer Netzstörung.
- der Verfügbarkeit des Wartungs- und Servicepersonals sowie dem Bereitstellen von Ersatzteilen.
- dem erhöhten Strombedarf für die Alarmierung und der Alarmierungsdauer.
- dem Vorhandensein einer Netzersatzanlage.

Berücksichtigung des Kapazitätsverlustes durch Alterung

Bei Verwendung von spannungsbegrenzten Ladegeräten mit $2,3\text{ V} / \text{Zelle}$ bei 20°C Batterietemperatur und Dauerladung wird eine Batterie-Lebensdauer von vier bis fünf Jahren erreicht, während höhere Temperaturen die Lebensdauer reduzieren. Untergünstigen Bedingungen kann die doppelte Lebensdauer erreicht werden. Die mögliche Anzahl von Wiederaufladungen bei Teilentladungen oder entsprechenden Hochstromentladungen liegt bei ca. 240. Das Ende der Brauchbarkeitsdauer ist nach EN 50272 definiert, wenn 60 % der Nennkapazität erreicht sind. Dies entspricht auch den Herstellerangaben. Für die Batteriedimensionierung in Gefahrenmeldeanlagen sind nach VDE 0833, Teil 1, Abschnitt 3.9.5.1 mindestens 80 % der Nennkapazität erforderlich.

Prüfung der Batteriekapazität

Die Nennkapazität k_{20} ist der für eine 20-stündige, gleichmäßige, ununterbrochene Entladung bis zur Entladeschlussspannung von $1,75\text{ V} / \text{Zelle}$ bei einer Temperatur von $+22^\circ\text{C}$ resultierende Wert in Amperestunden. Vor einer Kapazitätsprüfung ist in jedem Falle eine Nachladung erforderlich, falls die Batterie nicht mit dem Ladegerät verbunden war (und mit Ladungserhaltung geladen wurde). Es wird empfohlen, die Prüfung der Batterie-Kapazität nach EN 50272 durchzuführen.

Ladeeinrichtung für wartungsfreie Bleiakkumulatoren

Die Ladeeinrichtung muss so bemessen sein, dass sie den auf seine Entladeschlussspannung entladenden Akkumulator in maximal 24 Stunden auf 80 % seiner Kapazität aufladen kann. Aus Sicherheitsgründen empfehlen wir 90 %. Die Aufladung erfolgt mit Konstantspannung mit $2,3\text{ V} / \text{Zelle} \pm 30\text{ mV}$ bei 20°C . Für abweichende Temperaturen ist eine Korrektur gemäß Tabelle a) notwendig. Werden diese Werte nicht eingehalten, muss mit einer geringeren Batteriekapazität gerechnet werden. Außerdem vermindert sich die Brauchbarkeitsdauer der Batterie.

2.2.5 Die 100 V-Technik

Die 100 V-Technik wird überwiegend in der Beschallungstechnik bei SAA (ELA) oder PA Anlagen eingesetzt. Mit dieser Technik ist es möglich die Verkabelung der einzelnen Lautsprecher mit einem sehr geringen Kabelquerschnitt auszuführen und trotzdem die erforderliche Leistung zu übertragen. Das Ausgangssignal des Verstärkers wird mit einem Übertrager (Transformator) für die Lautsprecher auf 100 V hoch transformiert.

Ein Kennzeichen ist die einheitliche hohe Spannung am Verstärkerausgang bei Volllaussteuerung, unabhängig von der Verstärker- oder Lautsprecherleistung. Die Leistungsaufnahme eines angeschlossenen Lautsprechers wird durch seine Nennimpedanz (durch Übertrager) bestimmt.

Vorteile der 100 V-Technik

- optimal geeignet für Sprachdurchsagen und akustische Alarmierung.
- hohe Lautsprecheranzahl realisierbar.
- problemlose Erweiterung, Erhöhung der Lautsprecheranzahl (Parallelschaltung).
- geringe Kabeldurchmesser der Lautsprecherzuleitung.
- geringe Leitungsverluste wegen hoher Spannung.
- große Kabellängen / Entfernungen möglich.
- individuelle Lautstärkeregelung für jeden Lautsprecher möglich.

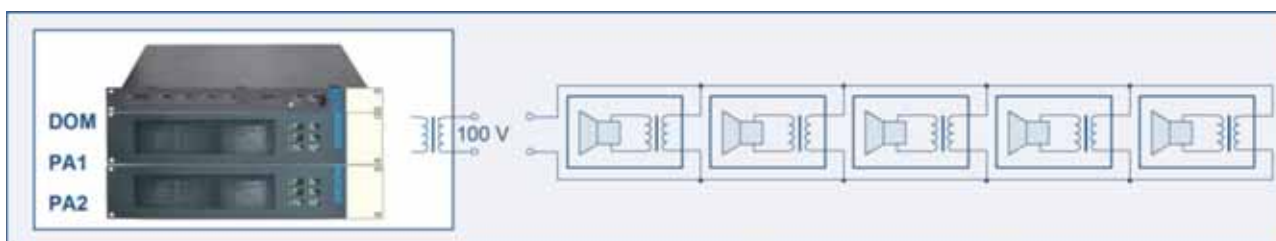


Abb.: 100 V-Technik (Prinzipdarstellung)

End of line Modul (EOL Art.-Nr. 583496)

End of line Modul zum Abschluss der Lautsprecherlinien des Sprachalarmierungssystems VARIODYN®D1, um diese normgerecht zu überwachen, wenn mehr als 20 Lautsprecher pro

Linie angeschlossen werden. Das Modul wird am Liniende, hinter dem letzten Lautsprecher angeschlossen.

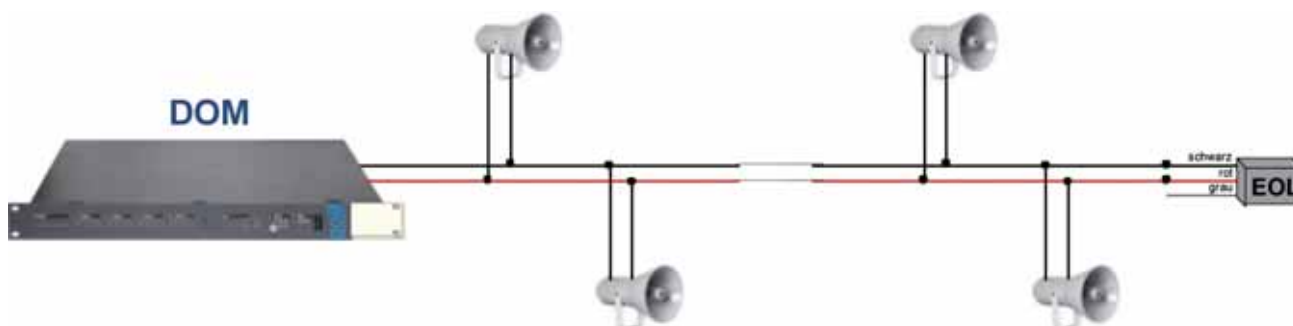


Abb.: Anschluss inkl. EOL-Modul bei mehr als 20 Lautsprechern

2.2.6 Feuerwiderstandsklasse

Feuerwiderstandsklasse (gemäß DIN 4102).

Mit der Feuerwiderstandsklasse, oftmals auch als Brandschutzklasse oder Feuerwiderstandsdauer bezeichnet, wird festgelegt, wie lange ein Bauteil im Brandfall seine Funktion behalten muss.

- F0 → weniger als 30 Minuten
- F30 → mindestens 30 Minuten
(feuerhemmend)
- F60 → mindestens 60 Minuten
(hoch feuerhemmend)
- F90 → mindestens 90 Minuten
(feuerbeständig)
- F120 → mindestens 120 Minuten
(hoch feuerbeständig)
- F180 → mindestens 180 Minuten
(höchst feuerbeständig)

Kennbuchstaben der Feuerschutzklasse

- F Wände, Decken, Gebäudestützen und
- unterzüge, Treppen
- F Brandschutzverglasung. Schutz vor
Hitzestrahlung auf der brandabgewandten
Seite.
- T Türen und Klappen
- G Brandschutzverglasung oder Fensterelement
ohne Strahlungsschutz auf der brandabge-
wandten Seite.
- L Lüftungskanäle und -leitungen
- E Elektroinstallationskanäle oder Installations-
leitungen mit Funktionserhalt
- I Elektroinstallationskanäle ohne Funktionserhalt
- K Absperrvorrichtungen in Lüftungsleitungen
- R Rohrabschottung, Rohrdurchführungen
- S Schott, Kabelbrandschott
- W Nichttragende Außenwände

Wohnungstrennwände müssen zum Beispiel in der Regel der Feuerwiderstandsklasse F90 entsprechen (Türen in diesen Wänden T30).

Für Brandwände ist eine Feuerschutzklasse von mindestens F90 besitzen und zusätzlich mechanischen Stoßprüfungen standhalten.

Funktionserhalt

Für SAA gemäß der DIN VDE 0828 (DIN EN 60849) oder DIN VDE 0833-4, mit denen im Notfall eine akustische Alarmierung von Personen oder Evakuierung von Gebäuden veranlasst wird, ist die Anforderung an den Funktionserhalt in der DIN 4102 Teil 12 und der jeweiligen bundeslandspezifischen MLAR (Muster-Leitungsanlagen-Richtlinie) geregelt.

Der Funktionserhalt gilt für die Leitungswege (inkl. Befestigungsmaterial, Verteiler etc.) die bei einer Brandeinwirkung für eine festgelegte Zeit funktionsfähig bleiben müssen. Die Funktion der Kabel darf nicht durch einen Kurzschluss oder eine Unterbrechung gestört werden.

Diese Anforderung stellt einen hohen Anspruch an die Ausführung der Leitungswege sowie an die verwendeten Materialien für die Kabelisolierung und Befestigung. Leitungswege die in Funktionserhalt ausgeführt sind werden durch einen orangefarbenen Mantel sowie durch einen, in Abständen wiederholten, Textaufdruck gekennzeichnet. Bei der Auswahl der Installationswege muss darauf geachtet werden dass im Brandfall keine berstenden oder auch herabfallenden Gegenstände das Leitungsnetz beschädigen können. In kritischen Umgebungsbereichen sollte eine andere Leitungsführung ausgewählt oder die Leitung durch geeignete Maßnahmen (z.B. Verlegung in einem Stahlpanzerrohr) geschützt werden.

In der Praxis wird für die Leitungswege oft ein Funktionserhalt von 30 Minuten (E30), 60 Minuten (E60) oder 90 Minuten (E90) gefordert.

2.2.7 Klassifizierung von Beschallungsanlagen

Die Sprachalarmanlage (SAA) unterliegt in der Praxis unterschiedlichen Anforderungen an die Nutzung und an das Anwendungsgebiet und die damit verbundene Funktionalität.

Einsatzschwerpunkt. Nach der Vielzahl der Aufgaben und der Realisierungsmöglichkeiten von Beschallungsanlagen lassen sich diese auch nach sehr unterschiedlichen Merkmalen einteilen.

Typische Einteilungen:

- Alarmierungs- und Rufbeschallungen (z.B. für Versammlungsstätten)
- Sprachübertragungen (z.B. Warenhäuser)
- Hintergrundmusikanlagen (z.B. Gastronomie)

In der folgenden Tabelle sind beispielhaft die Werte für den Frequenzbereich der einzelnen Signalarten angegeben.

Signalart	Übertragungsbereich [Hz]
Alarmierung / Ruf	400 - 4000
Hintergrundmusik	100 - 15000
Sprache	200 - 10000

Der Frequenzbereich der eingesetzten Lautsprecher muss für die Schallerzeugung in diesem Übertragungsbereich geeignet sein.

Umgebung	Schallpegel (dB)
Wohnbereich, nachts	< 30
Einzelne Büroräume	50
Großraumbüros	55-60
Lagerhallen mit Elektro- Gabelstaplerverkehr	65-70
Lagerhallen mit Diesel- Gabelstaplerverkehr	70-75
Produktionshallen mit Maschinen oder sehr starker Straßenverkehrslärm	> 80
Presslufthammer in 10m Entfernung	100
Martinshorn in 10m Entfernung	110
Hammerschlag einer Schmiede in 1m Entfernung	130-150

Räumliche Zuordnung der Schallquelle

Durch den Einsatz mehrere Schallquelle (Lautsprecher) ist in der Praxis die räumliche akustische Zuordnung der Schallquelle durch den Zuhörer nicht immer möglich. Hinzu kommt, dass durch die oft verdeckte Montage der Lautsprecher auch eine optische Zuordnung erschwert wird.

In den meisten Beschallungsanlagen ist die räumliche Zuordnung der Schallquelle nicht von höchster Bedeutung. Eine Ausnahme ist die Übertragung von z.B. qualitativ hochwertiger Konzertmusik mit einer Vielzahl von Instrumenten.

Hier ist durch die Übertragungsart auch die akustische Zuordnung der einzelnen Instrumente gefordert (vgl. Stereo-, Quadrophonie).

In SAA-Anlagen kann die räumliche Zuordnung der Schallquelle auch für die richtungsgebende Fluchtwegsteuerung genutzt werden.

Durch eine intelligente zeitliche Signalverteilung ist eine Orientierung über das Gehör des Zuhörers möglich.

Die Schallquelle (Lautsprecher) muss für die Alarmierung gemäß der Norm so ausgelegt sein, dass den Zuhörer ein Schallpegel erreicht der mindestens um 10 dB höher als der Umgebungsschallpegel ist.

2.3 Beschallung

Beschallungsumfang

- Vollschutz
- Alle Bereiche des Gebäudes alarmiert
- Teilschutz
- Ausgewählte Bereiche des Gebäudes werden alarmiert, mindestens alle Meldebereiche der Brandmeldeanlage (BMA)

Ausnahmen von der Beschallung

- Räume, die für Personen nicht zugänglich sind.
- Kabelkanäle und Schächte, die für Personen nicht zugänglich sind.
- Schutzräume, die nicht für andere Zwecke genutzt werden. Im Brandschutzkonzept definierte Bereiche, in denen sich keine oder nur selten Personen aufhalten.

Brandfallbetrieb / Brandfallsignal

Der Brandfallbetrieb dient der Alarmierung, Information zur Erteilung von Anweisungen an Beschäftigte und Besucher und/oder der Führung von Personen aus der Gefahrenzone in einem Brandfall.

- Grundsätzlich muss einer Durchsage ein Aufmerksamkeitssignal (Vorgong) vorangestellt werden.
- Einer Brandfalldurchsage muss das einheitliche Notsignal nach DIN33404-3 vorangestellt werden.
- Das, der Brandfalldurchsage vorangestellte Notsignal muss den Störschallpegel jederzeit um 10 dB (A) übersteigen.

Prioritätenfolge

Bei den Prioritäten ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

- Brandfall-Durchsage über das Brandfall-Mikrofon
- Gespeichertes Brandfallsignal manuell ausgelöst
- Gespeichertes Brandfallsignal automatisch ausgelöst
- Nicht-Brandfallbetrieb

Realisierung

Bei der Realisierung gibt es grundsätzlich die Möglichkeit die SAA und sonstigen Beschallungsaufgaben auf zwei getrennte Systeme zu verteilen oder aber eine normgerechte SAA aufzubauen, die auch die zusätzlichen Anforderungen (Musik, Sprache etc.) erfüllt.

1. Zwei getrennte Anlagen

Eine „reine“ SAA für die Alarmierung und eine separate Anlage als Hintergrundmusikanlage mit allgemeiner Nutzung für Sprache Werbung inkl. Beachtung / Einhaltung der Richtlinien wie z.B. Abschaltung, Stummschaltung bei Alarm usw.. Diese Lösung ist von der Planung, Realisierung und Einhaltung der Normen am einfachsten umzusetzen. Durch die weitgehend doppelte Anzahl der Baugruppen (= 2 Anlagen) ist jedoch der wirtschaftliche Aufwand für die Produkte und die Installationskosten sehr hoch.

2. Eine einzige SAA die auch die „Nebenaufgaben“ wie Musik und Sprachdurchsagen bedient und den Anforderungen der Norm entspricht. Diese Anlage ist in der Praxis am häufigsten vertreten und muss von der Planung für die Sicherheitsstufe 2 ausgelegt werden.

Audiokanäle

Wenn bauordnungsrechtlich eine selektive Alarmierung gemäß dem vorliegenden Räumungsplan gefordert ist, sind mehrere simultan arbeitende, unabhängige Audiokanäle vorzusehen.

Platzierung der Schallquellen

Für die detaillierte Berechnung von Beschallungssystemen und der, für den bestimmten Anwendungszweck erforderlichen Komponenten, sind gute Kenntnisse in der technischen Akustik sowie eine große Erfahrung in der Umsetzung solcher Rechenmodelle in der Praxis erforderlich.

Eine hilfreiche Lösung zur Unterstützung der sehr aufwändigen Berechnung sind vereinfachte Näherungsformeln, mit denen gute Ergebnisse bei der Planung von SAA erzielt werden können.

Eine weitere und sehr verbreitete Lösung ist die PC-gestützte Berechnung und Planung von SAA. Hierzu stehen, abhängig von der jeweiligen Anwendung, spezielle Softwaretools zur Verfügung. Auch hier wird ein Näherungswert und die „bestmögliche“ Lösung errechnet. Eine präzise Berechnung ist durch die Unterschiedlichkeit der einzelnen Objekte (Räume), der Raumakustik und der Anforderung an die Beschallungsart nicht immer möglich.

Um diese Ungenauigkeit bei der vereinfachten Berechnung zu kompensieren, sollte bei der Dimensionierung der SAA immer ein „kleiner Zuschlag“ auf die Leistungsberechnung und Anzahl der Schallquellen berücksichtigt werden. Das gilt auch für die Berechnung der Sprachverständlichkeit sowie aller zugehörigen Parameter wie z.B. Nachhallzeit etc. Idealerweise wird bei der Planung bereits das „Worst Case“ Szenario (ungünstigster Fall) berücksichtigt.

In SAA werden für die Alarmierung außerhalb von Gebäuden oft Druckkammerlautsprecher eingesetzt (hoher Schalldruck, hohe IPSchutzart).

Innerhalb von Gebäuden wird oft der Wand- bzw. Deckenaufbau oder Deckeneinbau von Lautsprechern genutzt. Gebäude mit vielen Einzelräumen wie z.B. Büros, Klassenzimmern, Aufenthalts- Gästeräumen, aber auch Treppenhäusern und Fluren eignen sich für die Alarmierung über Deckenlautsprecher.

Durch die Möglichkeit der individuellen Anordnung der Lautsprecher sowie der unabhängigen Auswahl des Lautsprechertyps kann eine sehr gute Beschallung mit einer hohen Sprachverständlichkeit erzielt werden. Zusätzlich ist eine individuelle Lautstärkeregelung für die einzelnen Räume oder auch Alarmierungsbereiche leicht möglich.

In Gebäuden mit sehr großen bzw. sehr hohen Räumen wie z.B. Messehallen, Sporthallen, Bahnhöfen oder Flughäfen werden auch für die Innenbeschallung Trichter bzw. Druckkammerlautsprecher oder leistungsstarke Lautsprechergruppen (Arrays) bevorzugt.

Deckeneinbau

Bei einer Montage der Lautsprecher auf Decken oder in abgehängten Decken, sowie bei in unmittelbarer Nähe der Decke angebrachten Kugellautsprechern sollte die Raumhöhe nicht über 6 m liegen. Dieser Wert ist abhängig von den Schalleigenschaften des Raumes und kann sich bei stark gedämmten Räumen (Teppichboden, Polstermöbel etc.) verringern weil die Lautsprecher von der Decke (inkl. Reflexion der Decke) direkt in Richtung des Fußbodens strahlen und Reflexionen zwischen Decke und Fußboden verursachen.

Bei langen Fluren ist eine Orientierung an den Vorschriften für die Anordnung von Handfeuermeldern der Brandmeldeanlage sinnvoll. Diese dürfen einen Abstand zueinander von 40 m nicht überschreiten. Davon ausgehend könnte ein Flur mit einer Länge von 40 m und einer Breite von 3 m als eigene Beschallungsfläche definiert werden.

Bei der Beschallung ist zu beachten, dass schallreflektierenden Flächen nicht direkt angestrahlt werden um unerwünschte Halleffekte zu vermeiden.

Im ungünstigen Fall ist eine zusätzliche Montage von gerichteten Wandlautsprechern einzuplanen.

2.3.1 Beschallungsarten

Bei der Ausführung einer Beschallungsanlage wird zwischen verschiedenen Beschallungsarten unterschieden. Grundsätzlich lassen sich drei Grundformen der Beschallung aufzeigen:

- Zentrale Beschallung
- Semi-zentrale Beschallung
- Verteilte Beschallung

In der Praxis wird selten eine der oben genannten Beschallungsarten in unveränderter Form eingesetzt.

Meistens ist es eine Mischung aus den unterschiedlichen Beschallungsarten, die an die Anforderungen des zu beschallenden Objektes angepasst wird.

Bei der Beschallung ist der zu übertragende Frequenzbereich zu berücksichtigen. Hohe Frequenzen haben eine stärkere Richtwirkung als niedrige Frequenzen.

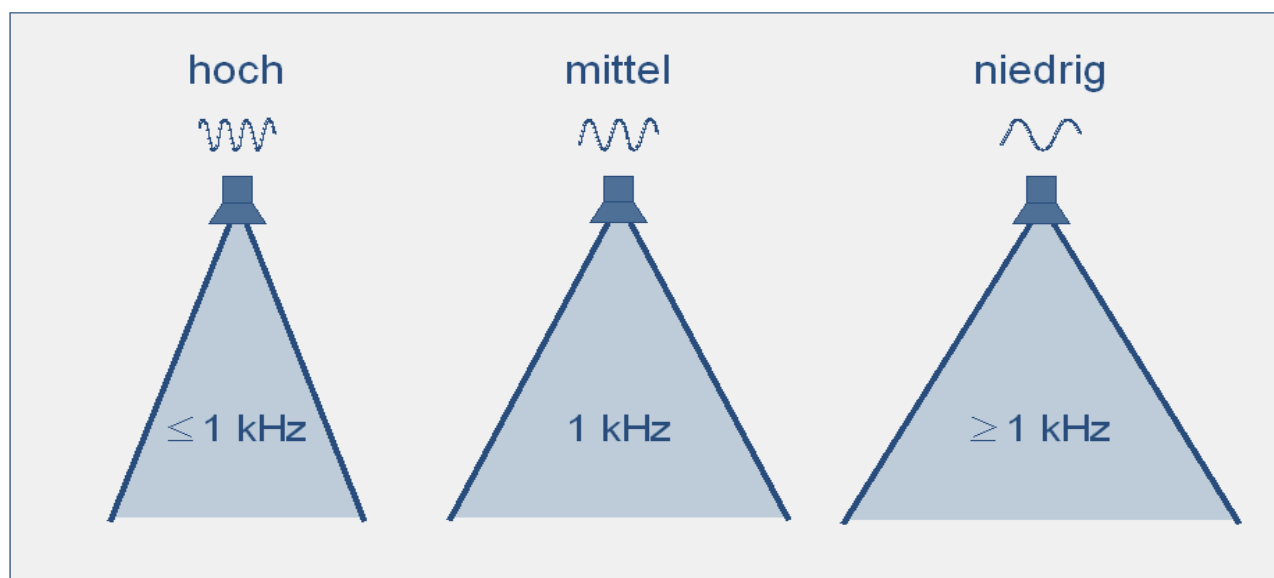
2.3.2 Beschallungskriterien

Im Prinzip muss davon ausgegangen werden, dass die räumlichen und somit akustischen Verhältnisse am Einsatzort einer SAA, objektabhängig und somit immer wieder unterschiedlich sind.

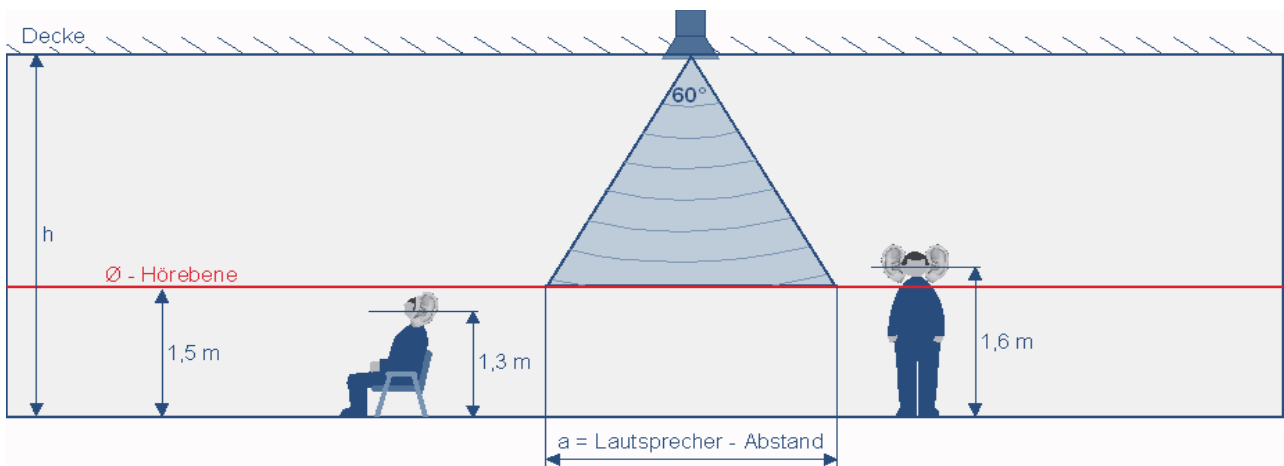
Das gilt auch für die Auswahl und Zusammenstellung der einzelnen SAA-Komponenten. Mit den nachfolgend aufgeführten Kriterien an die SAA können die Anforderungen an die Beschallung überprüft und weitgehend beschrieben werden.

- Übertragungseigenschaften der Mikrofone und Lautsprecher
- Anzahl der gleichzeitig verwendeten Lautsprecher und Typen
- dem Abstand zwischen dem Sprecher und der Sprechstelle
- Abstand zwischen Sprechstelle und Lautsprecher
- Montageort und Richtwirkung des Lautsprechers
- Abstand zwischen Lautsprecher und Zuhörer
- Raumform, Raumgröße und Ausstattung in den einzelnen Alarmierungsbereichen
- Ständig vorhandene Umgebungsgeräusche und temporär auftretende oder zu erwartende Störungen (Lüftungsanlagen, Maschinen, Lärmeinwirkung von Außen z.B. durch geöffnete Fenster/Tore).

Frequenzabhängige Schallausbreitung (Prinzipdarstellung)

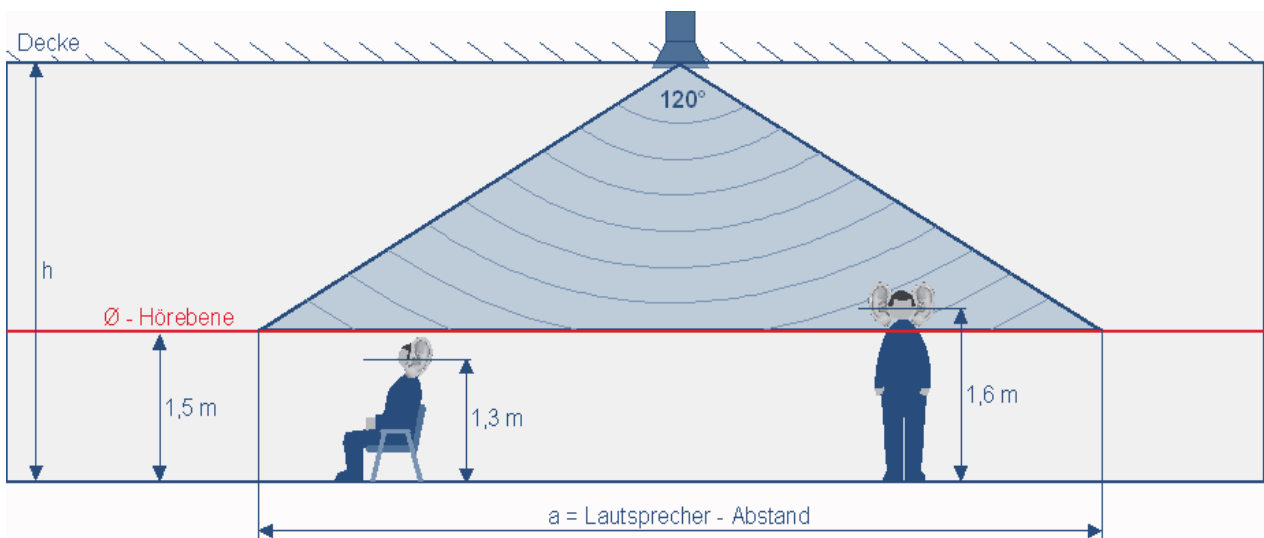


Minimale Versorgungsfläche eines Lautsprechers für eine bestmögliche Sprachverständlichkeit



Deckenhöhe	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	5 m	5,5 m	6 m
Lautsprecher- Abstand a	1,8 m	2,2 m	3 m	3,6 m	4,2 m	4,8 m	5,4 m
Versorgungsfläche	3 m ²	5 m ²	9 m ²	13 m ²	18 m ²	23 m ²	29 m ²

Maximal mögliche Versorgungsfläche a x a eines Lautsprechers für Musik und Sprache



Deckenhöhe	3 m	3,5 m	4 m	4,5 m	5 m	5,5 m	6 m
Lautsprecher- Abstand a	5,5 m	7 m	9 m	10,5 m	12 m	14 m	16 m
Versorgungsfläche	30 m	49 m ²	81 m ²	110 m ²	144 m ²	196 m ²	256 m ²

2.3.3 Zentrale Beschallung

Unter einer zentralen Beschallung wird die Versorgung einer Fläche oder eines Raumes von einer einzigen Stelle aus verstanden. An einem Punkt des Raumes sind einer oder auch mehrere Lautsprecher zentral angeordnet. Um bei der zentralen Beschallung eine optimale Versorgung zu erzielen werden meisten Lautsprecher mit Richtwirkung eingesetzt. Werden mehrere Lautsprecher zentral eingesetzt, sollten diese wegen des überwiegend horizontalen Abstrahlwinkels immer übereinander (nicht nebeneinander) angeordnet werden.

- Die räumlichen Gegebenheiten lassen eine Beschallung von einem zentralen Ort zu. Auf der gegenüberliegenden Seite sind keine stark reflektierenden Wände/Objekte.
- Beim Einsatz von mehreren Lautsprechern sollten diese so angeordnet werden dass keine Interferenz entsteht.
- In größeren Entfernungen sinkt die Sprachverständlichkeit.

Anwendungsbeispiel:

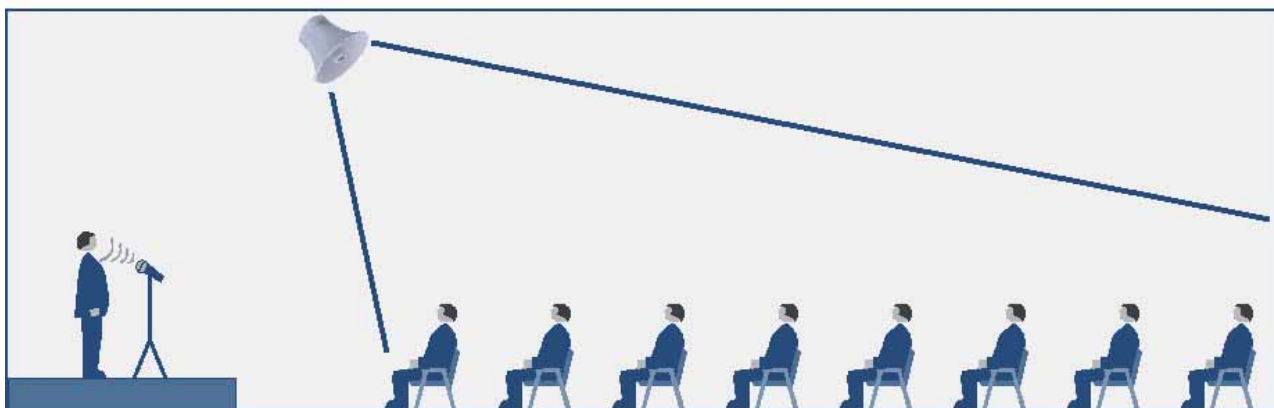
Vorträge in den entsprechenden Räumlichkeiten (Schulungsräume, Aula etc.).

2.3.3.1 Semi-zentrale Beschallung

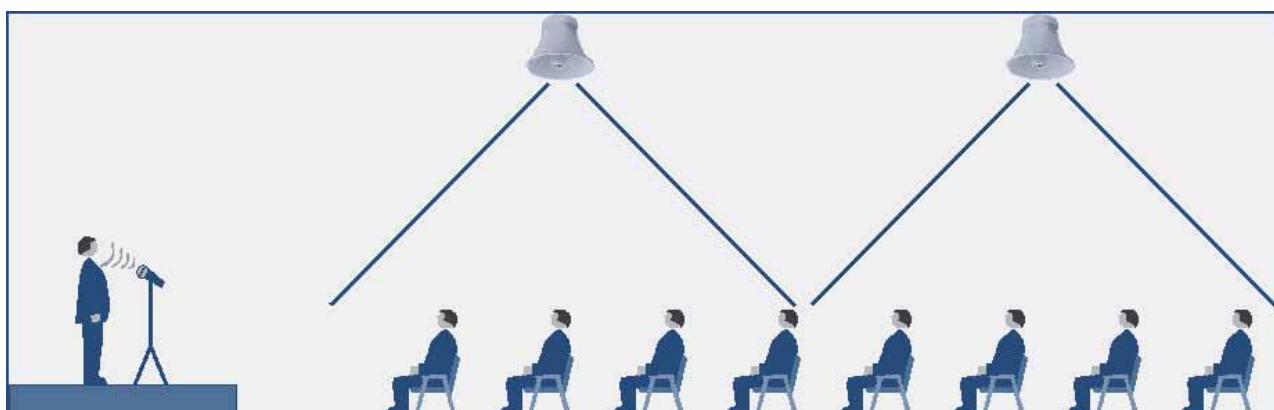
Bei der semi-zentralen Beschallung werden mehrere ungerichtete Lautsprecher an unterschiedlichen Orten über der zu beschallende Fläche verteilt. Hierbei sind die einzelnen Lautsprecher in räumlicher Nähe zum Zuhörer (z.B. Deckeneinbau) montiert.

- Verbesserung der Sprachverständlichkeit für den hinteren Hörraum.
 - Der Abstand der Lautsprecher sollte nicht zu groß gewählt werden (max. 15 m) um den „Echoeffekt“ wegen der unterschiedlichen Laufzeiten zu vermeiden.
 - Jeder Lautsprecher muss den geeigneten Schallpegel in seinem Beschallungsfeld erreichen.
 - Ggfs. ist eine dezentrale Lautstärkeregelung erforderlich.
- ¹⁾ Bei dieser Beschallungsart muss für die Alarmierung eine richtungsweisende Beschallung vom Sprecher aus gewährleistet sein.

Zentrale Beschallung



Semi-zentrale Beschallung ¹⁾



2.3.3.2 Verteilte Beschallung

- Aufwändigste aber beste Lösung für Sprachalarmanlagen.
- Richtungsunabhängige Beschallung durch Verteilung der Lautsprecher.
- Ein gleichmäßiges Anordnungsprinzip ermöglicht eine gleichmäßige Beschallungsqualität.
- Individuelle Anpassung der Lautstärke, Frequenz und des Schalldrucks möglich
- Hohe Lautsprecherdichte – gute Eignung für den A/B-Betrieb.

2.3.4 Das A/B-Beschallungssystem

Wird bei der Planung eines SAA-Systems eine normgerechte A/B-Beschallung gefordert so sind folgende Kriterien einzuhalten:

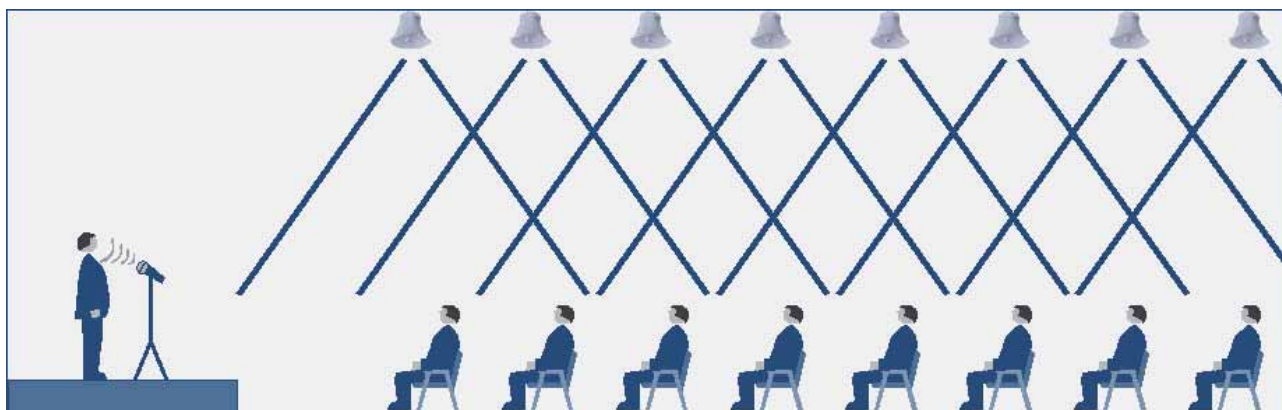
- Für jeden Alarmierungsbereich (ggfs. Raum) sind mindestens 2 Lautsprecher (mit integriertem Übertrager) vorzusehen.
- Eigenes Leitungsnetz für den A/B-Betrieb der Lautsprecher (A-Linie, B-Linie).
- Ansteuerung über Leistungsverstärker getrennt nach A/B inkl. Havarieverstärker.
- Wenn eine separate Lautstärkeregelung gefordert, müssen jeweils 2 Lautstärkeregler eingesetzt werden die mit Pflichttrufrelais ausgerüstet sein müssen (für Alarmierungsdurchsage mit höchster Priorität).

Beschallungsbeispiel mit Doppel-Lautsprechern nach dem A/B-Prinzip

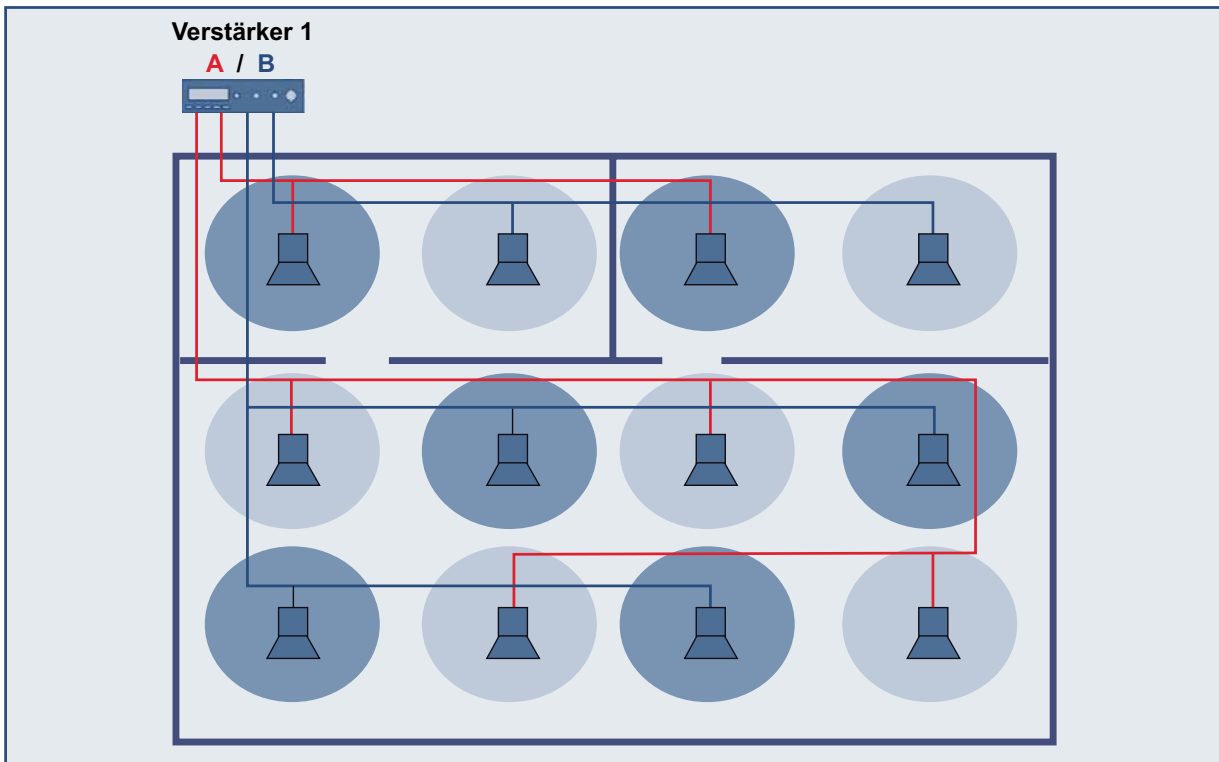
Gleiche Anforderung wie A/B-Prinzip für Einfach-Lautsprecher.

Ausnahme: Geeignete Doppel-Lautsprecher (2 in einem Gehäuse inkl. integrierten Übertragern).

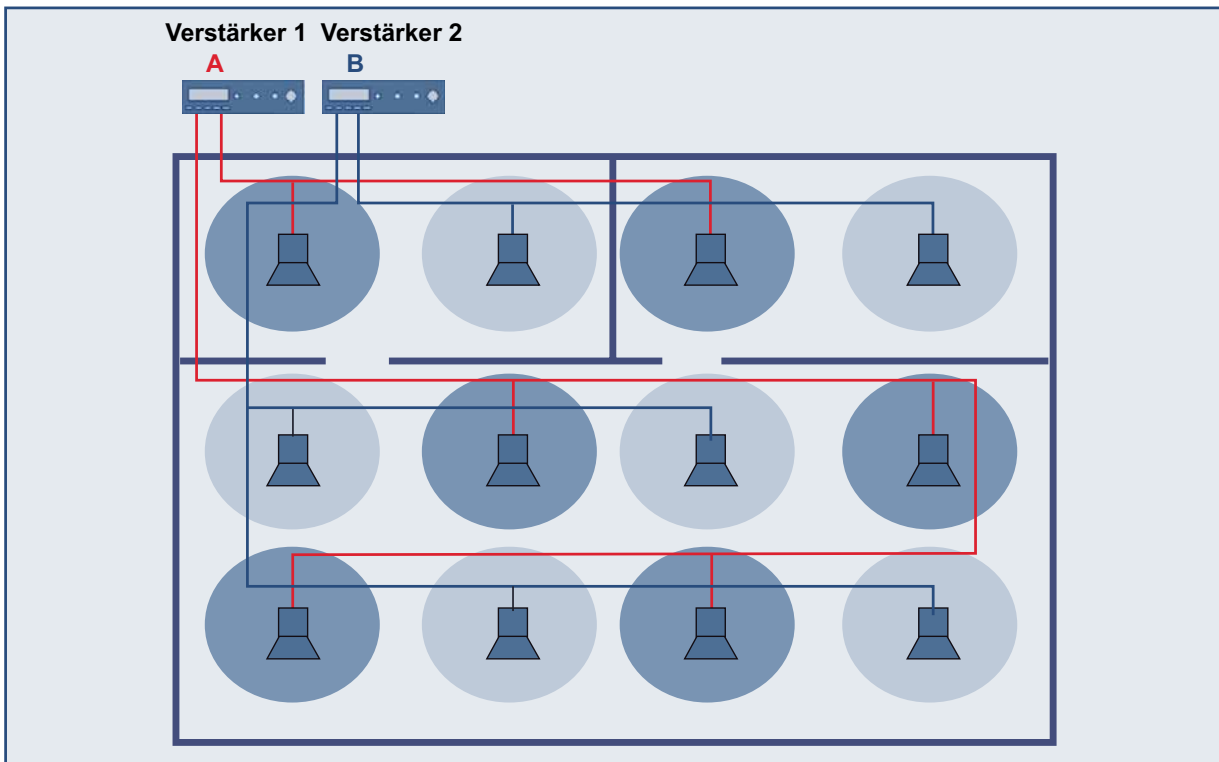
Verteilte Beschallung



**A/B-Prinzip für Lautsprecher (mit integriertem Übertrager)
mit einem Doppelendverstärker**



**A/B-Prinzip für Lautsprecher (mit integriertem Übertrager)
mit zwei getrennten Verstärkern**



2.3.5 Ton- und Sprachmeldungen

Sprachmeldungen werden mit einem Aufmerksamkeitssignal – dem „Vorgang“ – eingeleitet.

Gefahren-/Evakuierungsmeldungen

Dies ist ein Feueralarm. Bitte verlassen Sie das Gebäude umgehend über die nächsten Fluchtwege. Die Feuerwehr ist alarmiert.

Achtung, Achtung!

Dies ist eine Gefahrenmeldung. Bitte verlassen Sie das Gebäude über die nächsten Ausgänge.

Beruhigungsmeldung

Achtung! Im Gebäude ist eine Gefahrensituation gemeldet worden. Bitte bleiben Sie ruhig, und warten Sie auf weitere Anweisungen.

Die Gefahrensituation ist jetzt behoben. Wir entschuldigen uns für jegliche Unannehmlichkeiten.

Testdurchsagen

Dies ist eine Testdurchsage.

Anforderungen an Brandfalldurchsagen

Brandfalldurchsagen müssen kurz, klar und verständlich sein.

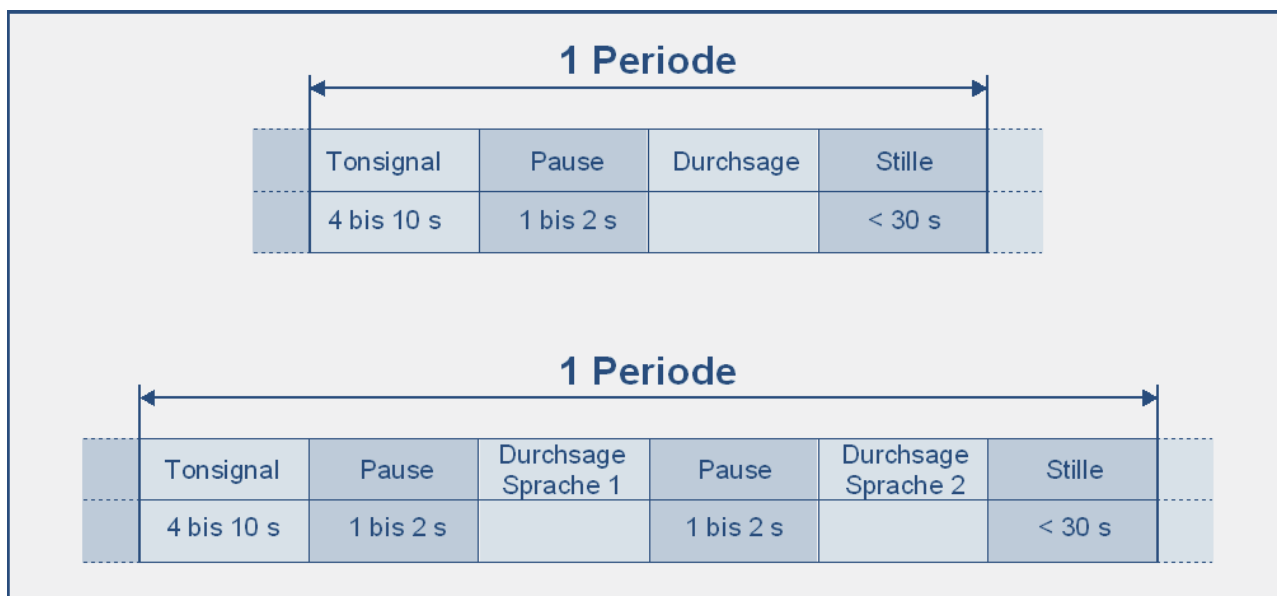
Wenn davon ausgegangen werden kann, dass sich in dem Alarmierungsbereich Personen mit unterschiedlichen Muttersprachen aufhalten muss die Brandfalldurchsage mehrsprachig ausgeführt werden.

Die Brandfalldurchsage muss den geforderten Werten für die Sprachverständlichkeit entsprechen (STI, CIS, Alcons).

Die Umgebungslautstärke am Aufstellort des Brandfallmikrofons sollte unterhalb 50 dB liegen. Der Inhalt der Brandfalldurchsage muss, bei einer automatischen Durchsage (Band oder eine andere Tonquelle) festgelegt sein. Das gilt auch für eine vorgelesene bzw. gesprochene „Live-Brandfalldurchsage“. Hierbei ist zusätzlich zu beachten, dass der Text für die Durchsage an einem bekannten Ort hinterlegt ist und die betroffenen Personen (Sprecher) informiert und eingewiesen sind.

Beispiel:

Zeitliche Abfolge für eine Brandfalldurchsage



2.3.6 Messung der Sprachverständlichkeit



Abb.: Beispiel: Messgerät für den Schallpegel

Für Brandfalldurchsagen in Sprachalarmanlagen (SAA) ist eine Sprachverständlichkeitsmessung erforderlich. Die Qualität der Messung ist stark abhängig von dem Grundgeräuschpegel und sollte unter den zu erwartenden Bedingungen durchgeführt werden.

Die STI-Messung erfasst den Nachhall, die Störgeräusche, Raumreflexionen und die Richtcharakteristik der Schallquelle mit insgesamt 98 Einzelmessungen.

Der Verständlichkeitsgrad wird im Bereich von 0 bis 1 angegeben.

Die Güte der Sprachverständlichkeit in einem Raum ist abhängig von der Nachhallzeit und der Lautstärke von Störgeräuschen. Für eine gute Sprachverständlichkeit muss die Nachhallzeit niedrig sein.

An der Sprecherposition wird ein Schallsender aufgestellt, welcher ein technisch der Sprache ähnliches Schallsignal aussendet. Am Hörplatz befindet sich ein zweites Gerät als Empfänger und berechnet nach einer Analyse der empfangenen Signale den STI-Wert.

- STI → Speech Transmission Index (Verständlichkeitsgrad)
- Alcons → Articulation Loss of Consonants (prozentualer Konsonantenverlust)
- CIS → Common Intelligibility Index (allgemeine Verständlichkeitsskala)

- Der **Verständlichkeitsgrad** (STI) muss auf der Allgemeinen Verständlichkeitsskala (CIS) größer oder gleich CIS 0,7 oder als STI größer oder gleich 0,5 sein. Ein CIS-Wert von 0,7 entspricht einem STI-Wert von 0,5.
- wenn einem definierten Personenkreis die Durchsagen aufgrund von regelmäßigen Prüfungen vertraut sind kann der Wert für den Verständlichkeitsgrad auf CIS 0,65 reduziert werden. Dies gilt beispielsweise in Produktionsgebäuden, Großraumbüros etc.).

	unverständlich	schlecht	genügend	gut	ausgezeichnet
STI	0 - 0,3	0,3 - 0,5	0,5 - 0,6	0,60 - 0,75	0,75 - 1,0
Alcons	100 - 33 %	33 - 15 %	15 - 7 %	7 - 3 %	3 - 0 %

2.4.2 VARIODYN® D1

Das VARIODYN® System kann durch den modularen Ausbau und die verschiedenen Systemkomponenten problemlos an die objektspezifischen Anforderungen angepasst werden. Über die Ethernet-Vernetzung (LAN) können bis zu 250 Digitale-Output-Module miteinander vernetzt werden.

Systemgrenzen

- 250 Digitale-Output-Module
- 500 Doppelendverstärker
- 1000 DAL-BUS-Teilnehmer Sprechstellen (DCS) oder Universal-Interface-Module (UIM)
- 6000 Lautsprecherkreise

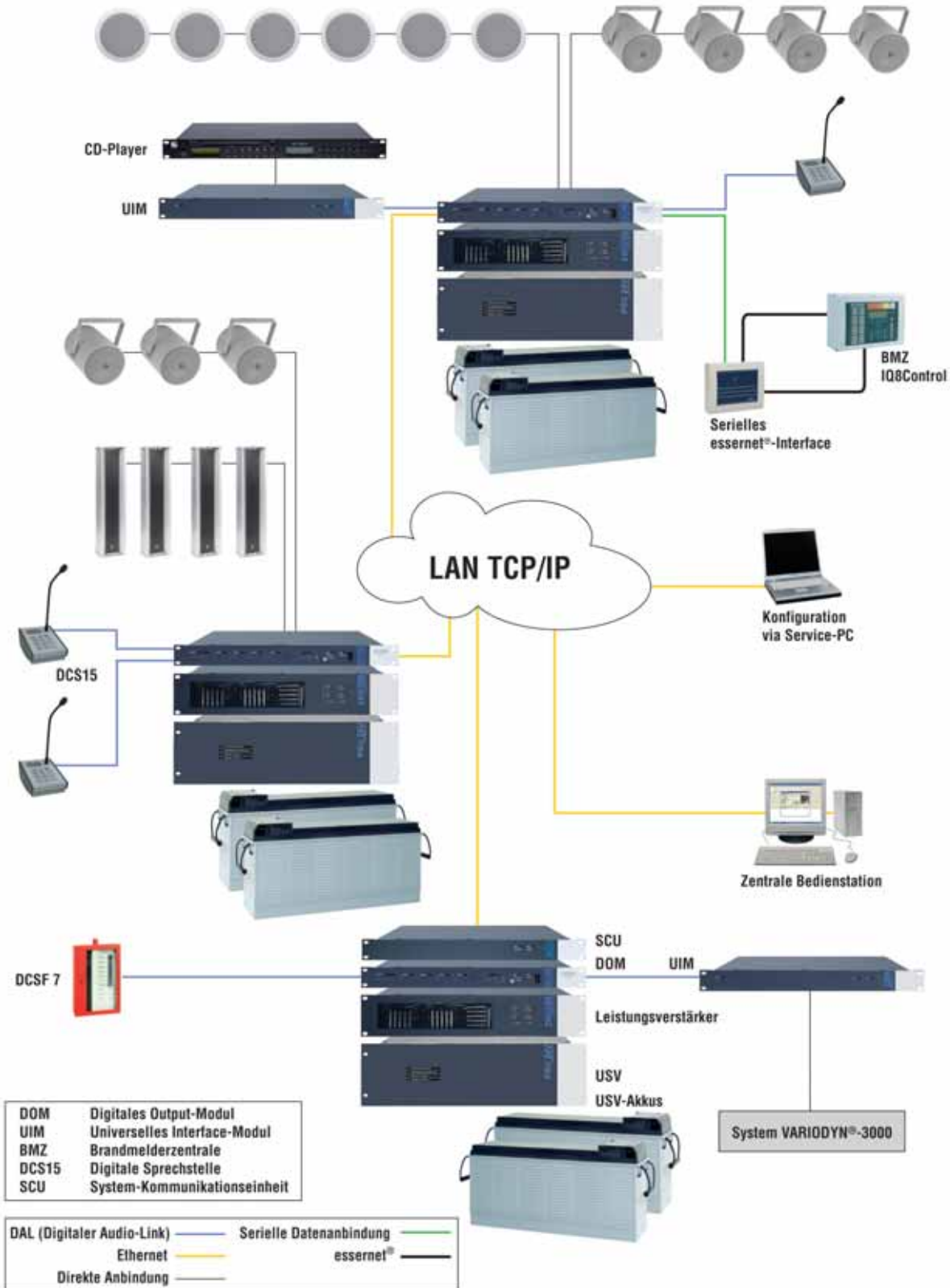


Abb.: VARIODYN® D1 (Prinzipdarstellung)

2.4.3 Digitales-Output-Modul (DOM)

Das DOM ist das zentrale Steuerelement des VARIODYN® D1 Systems.



Abb.: Digitales-Output-Modul DOM4-24

An ein DOM werden z.B. die Sprechstellen, die Doppelendverstärker und auch die Lautsprecher angeschlossen. Ein DOM bietet die Schnittstellen zu allen. Ein-/Ausgabebaugruppen, verwaltet und überwacht die Lautsprecherkreise.

Über die Ethernet-Verbindung können bis zu 250 DOM vernetzt und somit können kleine bis große SAA realisiert werden.

Ausführung

Das DOM ist als 19"-Einbaugerät mit einer Höhe von 1 HE ausgeführt. An der Rückseite befindet sich ein Europa-Kaltgerätestecker für Netzanschluss sowie eine Netzsicherung.

Ein Netzkabel (stripped end) wird mitgeliefert. Das DOM darf nur über eine dreidrigige Netzzuleitung mit Schutzleiter angeschlossen werden.

Die Module DOM4-8 und DOM4-24 sind mit vier unabhängigen Audioausgängen ausgestattet, um vier Verstärkerkanäle anzusteuern. Jeder Audioausgang kann beim DOM4-8 zwei geschaltete Lautsprecherkreise (insgesamt also 8 Kreise), beim DOM4-24 sechs geschaltete Lautsprecherkreise (insgesamt also 24 Kreise) betreiben.

Anzeigen

Auf der Vorderseite des DOM befinden sich farbige LED für die Zustandsanzeige des Digitalen-Output-Modul sowie für die angeschlossenen Komponenten und Lautsprecherkreise.

- Grüne POWER-LED
- Gelbe POWER-LED
- Orange STAND-ALONE-LED
- Gelbe POWERSAVE-LED
- Acht grüne CONTACT-LEDs
- Vier grüne/gelbe Verstärkeranzeigen AMP
- Kreisrelais-Anzeige LINE-RELAY
DOM4-8: 8 grüne LEDs
DOM4-24: 24 grüne LEDs

- Störung Lautsprecherzone
DOM4-8: 8 gelbe LEDs
DOM4-24: 24 gelbe LEDs
- Vier grüne/gelbe DAL-Zustand-LEDs
- Vier grüne DAL-Kanal-LEDs

Monitortaster

Mit der Monitortaste können die Audio Aus- und Eingänge am DOM abgehört werden. Durch wiederholten Tastendruck werden die einzelnen Abhörpunkte durchlaufen. Das Abhören wird nach einer einstellbaren Zeit automatisch beendet, oder kann manuell gestoppt werden.

Ein-/Ausgänge

- Vier Digitale Audiolinks (DAL-BUS).
- Vier Ethernet-Anschlüsse 100Mbit/s mit Switch-Funktion.
- Vier Automatic Level Control (ALC) Eingänge.
- Zwei kombinierte NF-/Steuerausgänge für Leistungsverstärker.
- Vier Leistungsverstärker-Eingänge.
- Vier Leistungsverstärker-Havarieeingänge.
- Lautsprecherkreise
DOM4-8: 4 Kanäle mit je 2 Kreisrelais
DOM4-24: 4 Kanäle mit je 6 Kreisrelais.
- Acht potentialfreie Steuerkontakte.
- Ein I²C Bus.
- Ein Netzanschluss.

Automatische Lautstärke Regelungseingänge (ALR)

Mit der eingebauten automatischen Lautstärke Regelungsfunktion kann die Lautstärke, kontinuierlich in Echtzeit und für jeden Audiokanal einzeln entsprechend der Umgebungslautstärke angepasst werden.

Hierzu stehen 4x Sensor-Mikrofoneingänge mit einem Nennpegel von -50 dB zur Verfügung. Pro Kanal können bis zu 2 Sensormikrofone angeschlossen werden.

Digitale Audiolinks (DAL)

An die vier digitalen Audiolinks (DAL) kann jeweils ein Universal-Interface-Modul (UIM) oder eine Sprechstelle (DCS) angeschlossen werden. Die Baugruppen werden über den DAL-Bus gesteuert und mit 24 V gespeist. Die maximale Entfernung beträgt mit einem geschirmten CAT5 Kabel 300 m. Optional ist eine Glasfaserverbindung bis zu 2 km möglich (Multimode).

Ethernet (LAN)

Das DOM verfügt über einen eingebauten 4 Port Ethernet-Switch der für Fast Ethernet (100 Base-T2 gemäß IEEE 802.3) ausgelegt ist.

Über die Ethernet-Verbindung erfolgt die Kommunikation mit den anderen Systemkomponenten (DOM, SCU). Die max. Entfernung beträgt entsprechend der Norm mit einem CAT5 Kabel 90m (plus 2 x 10 m Patchkabel). Mit Standard-Ethernet-Medienkonverter sind höhere Reichweiten möglich.

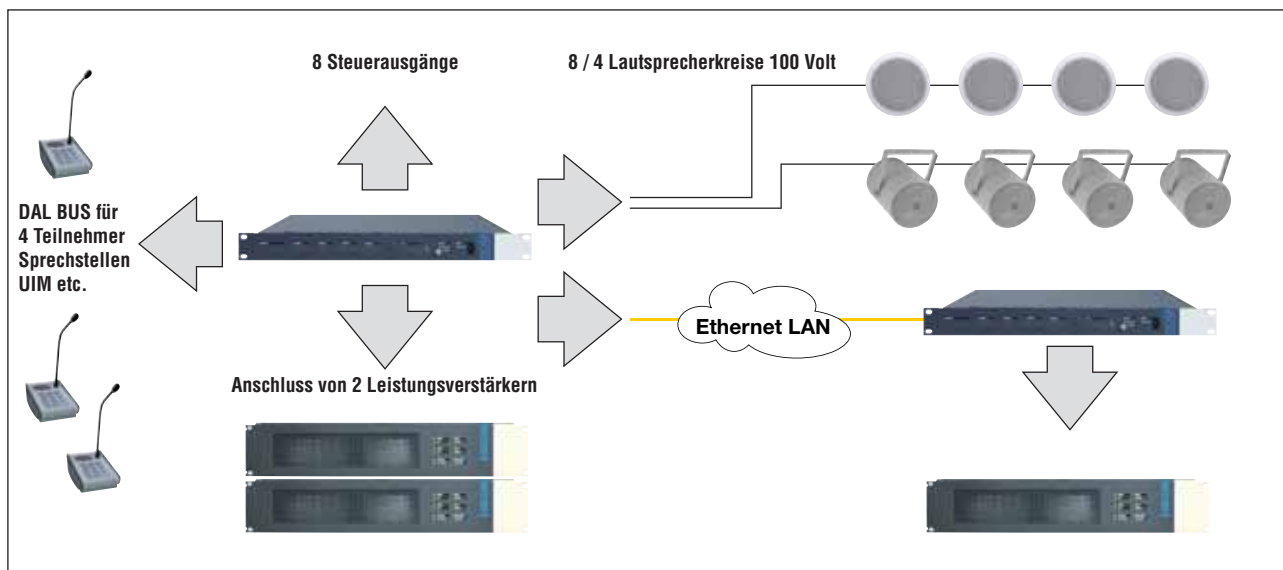
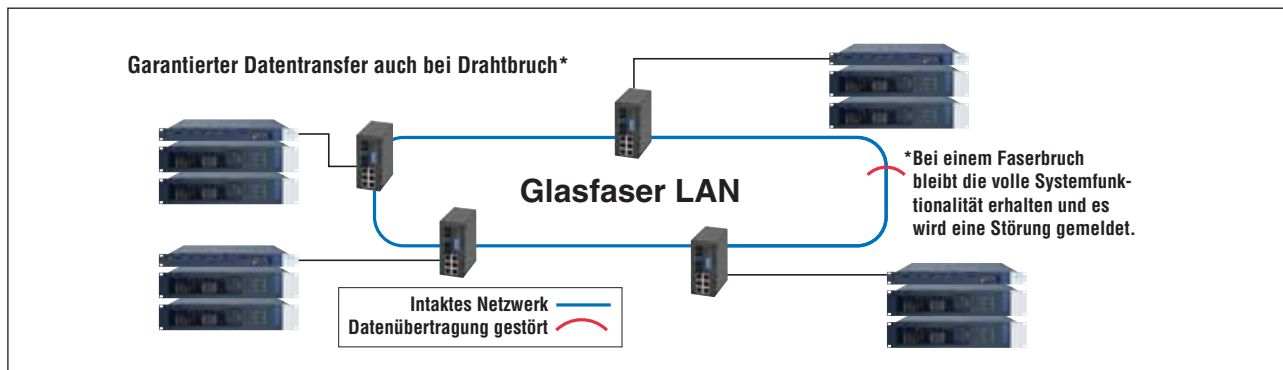


Abb.: Digitales-Output-Modul (DOM) -Prinzipdarstellung



VARIODYN® D1 Systemvernetzung

Für den Aufbau von größeren Systemen können bis zu 250 DOMs über Ethernet vernetzt werden. Dadurch können Systeme mit bis zu 6000 Lautsprecherkreisen aufgebaut werden.

Um hierbei höchstmögliche Sicherheit zu erzielen kann die Ethernet-Vernetzung auch über einen LWL-Ethernet-Ring mit intelligenten Switches erfolgen.

Der LWL Switch dient zum Aufbau eines Ethernet Netzwerks in Ringtopologie. Aufgrund der Ringstruktur ist das Netzwerk voll redundant, da im

Falle eines LWL Faserbruchs über die andere Seite des Rings weiterhin kommuniziert werden kann. Darüberhinaus verfügt jeder Switch über zwei Betriebsspannungseingänge (24 V DC) und ein Relais zur Weiterleitung einer Störmeldung. Geeignet für Multimodefasern 50/125 µm und 62,5/125 µm.

- LWL Switch Multimode → 583392
- LWL Switch Singlemode → 583393

2.4.4 Mikrofone / Sprechstellen

In Sprachanlagen (SAA) wird für das Mikrofon der Begriff „Sprechstelle“ verwendet.



Abb.: Beispiel: Digitale Sprechstelle DCS15 mit Tastenmodul DKM18



Abb.: Beispiel: Feuerwehrsprechstelle DCSF12

Brandfallmikrofon

Das Mikrofon muss den Anforderungen der DIN EN 54-16 (BMA-Sprachalarmzentralen) entsprechen. Die Sprechstelle einer SAA muss in einem Raum mit einem geeigneten Raumklima aufgestellt, bzw. auch eingebaut (Tisch-/Schrank-/Pulteinbau) werden. Der Einbau der Feuerwehrsprechstelle DCSF12 oder DCSF1 im Schrank erfolgt mit zugehöriger Blindplatte (4 HE) Art.-Nr. 583709.



Abb.: Blindplatte einer Feuerwehrsprechstelle

In kritischen Bereichen (z.B. durch Feuchtigkeit, Kälte, mechanische Belastung) muss die Sprechstelle durch geeignete Maßnahmen geschützt oder ein anderer Aufstellort gewählt werden.

Abhängig von den Anforderungen kann die Sprechstelle und die zugehörigen Bedienelemente zum Schutz vor unbeabsichtigter Bedienung mit einer geeigneten Abdeckung geschützt werden.

Hierzu sind entsprechende transparente Abdeckklappen erhältlich.

Der Aufstellort der Sprechstelle und deren Funktion muss den autorisierten Personen des Betreibers der Anlage bekannt und frei zugänglich, aber vor unbefugtem Zugriff geschützt sein.

Die Sprechstelle muss in ausreichendem Abstand zu störenden elektromagnetischen Feldern, Energiekabeln und sonstigen elektrischen Störquellen positioniert werden um eine negative Beeinflussung zu verhindern. Das gilt auch für die Anschlussleitung (Mindestabstand zur 100 V - Leitung oder Energiekabeln 50 cm).

Zu beachten ist, dass der Umgebungsgeräuschpegel am Aufstellort nicht die Sprachdurchsage stört. Das gilt auch für Umgebungsgeräusche die nur zeitweise vorkommen können. Wenn ein Brandfallmikrofon für die Feuerwehr vorhanden ist, muss sich diese Sprechstelle unmittelbar neben der Brandmelderzentrale bzw. am Feuerwehr-Hauptzugang befinden.

Das Mikrofon bildet, nach der Stimme des Sprechers die erste Stufe der Signalaufnahme und ist mit seinen typischen Eigenschaften maßgeblich verantwortlich für die Signalqualität. Bei einem Einsatz von Mikrofonen in SAA liegt der Schwerpunkt bei der Auswahl des Mikrofons bei folgenden Eigenschaften und Leistungsmerkmalen:

- Eignung für Sprachmeldungen (Frequenzbereich)
- Gute Richtwirkung
- Auslösung von vorprogrammierten Alarmrufen über Alarmtasten
- Funktionstasten für z.B. Sprachdurchsage mit Vorsignal (integrierter Alarmgenerator)
- Durchsagen in frei anwählbare und vorselektierte Zonen bzw. Bereiche über Tastatur als Einzel, Gruppen oder Sammelruf

Sprechabstand

Grundsätzlich sollte zu jedem Mikrofon ein Sprechabstand von ca. 15 cm eingehalten werden. Bei einem zu geringen Abstand leidet die Sprachverständlichkeit. Die Ursache hierfür ist unter anderem der so genannte „Nahbesprechungseffekt“ (proximity effect).

Beispiel: Sprechstelle DCS15

- Die digitale Sprechstelle DCS15 stellt 12 Funktionstasten und 12 LED für die optische Anzeige zur Verfügung.
- Für den Anschluss einer externen Audioquelle, wie z.B. CD-Spielern, Aufzeichnungsgeräten usw. ist ein eigener Audioeingang und -ausgang integriert.
- Die Funktion des Mikrofons und die Verbindung zu dem Digitalen-Output-Modul (DOM) wird permanent überwacht und der Zustand über eine LED-Betriebsanzeige angezeigt.
- Für das Abhören von gespeicherten Meldungen und für den Interkom-Betrieb ist ein integrierter Lautsprecher vorhanden.
- Die digitale Sprechstelle DCS15 ist auch in einer Feuerwehrversion mit einem abgesetzten Handmikrofon erhältlich.

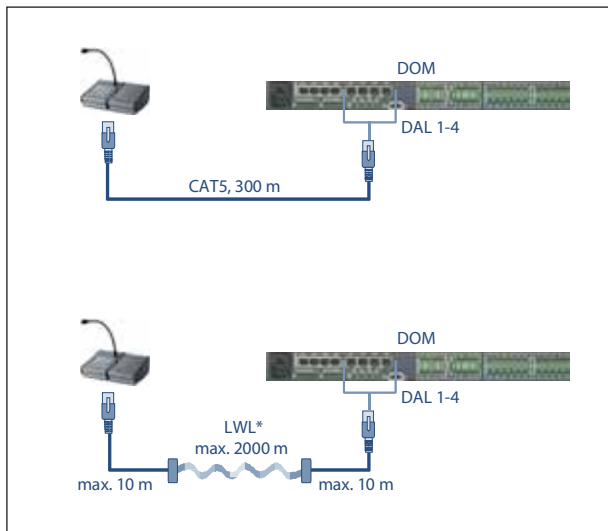


Abb.: Anschluss der Sprechstelle

Anschluss des Mikrofons

Die Sprechstellen werden über den DAL-BUS mit einem CAT5 Kabel (geschirmt) an das Digitale-Output-Modul (DOM) VARIODYN® D1 angeschlossen. Die Baugruppe wird über den DAL-BUS (Digitaler Audiolink) gesteuert und mit einer Spannung von 24 V gespeist.

Die maximale Entfernung beträgt 300 m. Um Entfernungen von bis zu 2000 m zu erreichen, wird auf Grund der 24 V Spannungsversorgung über den DAL-BUS ein LWL-Konverter (Lichtwellenleiter) verwendet.



Abb.: LWL-Konverter (Zubehör)

Tastaturerweiterung DKM 18

Das Tastaturerweiterungsmodul DKM18 verfügt über 18 konfigurierbare Tasten und dient der Erweiterung einer Sprechstelle (z.B. DCS15).

Insgesamt ist der Anschluss von 6 DKM18 möglich, welches eine Verwendung von bis zu 120 Tasten pro Sprechstelle erlaubt.



Abb.: Beispiel: Digitale Sprechstelle DCS15 mit Tastenmodul DKM18

2.4.5 Leistungsverstärker

Die Hauptaufgabe der Leistungsverstärker besteht darin, das Nutzsignal ohne Qualitätsverluste auf die von Lautsprechern benötigte elektrische Energie zu verstärken.



Abb.: XD Doppelendverstärker Klasse D

Ausführung

Die VARIODYN® D1 Leistungsverstärker verfügen über zwei unabhängige Verstärkerkanäle (Doppelendverstärker) mit 100 V Ringkern – Ausgangsübertragern. Die Abmessungen entsprechen einem 19“ Einbaugerät mit 2HE. Die VARIODYN® Leistungsverstärker sind mit folgenden Ausgangsleistungen erhältlich:

- 2 x 250 Watt / 100 Volt
- 2 x 400 Watt / 100 Volt
- 2 x 500 Watt / 100 Volt

Anzeigen (je Kanal)

POWER LED

Betriebsanzeige / Verstärker eingeschaltet.

ERROR LED

Anzeige der aktivierten Schutzschaltung durch z.B. Auslösen einer Sicherung oder Aktivierung der Ausgangsrelais zur Entkopplung der Lautsprecherleitung.

SIGNAL LED

Anzeige für das Ausgangssignal.

CLIP LED

Anzeige dass der Verstärkerkanal nur 0,5 dB unter der Volllast betrieben wird (Begrenzungsbereich).

Lüftung

Über eine temperaturgesteuerte Zwangsbelüftung wird eine niedrige und gleichmäßige Temperatur gewährleistet. Bei einem Schrankeinbau muss auf eine ausreichende Belüftung (Zu- und Abluft) geachtet werden.

Dimensionierung / Ausgangsleistung

Für die Versorgung der angeschlossenen Lautsprecher muss ein Verstärker mit einer geeigneten Nenn(-ausgangs)leistung gewählt werden. Durch die Auswahl des Verstärkers muss sichergestellt sein, dass mit den zugehörigen Lautsprechern der geforderte Schallpegel erreicht wird.

Grundsätzlich ist die Auswahl eines Verstärkers mit höherer Leistung sinnvoll, weil in der Regel ein besseres Klangergebnis erzielt werden kann (geringere Verzerrungen im Lastbetrieb) und die Lautsprecher für eine kurzzeitige Überlastung geeignet sind.

Für die spätere Erweiterungsmöglichkeit der SAA, z.B. durch eine andere Nutzung / Aufteilung der Alarmierungsbereiche, stehen bei einer großzügigen Verstärkerdimensionierung noch Ausbaureserven zur Verfügung.

Anschluss

Die Doppelendverstärker werden an das Digitale-Output-Modul (DOM) angeschlossen. An einem DOM können zwei Doppelendverstärker mit gleicher oder unterschiedlicher Ausgangsleistung betrieben werden.

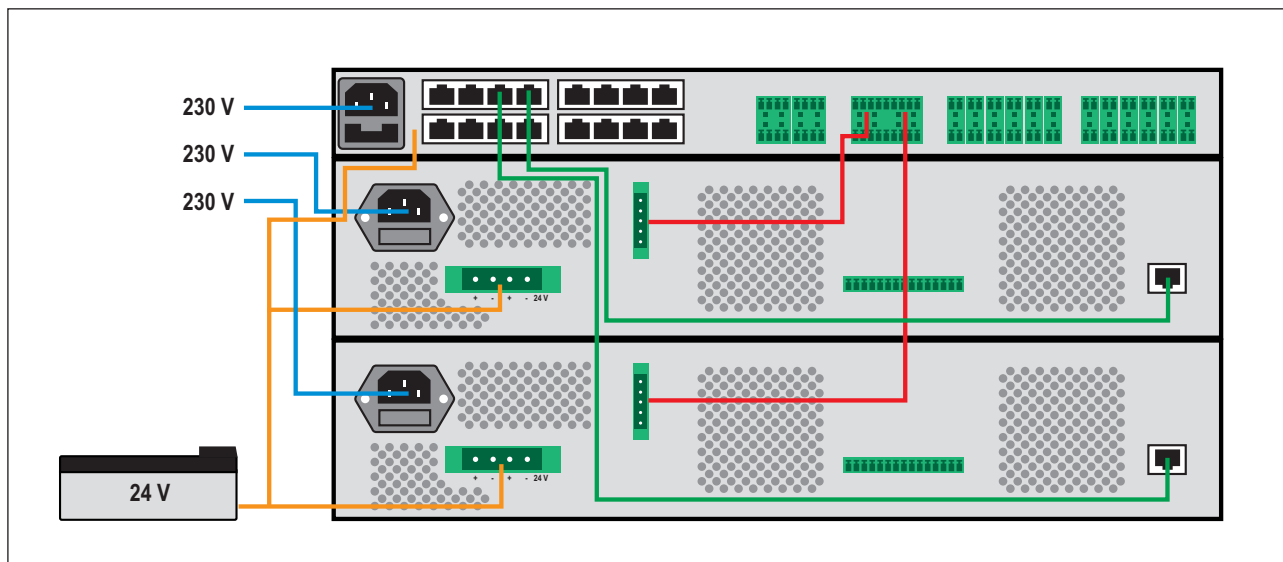


Abb.: Zwei Endverstärker mit einem DOM 4-24

Anschlüsse pro Verstärker

- Ein kombinierter NF-/Steuereingang.
- Ein zweikanaliger 100V Ausgang.
- Ein Netzanschluss.

Die Endstufe darf nur über eine eigene dreiadrige Netzzuleitung mit Schutzleiter betrieben werden. Die Betriebsspannung der Verstärker beträgt 230V/50Hz AC. Für die Verbindung des Verstärkers mit den entsprechenden Ein-/Ausgängen des Digitalen-Output-Modules (DOM) stehen vorkonfigurierte Kabel zur Verfügung.

NF-/Steuereingang

Die beiden NF- und der Steuereingang werden mit dem Kabel 583491 mit den Anschlüssen (PA) des DOM verbunden.

100V- Ausgänge

Die 100V-Ausgangsspannungen des Verstärkers werden über das Kabel 583477.21 an den Eingang „100 V IN“ des DOM angeschlossen.

Ein Kabel für 2 Doppelverstärker.

Lautsprecher

Der Lautsprecheranschluss erfolgt an den Anschlussleisten des Digitalen-Output-Modules (DOM) bzw. über das Kabel 583452.21.

Mechanik

Bei dem Standschrankeinbau wird für eine „Einheit“ mit einem DOM, zwei Doppelendverstärkern und einem Lüftungsfeld eine Einbauhöhe von 6 HE belegt.

Es dürfen max. 2 Doppelendverstärker unmittelbar übereinander montiert werden. Der untere Doppelendverstärker wird, wegen des hohen Gewichtes, mit einem geeigneten Aufwinkelschraub (Zubehör Standschrank).

Havarie-Betrieb

Im Havarie-Betrieb ist ein separater Verstärker vorzusehen der den Ausfall eines aktiven Verstärkers unterbrechungsfrei kompensiert.

In SAA mit mehreren Verstärkern muss der Havarie-Verstärker so dimensioniert werden, dass auch der defekte Verstärker mit der höchsten Ausgangsleistung von diesem Havarie-Verstärker „ersetzt“ werden kann.

Der Havarie-Verstärker kann in dem gleichen Standschrank wie die aktiven Verstärker eingebaut werden. Bei größeren Anlagen mit mehreren DOM und Verstärkern ist auch die Installation in einem anderen Standschrank möglich.

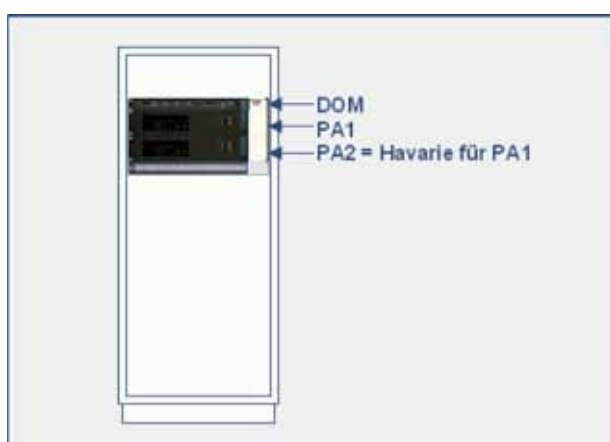


Abb.: Havarieverstärker im gleichen Schrank

Intelligente Umschaltung

In dem VARIODYN® D1 System wird erkannt welcher Verstärker ausgefallen ist und eine Störung gemeldet. Der ausgefallene Verstärker wird dann durch den Havarieverstärker ersetzt, wenn er auch tatsächlich benötigt wird.

Ausfall von mehreren Verstärkern

Der Havarieverstärker übernimmt bei einem Ausfall von zwei oder mehr Verstärkern denjenigen, für den eine Durchsage mit der höchsten Priorität ansteht. Die Priorität der Durchsage (z.B. Brandfalldurchsage) wird von dem System erkannt und die erforderliche Steuerung des Havarieverstärkers automatisch übernommen. Die sogenannte dynamische Havarieumschaltung geht sogar über die Normenanforderungen hinaus.

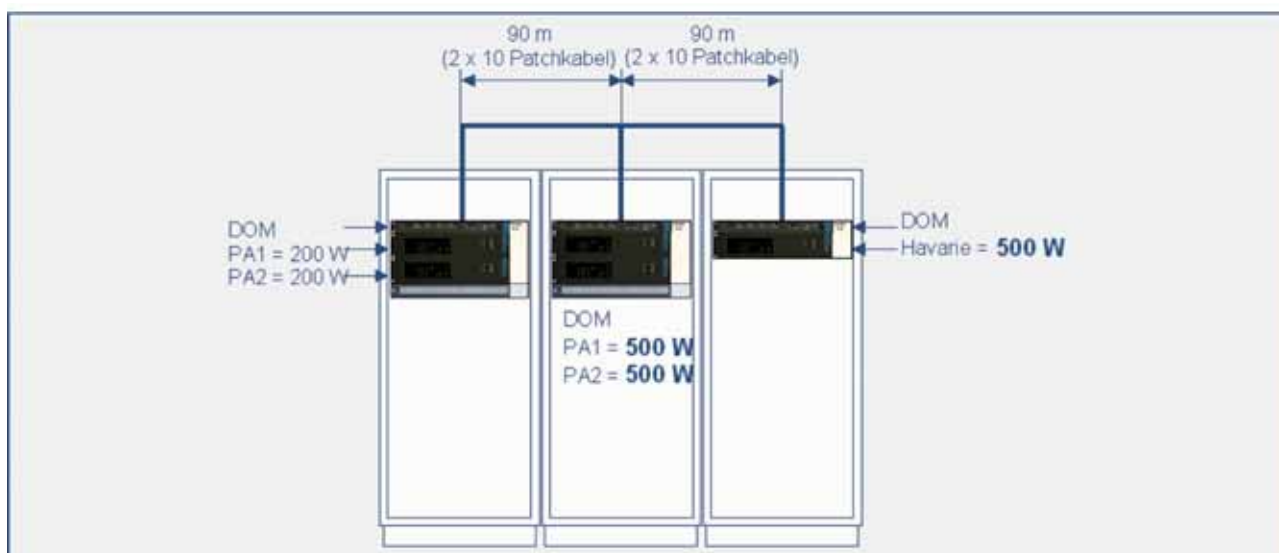


Abb.: Abgesetzter Havarieverstärker in einer Anlage mit mehreren unterschiedlichen Verstärkern

2.4.6 Universal-Interface-Modul (UIM)

Das Universal-Interface-Modul UIM dient als Schnittstelle des VARIODYN® D1 zur Anbindung von 2 analogen Audioeingängen, 2 analogen Audioausgängen sowie 48 Steuerkontakten.



Abb.: Universal-Interface-Modul (UIM)

Anschlüsse

- Zwei analoge Audioeingänge
- Zwei analoge Audioausgänge
- 48 Steuerkontakte
- Digitaler Audiolink (DAL)

Anzeigen

- Eine grüne POWER LED
- Eine gelbe ERROR LED
- 4 grüne SIGNAL LED für Modulation

Audioeingänge

Die Audioeingänge eignen sich z.B. für den Anschluß einer externen Audioquelle (CD/MP3-Player etc.) . Die zwei analogen potentialfreien Audioeingänge sind an den XLR-Buchsen symmetrisch und an den CINCH-Buchsen asymmetrisch ausgeführt. An den CINCH-Buchsen wird das Stereosignal zu einem Monosignal gemischt. Eine gleichzeitige Benutzung der XLR-Buchse und der zugehörigen CINCH-Buchsen ist nicht möglich!

Steckerbelegung XLR-Buchse:

- Pin 2: Tonader a
- Pin 3: Tonader b
- Pin 1: Schirmung

Audioausgänge

Die zwei analogen potentialfreien Audioausgänge sind an den XLR-Buchsen symmetrisch und an den CINCH-Buchsen asymmetrisch ausgeführt. An den CINCH-Buchsen steht dasselbe Audiosignal zweimal zur Verfügung.

Steckerbelegung XLR-Buchse:

- Pin 2: Tonader a
- Pin 3: Tonader b
- Pin 1: Schirmung

Steuerkontakte

Die 48 Steuerkontakte können entweder als Eingang oder als Ausgang verwendet werden. Vier GND-Klemmen dienen als Bezugspotential. Eingangssignale werden über einen Komparator ausgewertet. Ein Eingangssignal im Bereich zwischen 8,5 V und 36 V wird als logisch 0 umgesetzt, ein Eingangssignal < 7,5 V wird als logisch 1 ausgewertet.

Die Steuerkontakte können für die Steuerung von SAA-Komponenten oder auch zur Anbindung von anderen Systemen, wie z.B. einer Brandmelderzentrale genutzt werden.

Wenn die Leitungen zu den Steuerkontakten länger als 3 m sind ist bei Anlagen nach EN 54-16 das Überspannungsschutzmodul 583332 zu verwenden.

POWER LED

Die POWER LED leuchtet beim Anlegen der Betriebsspannung grün.

ERROR LED

Die ERROR LED leuchtet bei einem Kommunikationsproblem des DAL-Busses oder bei Nichtkonfiguration gelb. Bitte den Übertragungsweg prüfen!

SIGNAL LED

Das Vorhandensein von Audiosignalen an den beiden Audioeingängen und an den beiden Audioausgängen wird mit jeweils einer LED angezeigt.

DAL

Das Universal-Interface-Modul (UIM) wird an einer der vier Eingänge über den DAL-BUS mit einem CAT5 Kabel (geschirmt) an das Digitale-Output-Modul (DOM) angeschlossen. Die Baugruppe wird über den DAL-BUS (Digitaler Audiolink) gesteuert und mit einer Spannung von 24 V gespeist.

Die maximale Entfernung beträgt 300 m. Bei größeren Entfernungen werden LWL-Kabel (Lichtwellenleiter) mit einer Länge von bis zu 2.000 m eingesetzt.

Für diese Anwendung ist wegen der 24 V Spannungsversorgung über den DAL-BUS, ein spezieller LWL-Konverter erforderlich (Zubehör).

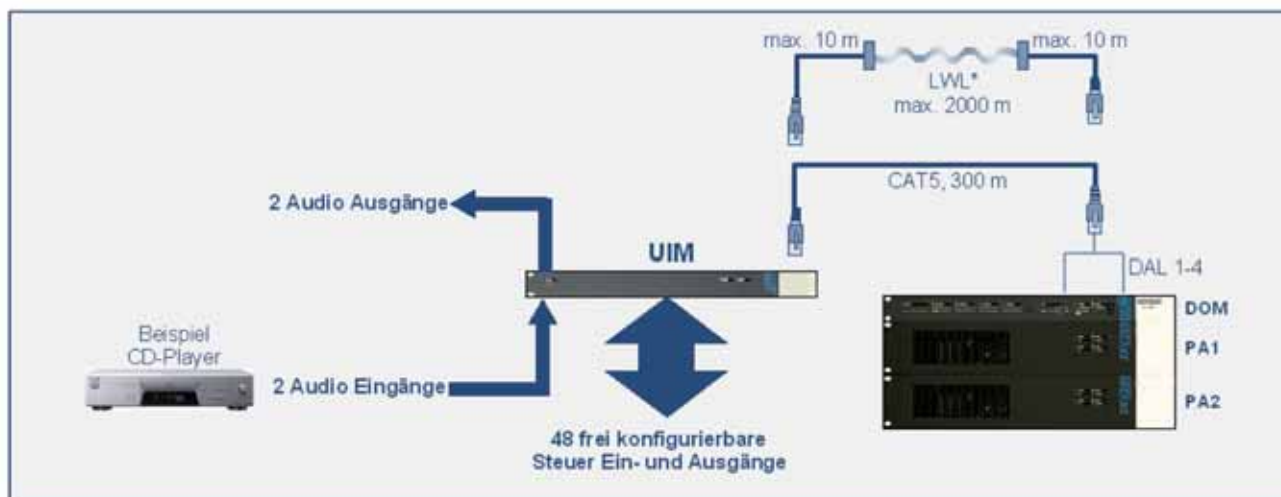


Abb.: Anschlussmöglichkeiten des UIM (Prinzipdarstellung)

2.4.7 View-Control-Modul (VCM)



Abb.: View-Control-Modul (VCM)

Im Rahmen der EN54-16 Zulassung wurde das System VARIODYN® D1 um das VCM Modul (View-Control-Modul) erweitert. Es ermöglicht die normgerechte Anzeige von Sammelmeldungen und erlaubt die Eingabe von Bedienungen über 5 Tasten. Für EN 54-16 Anlagen ist mindestens ein VCM Modul erforderlich. Bei einer Ein-Stand-Lösung können bis zu 3 DOMs von einem VCM-Modul verwaltet werden.

Für den Fall, dass mehrere Standschränke unmittelbar nebeneinander in einem Raum untergebracht sind und ein System bilden, reicht ein VCM Modul pro Raum aus. Abgesetzte Schränke benötigen jeweils ein eigenes VCM Modul. Das VCM Modul wird direkt an ein UIM und 24V DC angeschlossen.

Die bis zu 3 DOM's in dem Schrank, in dem sich das VCM Modul befindet, werden zusätzlich an drei separate Eingänge des VCM Moduls angeschlossen. Alle weiteren DOM's werden über Ethernet mit eingebunden. Die Programmierung des VCM Moduls erfolgt einfach und komfortabel über ein Macro in der Programmiersoftware „Designer“.

2.4.8 System Communication Unit (SCU)

Die Kommunikationseinheit (SCU) wird als digitaler Audiospeicher für das VARIODYN® D1-System eingesetzt.



Abb.: Kommunikationseinheit (SCU)

Anwendung

Die System-Communication-Unit (SCU) wird über das Ethernet-Netzwerk an das VARIODYN® D1-System angeschlossen und permanent überwacht.

Die SCU bietet Speicherplatz für die Audiosignale (Sprache, Ton, Musik), die in dem System benötigt werden.

Weitere Audiokonserven wie Durchsagen, Signale oder Werbetexte werden auf der eingebauten Festplatte gespeichert. Die Speicherkapazität der Festplatte beträgt zusätzlich noch einmal etwa 150 Stunden.

Die Speicherung der verfügbarkeitskritische Meldungen für z.B. Alarm und Evakuierungen erfolgt gemäß der IEC EN 60849 nicht auf der Festplatte, sondern wegen der erhöhten Betriebssicherheit, auf dem nichtflüchtigen Flash- Speicher. Die Speicherkapazität des nichtflüchtigen Flash-Speichers beträgt dabei ca. 120 Minuten.

Durch die Möglichkeit zur selben Zeit mehrere Audiodatenströme (Meldungen) aufzunehmen und wiederzugeben eignet sich die SCU für den Einsatz in SAA in denen zeitgleich unterschiedliche Meldungen (z.B. Sprache und Musik) in verschiedenen Alarmierungsbereichen verbreitet werden sollen.

Die SCU kann auch zum Protokollieren und Mitschneiden von abgesetzten Durchsagen verwendet werden. Diese werden ebenfalls auf der Festplatte abgelegt und mit Datums-, Uhrzeit und Auslöserangaben gesichert. Durchsagen eines DOMs können automatisch zwischengespeichert und innerhalb einer Zeitbeschränkung bei Freiwerden des gewünschten Zieles automatisch ausgespielt werden.

Anschlüsse

- 1 Ethernet-Anschluss 100Mbit/s.
- 1 230 V AC Netzanschluss.
- 1 Notstromanschluss 24 V DC

Anzeigen

- POWER LED, HARDDISK LED.
- ERROR LED, STANDALONE LED.



Abb.: Anschlussmöglichkeiten

2.4.9 Netzschaltfeld (MSU)

Das Netzschaltfeld MSU dient zur Absicherung der Stromversorgung aller VARIODYN® D1-Komponenten, die in einen Standschrank eingebaut werden.



Abb.: Netzschaltfeld (MSU)

Zusätzlich verfügt das Gerät über einen Stecker zum Anschluss eines Laptops für lokale / netzwerkweite Wartungszwecke.

Anschlüsse und Anzeigen

- 3 Überstromschalter mit Lampe (einer pro Phase).
- je 3 Anschlüsse für Hilfs-Umschaltkontakte pro Überstromschalter (Ruhe, Arbeit, Wurzel).
- 230V-Kaltgerätebuchse, geschaltet mit L1.
- RJ45-Buchse für Ethernet-Anschluss.

Eingang

An Block 1 sind die verwendeten Netz-Phasen anzuschließen. Schutzleiter PE und Nulleiter N müssen immer verdrahtet werden. Ein max. Leiterquerschnitt von 4 mm² (flexibel) bis 6 mm² (starr) ist möglich.

Ausgang

An die Blöcke 2, 3 und 4 werden je nach Anforderung bis zu 4 Verbraucher angeschlossen. Diese Blöcke sind mit den frontseitig angeordneten Sicherungen einpolig schaltbar.

Sicherung

Jede der bis zu drei Phasen kann mit max. 18 A belastet werden. Der Überstromschalter (pro Phase) löst automatisch bei einem Überstrom aus, kann jedoch auch zum manuellen Schalten der Netzspannungsversorgung verwendet werden. Bei Anliegen der Versorgungsspannung und eingeschalteter Sicherung leuchtet die jeweilige grüne Kontrolllampe.

Kontakte

Zusätzlich ist der Schaltzustand der Sicherungen mit den im Block 5 ausgeführten Kontakten abgesetzt feststellbar. Ein max. Leiterquerschnitt von 2,5 mm² ist möglich. Im abgeschalteten Zustand ist Kontakt 1 mit Kontakt 2 verbunden, im geschalteten Zustand Kontakt 1 mit Kontakt 3.

An die frontseitige Kaltgerätesteckdose kann ein externer Verbraucher mit max. 10 A angeschlossen werden. Diese Kaltgerätesteckdose wird mit der Phase L1 versorgt und mit der Sicherung F1 geschaltet.

Ethernet

Die RJ45-Buchsen front- und rückseitig sind mit einem CAT5 Kabel 1:1 verbunden. Das Netzschaltfeld (MSU) wird über das Ethernet-Netzwerk an das VARIODYN® D1-System angeschlossen und überwacht.

2.5 Lautsprecher

Lautsprecher für den Einsatz in SAA müssen den Anforderungen der DIN EN 54-24 entsprechen.



Komplettstrahler vereinigen alle Lautsprecher in einem Gehäuse. Hierdurch ist eine gute Abdeckung des Frequenzbereiches und eine hohe Übertragungsqualität (z.B. für die Musikwiedergabe) möglich.

Modularsysteme enthalten jeweils nur die Lautsprecher eines bestimmten Frequenzgebietes in einem Gehäuse, dadurch sind z. B. Kombinationen mit unterschiedlichen Richteigenschaften möglich.

Trichterlautsprecher für reine Sprachübertragung haben einen sehr hohen Wirkungsgrad, eine mittlere Übertragungsbandbreite mit relativ großen linearen Verzerrungen und häufig einen sehr hohen Klirrfaktor.

Hornsysteme für die Musikwiedergabe vereinigen hohen Wirkungsgrad mit guten Klangeigenschaften und relativ großer Bandbreite.

Deckenlautsprecher werden in den Hohlraum von abgehängten Decken eingesetzt. Abhängig vom Lautsprechertyp ist eine sehr gute Musik und Sprachqualität möglich.

Kugellautsprecher werden oft zur Beschallung eingesetzt wenn keine angehängten Decken für den Einbau von Lautsprechern vorhanden sind.

Abb.: Lautsprechertypen

Installation der Lautsprecher

In Gebäuden mit vielen einzelnen Räumen und niedriger Deckenhöhe wie z.B. Bürogebäuden, Klassenräumen werden in der Praxis meistens Decken- oder Wandlautsprecher eingesetzt. Durch die Einrichtung der Räume (Möbel, Teppich etc.) spielt die zu erwartende Nachhallzeit eine untergeordnete Rolle. Der Abstand der Lautsprecher richtet sich nach der Deckenhöhe sowie dem erforderlichen Schallpegel und der Verständlichkeit.

Wenn mehrere gleichartige oder auch unterschiedliche Lautsprecher an einem Punkt im Raum oder in unmittelbarer Nähe zueinander montiert werden, so sollte die Anordnung der einzelnen Lautsprecher senkrecht erfolgen.

In Außenbereiche und größeren Hallen werden oft Trichter- oder Hornlautsprecher eingesetzt. Dieser Lautsprechertyp bietet in der Regel eine hohe IP-Schutzart und eine robuste mechanische Ausführung.

Durch die Richtwirkung der Lautsprecher ist besonders die Anordnung der einzelnen Schallquellen, so wie die Versorgung der gesamten Beschallungsfläche zu beachten.

Lautstärkesteller

Für die individuelle Regelung der Lautstärke eines einzelnen Lautsprechers - unabhängig von anderen angeschlossenen Lautsprechern – sind separate (dezentrale) Lautstärkesteller erforderlich.

Im Ereignisfall muss die Brandfalldurchsage mit der erforderlichen Lautstärke wiedergegeben werden können. Die SAA muss im Ereignisfall die technischen Möglichkeiten bieten, die dezentrale Lautstärkestellung zu umgehen.

Hierzu können beispielsweise Lautstärkesteller mit Pflichttrufrelais eingesetzt werden.

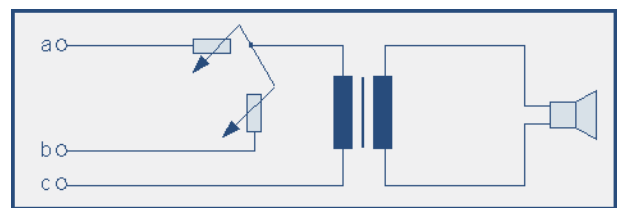


Abb.: Lautstärkesteller (Prinzipdarstellung)

2.6 Schranksysteme

Die SAA-Komponenten in 19“-Ausführung sind für den Einbau in einen Standschrank geeignet.



Abb.: VARIODYN® Schranksystem (24 und 40 HE) mit Schwenkrahmen

Handelsübliche Schranksysteme bieten einen guten Zugang von der Vorder- und Rückseite oder Verfügen über einen Schwenkrahmen auf dem die eingebaute Elektronik aus dem Schrank herausgeschwenkt werden kann. Optionale Komponenten können z.B. auf C-Profileschienen montiert werden.

Abhängig von der zu erwartenden Innentemperatur des Standschranks durch die eingebauten SAA-Komponenten können Lüftungsgitter und auch aktive Lüfter eingesetzt werden.

1HE = Höheneinheit (44,45 mm oder 1 ¾ Zoll)

VARIODYN® Schranksystem

Bei der Entwicklung des VARIODYN® Schranksystems wurde das technisch bedingte hohe Gewicht der Einbaukomponenten, Baugruppen, wie z.B. Endverstärker und eine USV, berücksichtigt. Das relativ geringe Eigengewicht senkt die Transportkosten und vereinfacht die Montagearbeiten.

Die VARIODYN® Schranksysteme sind in unterschiedlichen Höhen und Ausführungen erhältlich. Detaillierte Beschreibungen unseres Standschranksystems finden Sie in unserem aktuellen Katalog "Sprachalarmanlagen".

Geräte mit optischen Anzeigen

Grundsätzlich sollte bei der Montage der 19“-Geräte auf die Erkennbarkeit der optischen Anzeigen geachtet werden. Als Empfehlung gilt es, Geräte mit optischen Anzeigen nicht über einer Höhe von 1.600 mm (+ 200 mm) über der Standfläche zu montieren.

Gewicht der Einbaugeräte

Durch das hohe Gewicht der Endverstärker müssen diese ggf. einzeln mit speziellen Einbauwinkeln befestigt bzw. gesichert werden. Grundsätzlich ist für die Kombination von einem DOM und zwei Endverstärkern die Montage über zusätzliche Einbauwinkel vorzusehen.

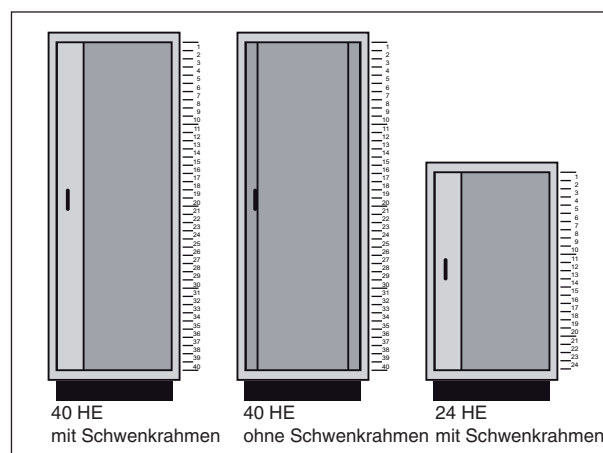


Abb.: Standschrank-Größenvergleich

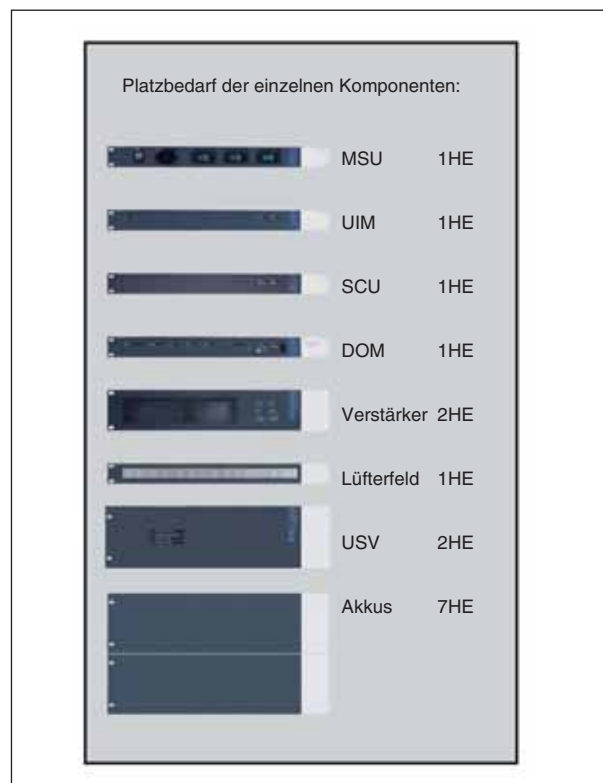


Abb.: Systemkomponenten mit HE Angabe

Übersicht der Systemkomponenten bei Rackmontage

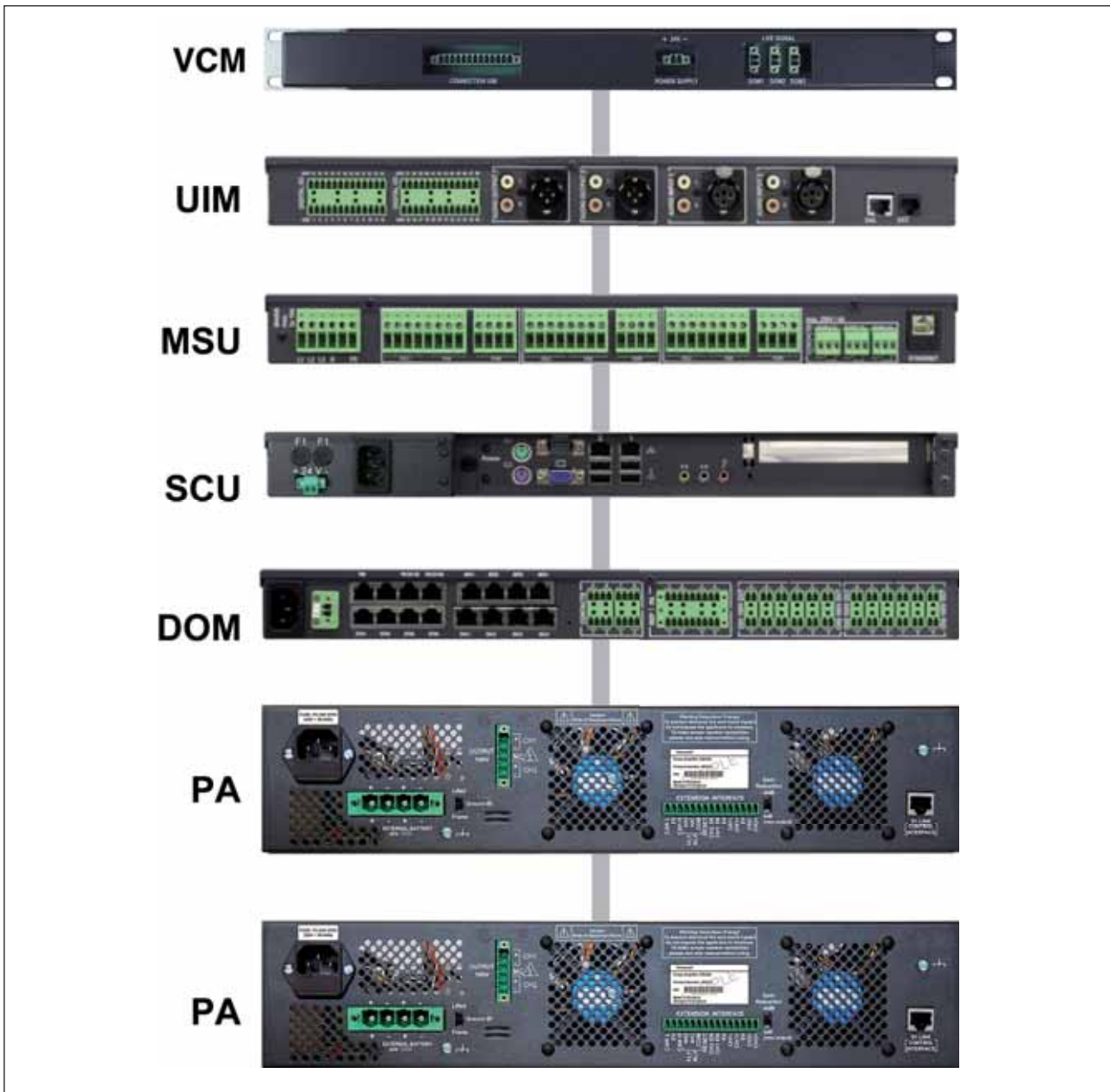


Abb.: VARIODYN® Systemkomponenten-Rückansicht (Beispiel)

Abkürzung	Bezeichnung	Art.-Nr.
VCM	View-Control-Modul	583351
UIM	Universal-Interface-Modul	583331.21
MSU	Main-Switching-Unit	583371.21
SCU	System-Communication-Unit	583381.22
DOM	Digital-Output-Modul	583361.22, 583362.22
PA	Power Amplifier / Leistungsverstärker	580221.41, 580222.41, 580231, 580232

**Einbauschränk / Rackmontage
(Art.-Nr. 5849xx)**

Handelsübliche Schranksysteme bieten einen guten Zugang von der Vorder- und Rückseite oder Verfügen über einen Schwenkrahmen, auf dem die eingebaute Elektronik aus dem Schrank herausgeschwenkt werden kann. Optionale Komponenten können z.B. auf C-Profileschienen montiert werden. Abhängig von der zu erwartenden Innentemperatur des Einbauschranks durch die eingebauten SAA-Komponenten, sollten Lüftungsgitter und auch aktive Lüfter eingesetzt werden.

VARIODYN®-Schranksystem

Bei der Entwicklung des VARIODYN®-Schranksystems wurde das technisch bedingte hohe Gewicht einzelner Einbaukomponenten, wie z.B. Endverstärker und USV, berücksichtigt. Das Schranksystem hat trotz der hohen Stabilität ein geringes Eigengewicht und vereinfacht den Transport und die Montagearbeiten.

Die VARIODYN®-Schranksysteme sind in unterschiedlichen Höhen und Ausführungen erhältlich.

1HE = Höheneinheit 44,45 mm

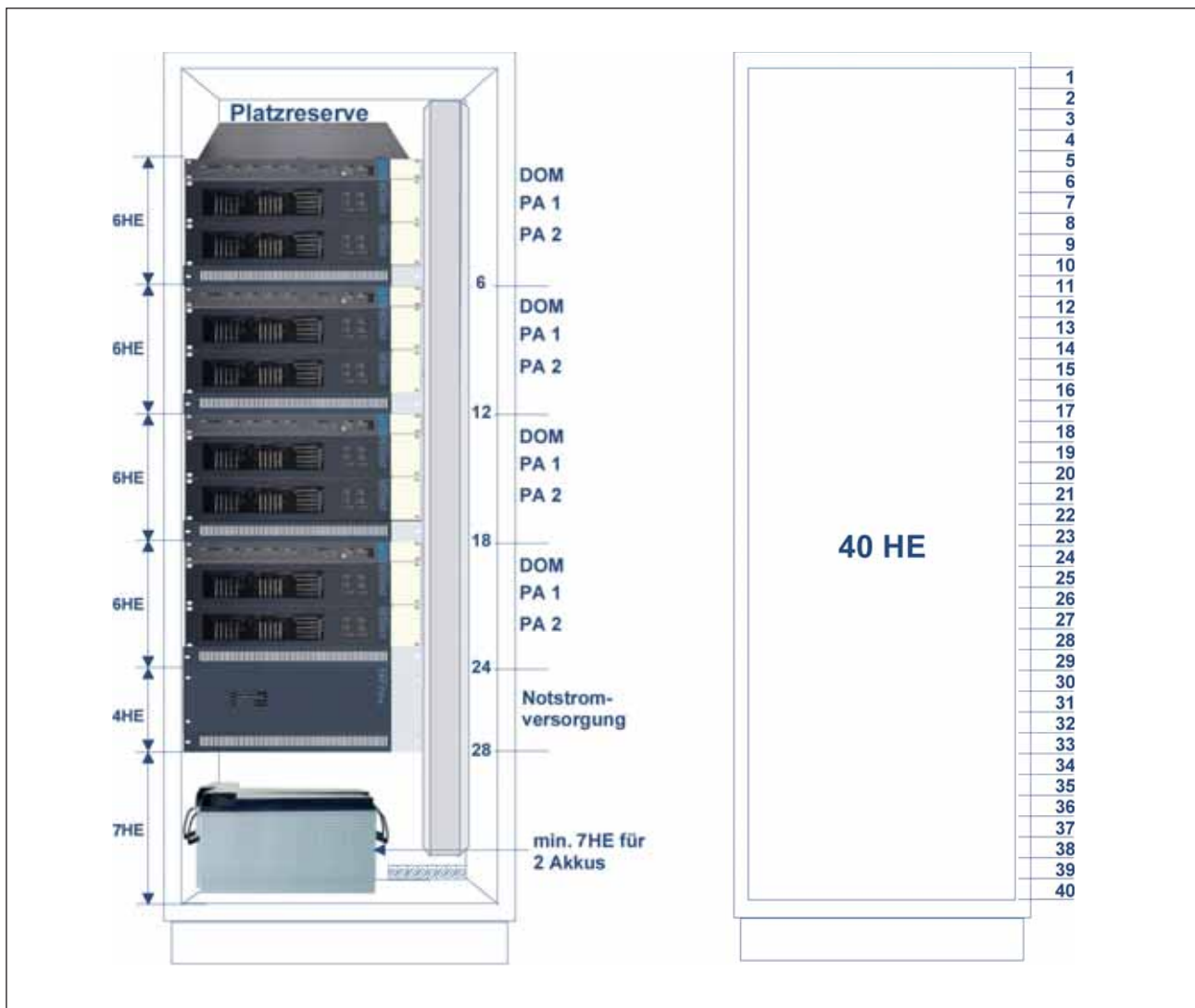


Abb.: VARIODYN® Systemkomponenten-Rückansicht (Beispiel)



Auf das Gewicht und die Einbautiefe der Leistungsverstärker achten!
Die Montage sämtlicher Einbaugeräte erfolgt mit M6-Schrauben.



Max. 2 Notstromversorgungen und max. 4 Akkumulatoren pro Einbauschränk.

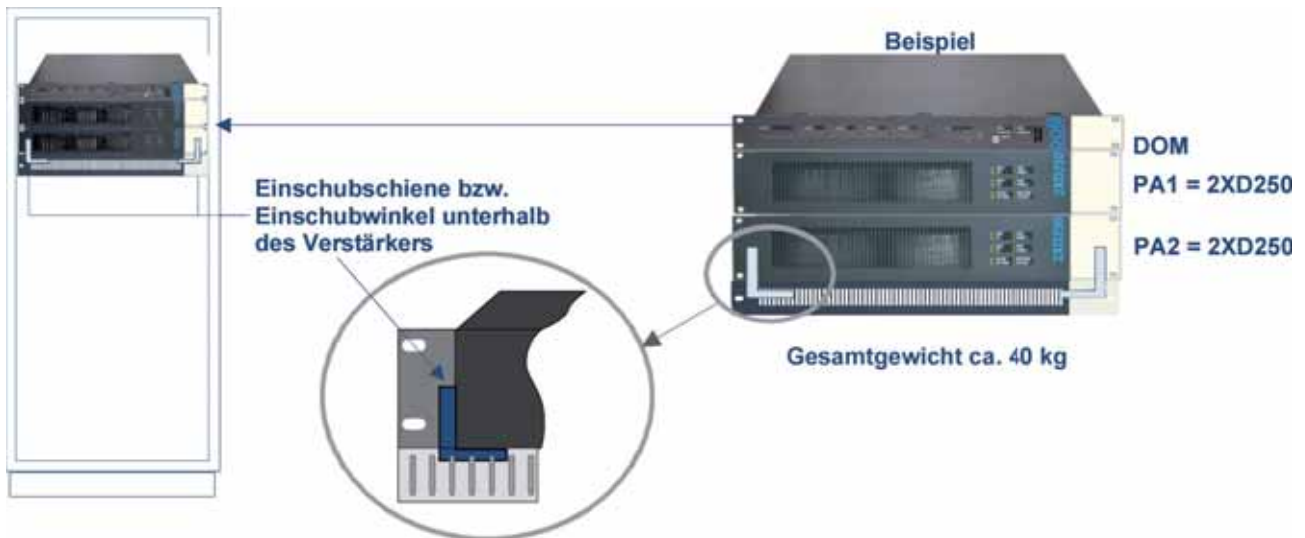


Abb.: Montage der Einbaugeräte mit Haltewinkeln (Beispiel)

Gerät	Gewicht	Gerät	Gewicht
Verstärker 2XH250 (2 x 250 W)	ca. 13 Kg	Digital-Output-Modul 4-8	ca. 5,7 Kg
Verstärker 2XH500 (2 x 500 W)	ca. 14 Kg	Digital-Output-Modul 4-24	ca. 6,5 Kg
Verstärker 2XD250 (2 x 250 W)	ca. 16,5 Kg	Universal-Interface-Modul (UIM)	ca. 3,6 Kg
Verstärker 2XD400 (2 x 400 W)	ca. 19 Kg	Main-Switching-Unit (MSU)	ca. 4,2 Kg
View Control Modul (VCM)	ca. 2 kg	System-Communication-Unit (SCU)	ca. 3 Kg



Abb.: Anordnung der Einbaugeräte (Beispiel)



Grundsätzlich in einem Einbauschränk die schweren Geräte unten und leichtere Komponenten oben anordnen. Zwei übereinander montierte Leistungsverstärker mit geeigneten Einbauwinkeln zusätzlich befestigen. Sind weitere Komponenten (SCU, UIM, MSU) vorgesehen, diese mit einem Lüftungsfeld nach unten hin abgrenzen und mit Einbauwinkeln montieren.

Spannungsversorgung

Die Energieversorgung aller Geräte eines VARIODYN® D1 Systems erfolgt grundsätzlich über die Netzversorgung. Der Anschluss kann hierbei direkt oder über eine MSU durchgeführt werden.



Abb.: Verstärker mit 230 V AC-Direktanschluss (Beispiel)

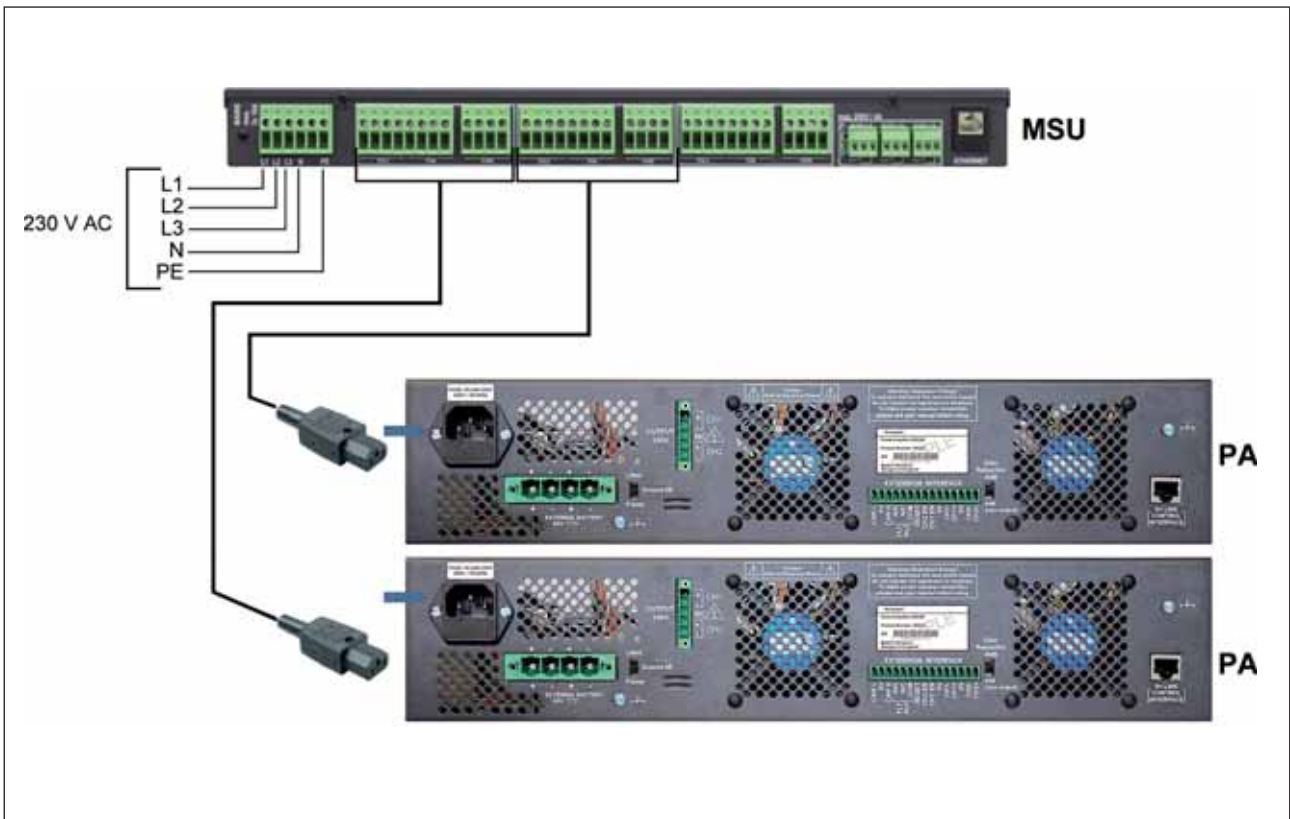


Abb.: Zwei Verstärker mit 230 V AC Verkabelung über die MSU (Beispiel)

Notstromversorgung

Die Notstromversorgung (Art.-Nr. 581720) wird gemäß VDE 0833-4 bzw. EN 60849, TRVB 158 S zur unabhängigen Spannungsversorgung des VARIODYN® D1-Systems eingesetzt. Bei einem Ausfall der Nennspannung (230 V AC) wird das System unterbrechungslos von dem angeschlossenen Akkumulatoren versorgt.

Montage

Die Notstromversorgung sowie die Akkumulatoren werden gem. Abb.12 im Einbauschränk montiert.

Erstinbetriebnahme

Neue Akkumulatoren müssen vor der Inbetriebnahme mindestens 24 Stunden nachgeladen werden. Wenn das Herstellungsdatum (siehe Aufdruck) mehr als neun Monate zurückliegt, ist eine Nachladung von mindestens 48 Stunden erforderlich.



Abb.: Beispiel - Rackmontage



- Zur Notstromversorgung des Systems ausschließlich die freigegebenen Akkutypen einsetzen.
- An Notstromversorgung ausschließlich gleiche Akku-Typen (Hersteller, Herstellerdatum, Kapazität, Ladezustand) anschalten.
- Zusätzlich die Angaben des Herstellers zur Tiefentladung von Akkumulatoren zu beachten.
- Akkumulatoren in Reihe schalten.
- Akkuanschlussleitung (selbstsichernd)
Länge: max. 1,5 m
Leitungsquerschnitt: $\geq 25 \text{ mm}^2$
- Max. 4 Akkumulatoren pro Einbauschränk

Technische Daten

Nennspannung	:	230 V AC
Ausgangsspannung	:	24 V DC
Ausgangsstrom (Ruhe)	:	max. 12 A
Ausgangsstrom (Alarm)	:	max. 100 A
Gewicht	:	10 kg
Abmessungen	:	483 x 133 x 395 mm (3 HE)
Spezifikation	:	EN 54-4:1997/A2:2006
CE-Zertifikat	:	0333-CPD-075243



Für die Rackmontage sind die Akkumulatoren 12 V / 105 Ah (Art.-Nr. 581730) oder 12 V / 150 Ah (Art.-Nr. 581731) einzusetzen.

PE-Verbindung

Der PE- und FE-Anschluss (Funktionserde) der Gehäuse sind mit der gleichen PAS-Schiene der Verteilung/Unterverteilung, aus der die Anlage mit der Spannung versorgt wird, zu verbinden (erforderlicher Leitungsquerschnitt $\geq 4 \text{ mm}^2$).

Elektrisch leitende Gehäuseteile des Einbauschranks müssen untereinander mit einer PE-Leitung verbunden sein (erforderlicher Leitungsquerschnitt $\geq 1,5 \text{ mm}^2$, flexibel).

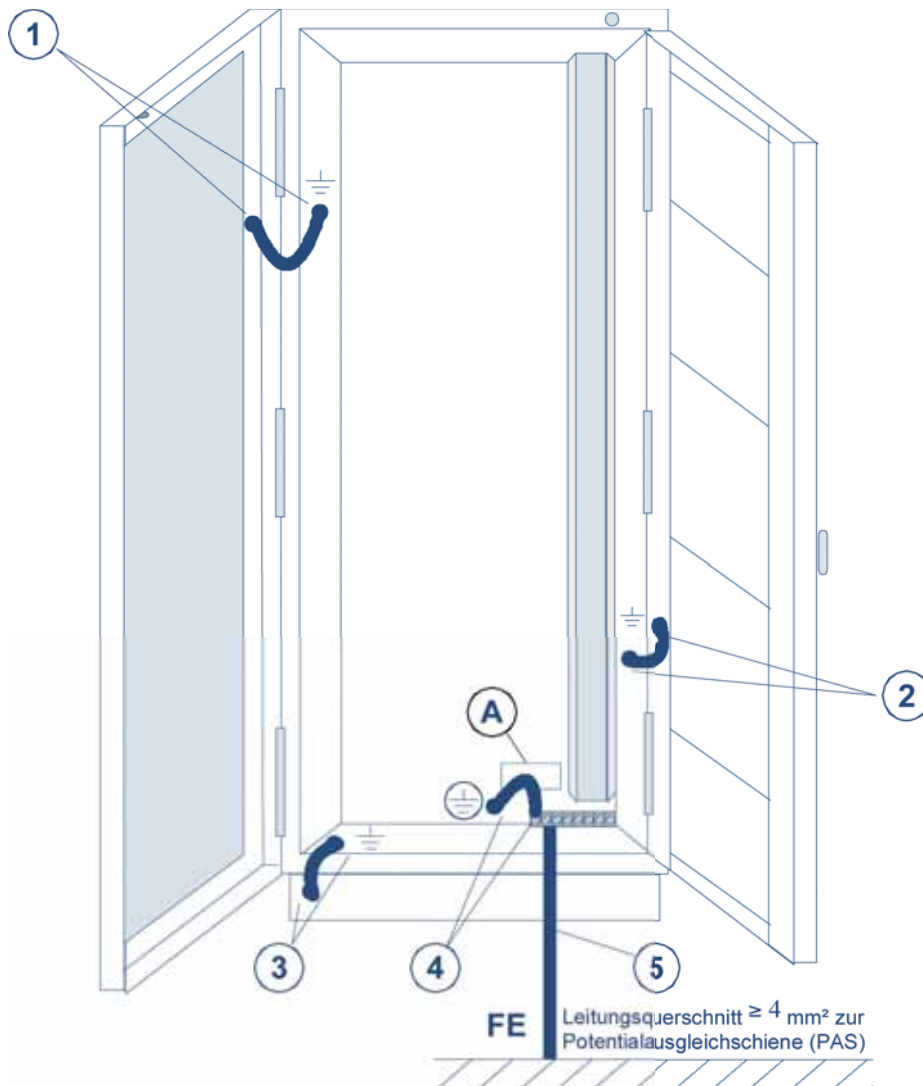


Abb.: PE-Verbindung

PE-Verbindungen			Leitungsquerschnitt
①	Schrantür	↔ Seitenwand	1,5 mm ²
②	Schwenkrahmen	↔ Seitenwand	
③	Seitenwand	↔ Schranksockel	2,5 mm ²
④	Anschlussklemmleiste	↔ Montageplatte	
⑤	Anschlussklemmleiste	↔ zentrale Erdungsstelle/Potentialausgleich	$\geq 4 \text{ mm}^2$
Ⓐ	Positionierung Aufkleber - Hinweis zum Ableitstrom -		

2.6.1 Installationshinweise

Umgebungsbedingungen

Die Umgebungsbedingungen für Montageorte und Montageflächen müssen der Klasse 3k5 nach IEC 721-3-3:1994 entsprechen.

Montageort und Montagefläche

Die Installation der 19“-Einbauten und Schränke mit Brandmelderzentralen ist nur in trockenen, sauberen, bedingt zugänglichen und ausreichend beleuchteten Räumen zulässig. Bei der Montage von mehreren Brandmelderzentralen in einem geschlossenen 19“-Schrank ist z.B. die maximal Belastbarkeit (Kg/m²) des Bodens zu berücksichtigen (z.B. Stelzenboden). Um eine mögliche Kopflastigkeit des 19“-Schranks bei geöffnetem Schwenkrahmen zu vermeiden, ist dieser an einer geeigneten Stellwand zu befestigen.

Die Brandmeldeanlage bzw. SAA nicht in Betriebsstätten mit schädigenden Einwirkungen errichten. Teile der Brandmeldeanlage dürfen durch diese Betriebsstätten hindurch geführt werden, wenn die Anforderungen der Normenreihe DIN VDE 0800 erfüllt werden.

Montagematerial

Die SAA-Komponenten müssen mit geeignetem Befestigungsmaterial (Schrauben, Gewindebolzen) ohne mechanische Verspannung in dem 19“-Schrank montiert werden. Die SAA darf erst nach fachgerechter Befestigung auf der Montagefläche mit ausreichender Tragkraft in Betrieb genommen werden.

Montagehöhe der Bedienteile und optische Anzeigen

Bedienteile und optische Anzeigen sind bei Schrankmontage zwischen 800 mm und 1800 mm über der Standfläche des Betreibers zu montieren

Störgrößen

Elektrische und mechanische Störeinflüsse sind zu vermeiden. Dies gilt insbesondere für die Montage der Komponenten und Installationskabel in unmittelbarer Nähe von Leuchtstofflampen oder Energiekabeln und der Befestigung auf vibrierenden, instabilen Flächen, wie z.B. dünnen Trennwänden.

Schrankbelüftung

Die Umgebungsbedingungen zur Montage /Betrieb der Anlage müssen der Klasse 3k5 nach IEC 721-3-3:1994 entsprechen. Können diese Klimabedingungen nicht erfüllt werden, sind entsprechende Gegenmaßnahmen zu treffen. Ist mit einer Umgebungstemperatur zu rechnen, die nicht den eingebauten Geräten entspricht, müssen entsprechende Maßnahmen zur Klimatisierung des 19“-Schranks getroffen werden.

Bei temperaturkritischen Anwendungen können pro Standschrank bis zu zwei Lüfterkassetten 584932 eingesetzt werden.

Türkontakt

Der 19“-Schrank kann mit einem auf Öffnung überwachten elektrischen Türkontakt ausgerüstet werden. Dieser Türkontakt kann z.B. bei Brandmelderzentralen zur Abschaltung der Übertragungseinrichtung (ÜE) einer oder mehrerer Zentralen genutzt werden.

Kabelführung und Verlegung

Nur werkseitig vorgesehene Kabeleinführungen verwenden. Für die Netzanschluss- und Signalleitungen sind getrennte Kabeldurchführungen bzw. Kabelverschraubungen vorzusehen. Alle angeschlossenen Spannungs- und Signalleitungen sind mit geeignetem Befestigungsmaterial, wie z.B. Kabelbindern aus Kunststoff, gegen Verlagerung zu sichern.

Hierbei ist unbedingt darauf zu achten, dass die Netzanschlussleitung nicht durch Verlagerung die Signalleitungen (SELV) berühren kann.

Arbeiten an der Anlage sind nur im spannungsfreien Zustand (Netz- und Notstromversorgung) zulässig.

Die Geräte im Einbauschrank sind vor Feuchtigkeit zu schützen. Hierzu sind für alle Installationskabel an den Durchführungen geeignete Kabelmanschetten vorzusehen, bevor die Kabel in den Einbauschrank eingeführt werden.

Öffnungen und Kabeldurchführungen

Nicht genutzte Kabeldurchführungen sind mit geeignetem Material zu verschließen. Offene Einbauplätze des Schwenkrahmens müssen mit Blindplatten verschlossen werden.

LWL-(Glasfaser) Umsetzer

Für die Anbindung der digitalen DCS-Sprechstellen oder des Interface-Moduls UIM an ein DOM4-xx über Glasfaserkabel (LWL) sind spezielle LWL-Konverter erforderlich (Option).

Die LWL-Anbindung erhöht Entfernung (Kabelweg) zwischen dem DOM und einem DAL-Bus Teilnehmer auf max. 2000 m.

Zugänglichkeit

Der 19"-Schrank muss jederzeit für Bedienungen bzw. Wartungsarbeiten frei zugänglich sein.

Erdung

Eine sorgfältige Ausführung bei der Erstellung von Schaltanlagen und die vorangegangene fachliche Planung können letztlich nicht verhindern, dass es beim Betrieb der Anlage zu unerwünschten Kurzschlüssen kommen kann. Entsprechende Sicherungsmaßnahmen sind zu treffen, die Personen- und Sachschäden in diesen Fällen zuverlässig verhindern.

Öffnungen und Kabeldurchführungen

Nicht genutzte Kabeldurchführungen sind mit geeignetem Material zu verschließen. Offene Einbauplätze des Schwenkrahmens müssen mit Blindplatten verschlossen werden.

Gefahr – Elektrischer Schlag !

Montage- und Installationsarbeiten sind im spannungsfreien Zustand der Anlage auszuführen!

ESD- / EMV-Schutzmaßnahmen

Vor dem Umgang mit den Elektronikbaugruppen immer geeignete Maßnahmen zur Ableitung von statischer Elektrizität treffen!

Schutz- und Funktionserde

Zur ordnungsgemäßen Funktion des Gerätes ist die netzseitige PE-Verbindung an die dafür vorgesehene Anschlussklemme anzuschließen. Zusätzlich muss der Anschluss der Funktionserde (FE) mit der PE-Schiene verbunden werden.

Inbetriebnahme

Nach Abschluss der Inbetriebnahme sowie jeder Änderung der Kundendaten-Programmierung ist ein vollständiger Funktionstest des Systems durchzuführen!

2.7 Planungsphasen



Abb.: Planungsphasen gemäß DIN 0833-4

2.8 Instandhaltung

Betrieb und Wartung von Gefahrenmeldeanlagen (GMA)

gemäß VdS-Richtlinien und VDE 0833 Teil 1 bis 2:

Der Betreiber der GMA muss selbst eingewiesene Person sein oder eine eingewiesene Person beauftragen.

Der Betreiber oder die von ihm beauftragte eingewiesene Person muss eigenverantwortlich dafür sorgen, dass bei Anzeichen einer Beeinträchtigung der ständigen Betriebsbereitschaft, Unregelmäßigkeiten der Funktion und bei durch Veränderungen (z. B. der Raumnutzung oder Raumgestaltung) verursachte Einflussnahmen auf die Überwachungsaufgaben der GMA-Inspektionen durchgeführt werden.

Alle notwendigen Instandhaltungs- und Änderungsmaßnahmen an der GMA sind vom Betreiber oder durch die von ihm beauftragte eingewiesene Person unverzüglich zu veranlassen.

GMA müssen regelmäßig durch Elektrofachkraft Instand gehalten werden. Bei Störungen sind GMA durch Elektrofachkräfte unverzüglich zu inspizieren und in Stand zu setzen.

Inspektionen

Sind nach VDE 0833 Teil 1 mindestens viermal jährlich in etwa gleichen Zeitabständen durchzuführen.

Instandsetzungen

Sind unverzüglich durchzuführen, wenn bei Inspektionen unzulässige Abweichungen vom Sollzustand der GMA festgestellt werden.

Wartungen

Sind nach Herstellerangaben, jedoch mindestens ein mal jährlich durchzuführen. Hierzu gehören gegebenenfalls z. B.:

Pflege von Anlagenteilen, Auswechseln von Bauelementen mit begrenzter Lebensdauer (z.B. Glühlampen), Justieren, neu Einstellen und Abgleichen von Bauteilen und Geräten. Die ausdrücklich verlangten jährlichen Wartungen dürfen mit den vierteljährlichen Inspektionen verknüpft werden.

Darüber hinaus sollen GMA alle fünf Jahre daraufhin überprüft werden, ob sie noch alle Anforderungen dieser Norm erfüllen.

Regelmäßige Prüfungen

Für die Instandhaltung der SAA gelten grundsätzlich die gesetzlichen Vorgaben, Normen und lokalen Auflagen.

Diese können aber durch Herstellerangaben noch zusätzlich eingeschränkt werden. Dies ist z.B. dann der Fall wenn der Hersteller kürzere Wartungsintervalle oder Austauschzyklen von Geräten vorgibt als der Gesetzgeber es verlangt.

- Durch eine regelmäßige Prüfung ist sicherzustellen, dass die freie Abstrahlung der Lautsprecher und deren Funktion nicht eingeschränkt ist oder wird.
- Durch eine regelmäßige Prüfung ist sicherzustellen, dass gemäß den Planungsunterlagen von der Beschallung ausgenommene Räume mittlerweile in die Beschallung einbezogen werden müssen.
- Durch eine regelmäßige Prüfung ist sicherzustellen, dass bei Abschaltung, Störung der SAA oder auch von einzelnen Anlagenteilen der SAA, für die Funktion eine geeignete Ersatzmaßnahme vorgesehen wird (z.B. Wachpersonal mit Megaphon etc.).
- Die Prüfung der Lautsprecher muss mindestens einmal pro Jahr durch geeignete Hörtests erfolgen. Im Zweifelsfall ist die Sprachverständlichkeit durch eine Messung nachzuweisen.

WICHTIG

- Gemäß der EN 60849 muss ein Wartungsvertrag abgeschlossen werden.
- Gemäß der DIN VDE 0833-4 müssen Instandhaltungen durchgeführt werden.
- Störungen sind in einem Betriebsbuch zu dokumentieren. Das Betriebsbuch muss bei der Anlage (bzw. dem Betreiber) aufbewahrt werden.

Siehe auch VDE 833-4 Anhang I

2.9 Systemkopplungen

2.9.1 Brandmeldeanlagen

Für die Systemkopplung von z.B. Brandmeldeanlagen ist eine genormte Schnittstelle einzusetzen.

Das Brandmeldesystem 8000 / IQ8Control stellt diese Schnittstelle über das BSL-Schnittstellen-Modul zur Verfügung.

Die Sprachalarmanlage wird durch eine geeignete Ansteuereinrichtung (z.B. überwachtetes Relais) von der Brandmelderzentrale angesteuert. Die Anschlussleiste der Schnittstelle zwischen den beiden Systemen muss entsprechend gekennzeichnet werden und für Service- und Wartungsarbeiten (Messungen) durch autorisierte Fachfirmen zugänglich sein, ohne dass in das System eingegriffen werden muss.

Auf der Seite der SAA ist eine Potentialtrennung erforderlich.

Eingang

Die nachfolgenden Signale/Meldungen müssen übertragen werden können:

- Alarm, Alarmierungsbereich
- Sammelalarm
- Systemstörung (im Alarmierungsfall)

Weitere zulässige Übertragungen:

- Voralarm Alarmierungsbereich (nur zur Übermittlung von Vorwarntexten)
- Rückstellen der Alarmierung

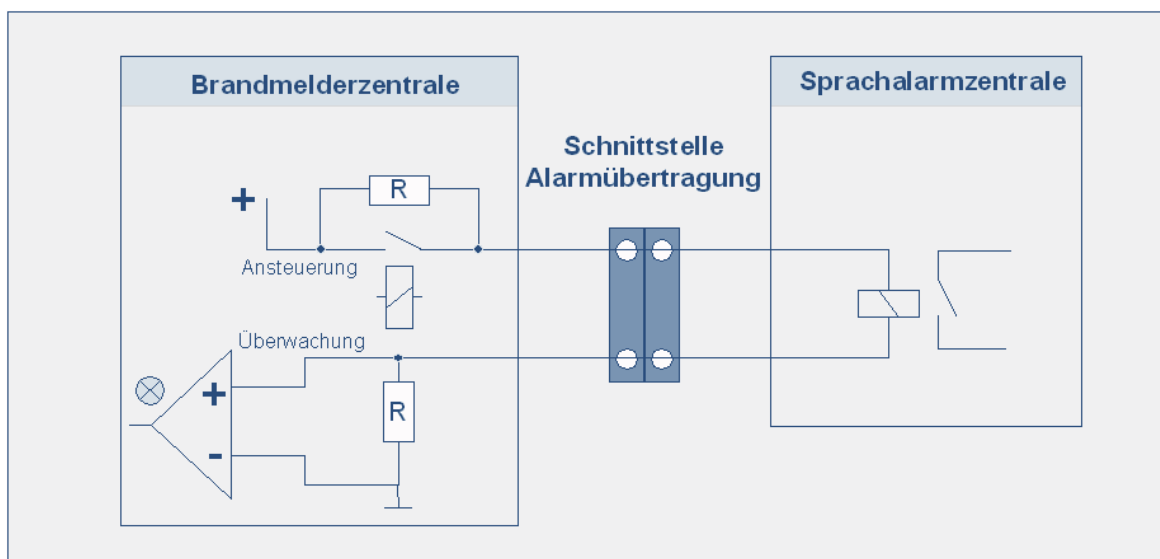


Abb.: Anschaltung und Überwachung der Alarmübertragung (Beispiel)

Ausgang

Die nachfolgenden Signale/Meldungen müssen übertragen werden können:

- Störung SAA (Sammelsignal)
- Jede Abweichung (Fehler) vom Sollzustand der SAA

Alternativ ist auch eine Übertragung über eine geeignete Datenschnittstelle (gemäß VdS 2463 und 2465) zulässig.

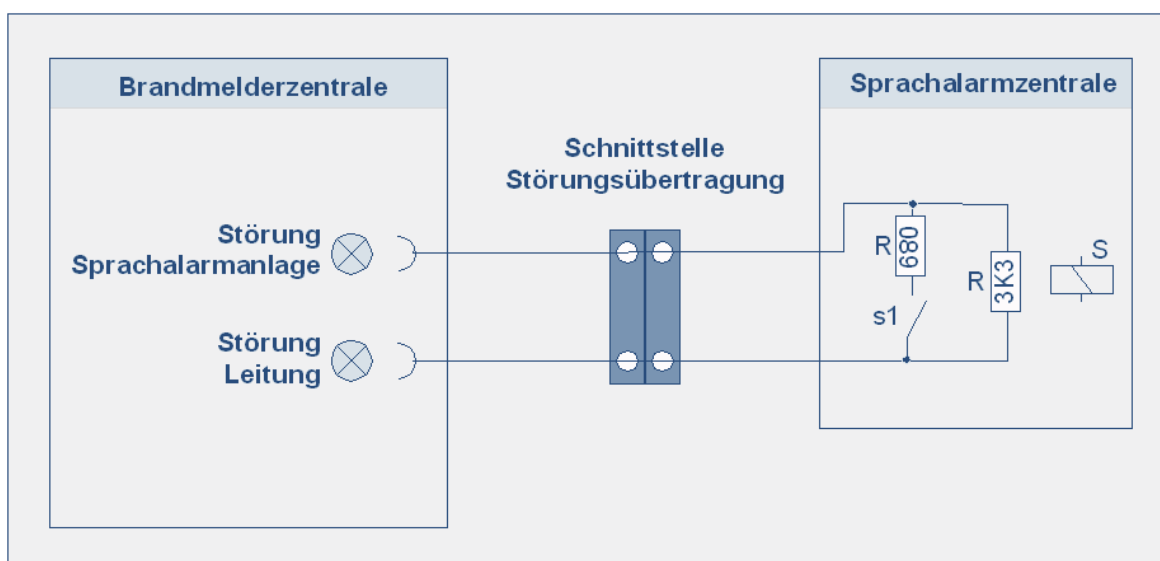


Abb.: Anschaltung – Störung der Sprachalarmanlage (Beispiel)

2.10 Konfigurationssoftware DESIGNER D1

Der Ausbau der Anlage mit den unterschiedlichen Komponenten wird in der Konfigurationssoftware >DESIGNER D1< grafisch angelegt.

Durch diese übersichtliche grafische Darstellung ist eine einfache und schnelle Konfiguration der SAA möglich.

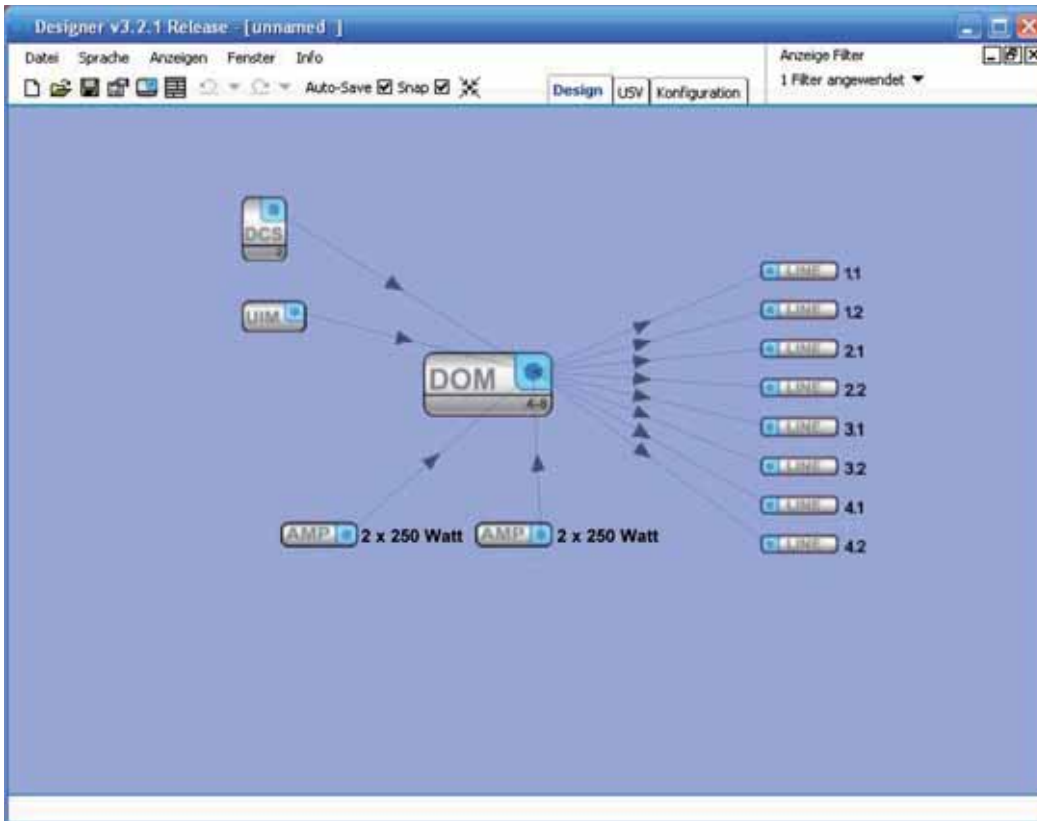


Abb.: Programmoberfläche >DESIGNER D1< (Beispiel 1)

Die Bildschirmdarstellung oben zeigt ein DOM4-8 mit 8 Lautsprecherkreisen (LINE) und zwei 300 W Endverstärkern.

An das DOM ist eine Sprechstelle und ein Universal-Interface-Modul (UIM) angeschlossen. In der Darstellung unten sind die entsprechenden SAA-Komponenten zu dieser Bildschirmdarstellung abgebildet.

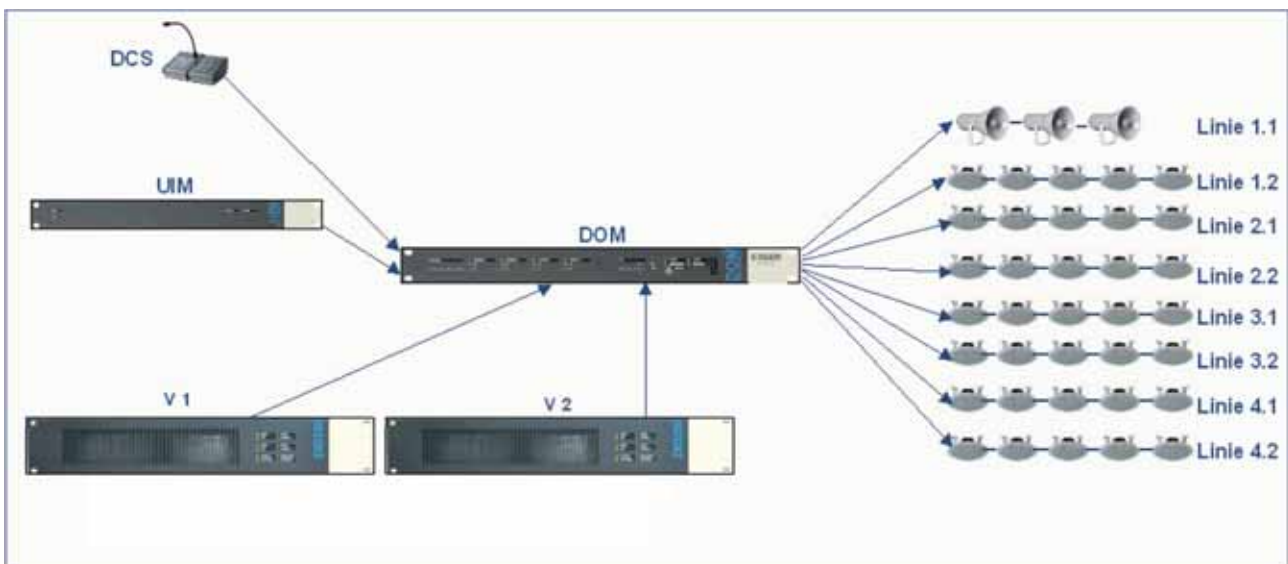


Abb.: Tatsächlicher Hardwareausbau zu Beispiel 1

In der folgenden Bildschirmdarstellung werden für die Sprechstelle (DCS) unterschiedliche Durchsagen (call) angelegt, die den unterschiedlichen Ruf-tasten der Sprechstelle zugeordnet werden.

In diesem Beispiel wurden für die Sprechstelle 3 Durchsagen (z.B. Brandfalldurchsage, Evakuierungsmeldung und Testdurchsage) angelegt. Die einzelnen Durchsagen (call) können mit der rechten Maustaste (Sideclick-Menü) angeklickt und einzeln parametrisiert werden.

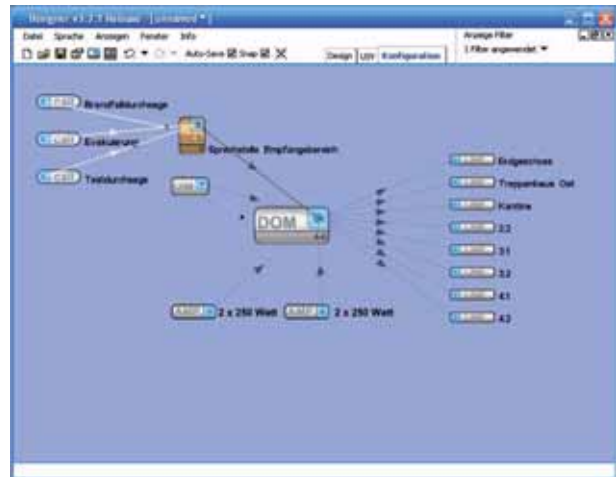


Abb.: Programmoberfläche serielle Anbindung

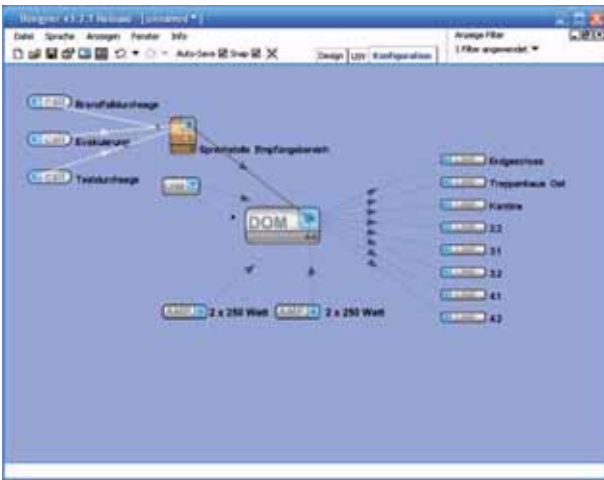


Abb.: Programmoberfläche >DESIGNER D1< (Beispiel 1)

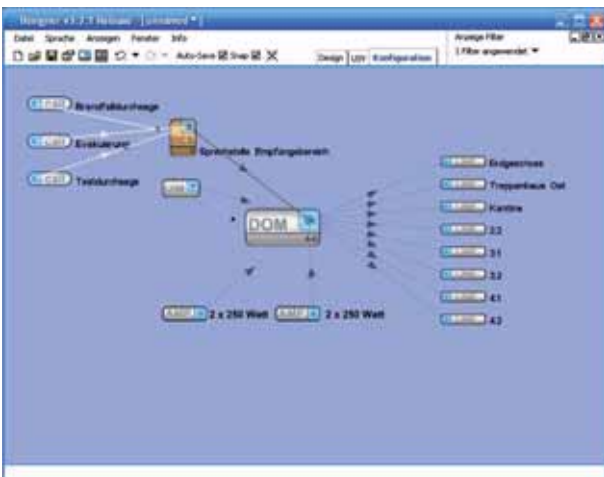


Abb.: Programmoberfläche Dimensionierung USV

2.11 Tabellen und Berechnungen

2.11.1 Leitungsdimensionierung

Alle Angaben für die Kabelquerschnittsfläche in Millimetern [mm], bezogen auf einen Spannungsverlust von max. 10%.

Über den Relaiskontakt eines Digitalen-Output-Modules (DOM) können max. 500 W geschaltet werden.

Z Ohm	100V		Entfernung/Abstand [m]									
	Watt	AMP	5	10	20	30	40	50	100	150	200	
1600	6	0,06	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
840	12	0,12	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
420	24	0,24	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
335	30	0,30	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
250	40	0,40	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5
200	50	0,50	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,75
125	80	0,80	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,75
100	100	1,00	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,75
80	125	1,25	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,75	0,75
65	150	1,54	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,75	1,0
50	200	2,00	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,75	1,0	1,5
40	250	2,50	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0
32	300	3,13	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,75	1,5	2,5	2,5	2,5
25	400	4,00	0,3	0,3	0,3	0,5	0,75	1,0	1,5	2,0	2,5	2,5

Z Ohm	100V		Entfernung/Abstand [m]									
	Watt	AMP	250	300	400	500	600	700	800	900	1000	
1600	6	0,06	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
840	12	0,12	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,5
420	24	0,24	0,3	0,3	0,5	0,5	0,5	0,75	1,0	1,0	1,5	1,5
335	30	0,30	0,3	0,3	0,5	0,75	0,75	1,0	1,0	1,5	1,5	1,5
250	40	0,40	0,5	0,5	0,75	0,75	1,0	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5
200	50	0,50	0,75	0,75	0,75	1,0	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
125	80	0,80	0,75	1,0	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0
100	100	1,00	1,0	1,5	1,5	2,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0
80	125	1,25	1,0	1,5	2,0	2,5	4,0	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0
65	150	1,54	1,5	1,5	2,5	2,5	4,0	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0
50	200	2,00	2,0	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0			
40	250	2,50	2,5	4,0	4,0	6,0	6,0	6,0				
32	300	3,13	2,5	4,0	4,0	6,0						
25	400	4,00	4,0	6,0	6,0	6,0						

2.11.2 Berechnung der erforderlichen Akkukapazität

Für die unterbrechnungsfreie Notstromversorgung der SAA durch Akkumulatoren muss die erforderliche Batteriekapazität bestimmt werden.

Hierzu ist im betriebsbereiten und dem tatsächlichen Ausbau der SAA erforderliche Notstrom zu messen.

Beispiel:

Notstromüberbrückungszeit = 30 Stunden
Gemessener Ruhestrom = 0,3 A

$$\text{Kapazität}_{\text{Ruhe}} = I_{\text{Ruhe}} \cdot 0,3 \text{ A} \times 30 \text{ h} = 9 \text{ Ah}$$

Zu diesem errechneten Kapazitätswert für den „normalen“ Betrieb im Ruhezustand der SAA muss die, für den Notfall (Alarmierungsfall) erforderliche Akkukapazität addiert werden. Diese Akkukapazität ist so auszulegen, dass innerhalb der hier im Beispiel geforderten Notstromüberbrückungszeit, der erforderliche Alarmstrom für 30 Minuten (0,5 Stunden) zur Verfügung steht. Der Alarmstrom liegt, abhängig von dem Umfang der Ansteuerung und dem Anlagenausbau erheblich über dem Ruhestromwert. Hier in diesem Beispiel wird ein gemessener Alarmstrom von 20 A angenommen.

$$\text{Kapazität}_{\text{Alarm}} = I_{\text{Alarm}} \cdot 20 \text{ A} \times 0,5 \text{ h} = 10 \text{ Ah}$$

Die erforderliche Akkukapazität für dieses Beispiel beträgt 19 Ah.

Zur endgültigen Festlegung der Akkukapazität sind auch normative Anforderungen z.B. für die Ladezeit der Akkumulatoren zu berücksichtigen (siehe Kapitel „Notstromversorgung“).

Es dürfen nur zugelassene und vom Hersteller der SAA bzw. Brandmelderanlage Akkumulatoren eingesetzt werden.

Unabhängige Stromversorgung (USV)

Die USV muss so ausgelegt sein, dass der erforderliche Strom (bzw. Leistung) für den Betrieb der SAA in der Notstromüberbrückungszeit gewährleistet ist.

Temperatur in °C	täglicher Kapazitätsverlust in %
18	0,0108
19	0,0120
20	0,0130
21	0,0139
22	0,0148
23	0,0156
24	0,0166
25	0,0177
26	0,0189
27	0,0204
28	0,0220
29	0,0239
30	0,0261
31	0,0286
32	0,0314
33	0,0345
34	0,0381
35	0,0421
36	0,0466
37	0,0517
38	0,0575
39	0,0639
40	0,0713
41	0,0797
42	0,0891
43	0,0999
44	0,1122
45	0,1261
46	0,1421
47	0,1602
348	0,1808
49	0,2043
50	0,2309

Zulassungen des Systems Variodyn® D1

EN 54 - 16

CPD-Nummer: 0786-CPD-20997

VdS-Zulassung

VdS-Nummer: G210122

Novar GmbH a Honeywell Company
Dieselstraße 2, D-41469 Neuss
Tel.: +49 21 37 17-0 (Verwaltung)
Tel.: +49 21 37 17-600 (Kundenbetreuungszentrum)
Fax: +49 21 37 17-286
Internet: www.esser-systems.de
E-Mail: info@esser-systems.de

Honeywell Life Safety Austria GmbH
Lemböckgasse 149a, A-1230 Wien
Tel.: +43 1 600-60-30
Fax: +43 1 600-60-30-900
Internet: www.hls-austria.com
E-Mail: hls-austria@honeywell.com

ESSER
by Honeywell