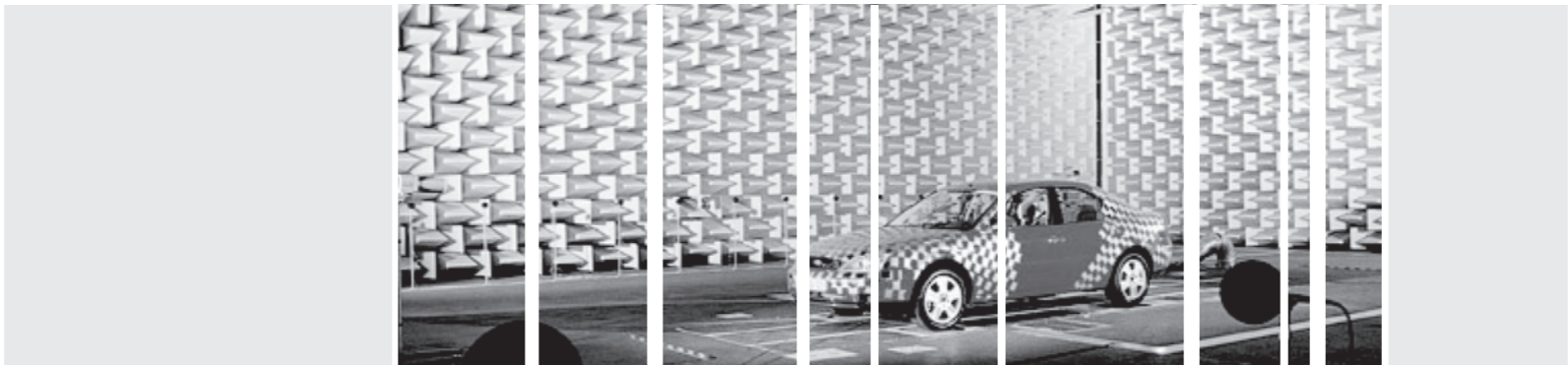


Kapolnek GmbH Schallmessräume / Anechoic Rooms



## Die Kapolnek GmbH – Fachkompetenz in Akustik

Gegründet 1982 in Stuttgart gehört die Kapolnek GmbH heute zu den führenden Unternehmen für die Planung und Ausführung von

- reflexionsarmen Schallmessräumen
- Hallräumen
- schalldämmenden Türen, Toren und Fenstern
- technischen Schalldämpfern
- schalldämmenden Hauben und
- Schwingungsisolierungen.

In enger Zusammenarbeit mit dem vor mehr als 35 Jahren gegründeten Ingenieurbüro IPK bieten wir unseren Kunden kompetente Beratung, Planung und Ausführung – alles aus einer Hand!

Unsere Produkte werden im hauseigenen Labor ständig weiterentwickelt und hinsichtlich ihrer technischen und akustischen Eigenschaften überprüft. Die hierfür erforderlichen Einrichtungen sind vorhanden:

- Berechnung und Überprüfung technischer Schalldämpfer
- Untersuchung von schallabsorbierendem Material im KUNDT'schen Rohr gemäß ISO 52215
- Bestimmung des Schallabsorptionsgrades gemäß ISO 354 (DIN EN 20354)
- Messung der Schalldämmung von Bauteilen im Prüfstand gemäß ISO 52210
- Raumakustische Simulationssoftware zur planerischen Unterstützung von akustisch anspruchsvollen Räumen

Außerdem stehen uns modernste Messgeräte für Raumabnahmemessungen von (semi-) reflexionsarmen Räumen nach ISO 3745 / DIN 45635 zur Verfügung. Messungen von akustischen Raumparametern, wie z.B. Nachhallzeitbestimmung gemäß ISO 3382 können ebenfalls durchgeführt werden.

Die Kapolnek GmbH kann auf einen Erfahrungsschatz von mehr als 20 Jahren und ein Team aus gut ausgebildeten Ingenieuren zurückgreifen. Damit bieten wir unseren Kunden höchste Qualität, die den modernen Ansprüchen an Forschungs- und Entwicklungsaufgaben gerecht wird.

## Kapolnek GmbH – Competence in Acoustics

Established in 1982 in Stuttgart, Germany, the Kapolnek GmbH has built on its success in becoming one of the leading suppliers of

- anechoic test rooms
- reverberation chambers
- acoustic and multi-purpose test rooms
- audiometric and listening rooms
- sound retardant doors, gates and windows
- industrial silencers
- engine capsulation, and
- vibration isolation systems.

In cooperation with the consulting engineers of IPK we are able to provide the full range of acoustic services: consultancy, design, engineering, manufacturing, and installation – all from one source!

To ensure a close contact between development and production we are able to conduct the respective measurements in our in-house laboratory:

- Dimensioning and checking of industrial silencers
- Examination of sound absorbing material in the KUNDT tube according to ISO 52215
- Measurement of the sound absorption coefficient of acoustical materials according to ISO 354 (DIN EN 20354)
- Determination of the sound insulation in accordance with DIN 52210.

In addition, we have the measurement equipment to conduct room acceptance tests for (hemi-) anechoic chambers according to ISO 3745 / DIN 45635 and determine room acoustic parameters, e.g. reverberation time measurements according to ISO 3382.

We offer highest standard of quality for an affordable price with superior results guaranteed. With more than 20 years of sound experience and our well-skilled engineers, we can meet any needs of modern acoustic engineering.

# Schallmessräume

Lärm ist unerwünschter, störender oder gar gesundheitsschädlicher Schall. Neben der Entwicklung lärmarmen Produkte, rückt heutzutage die Schaffung einer hohen "akustischen Qualität" in den Mittelpunkt der Forschung. Schallemissionen technischer Produkte, z.B. Haushaltsgeräte oder der charakteristische Sound eines Fahrzeugs sind heute ein nicht zu unterschätzendes Verkaufsargument geworden.

Moderne Schallmessräume bieten die Möglichkeit, reproduzierbare Messdaten unabhängig von Störgeräuschen, Raumeinflüssen oder meteorologischen Bedingungen zu erhalten. Damit schaffen sie eine optimale Umgebung für Forschungs- und Entwicklungsaufgaben oder Qualitätssicherung.

Die Kapolnek GmbH hat weltweit bereits über 250 dieser Schallmessräume erfolgreich beraten, geplant und ausgeführt. Von dieser langjährigen Erfahrung profitieren Universitäten und Forschungseinrichtungen, sowie führende Unternehmen aus den unterschiedlichsten Bereichen wie z.B. Automobilhersteller und deren Zulieferer, Haushaltsgerätehersteller, Unternehmen aus der Elektronikbranche, Medienunternehmen usw.

Unser Portfolio umfasst den Entwurf und die Ausführung folgender Messräume:

- (semi-) reflexionsarme Schallmessräume (Freifeldräume) gemäß DIN 45635, Teil 1 bzw. ISO 3745 (precision method)
- Hallräume zur Schallleistungsbestimmung nach ISO 3741 oder Schallabsorptionsmessungen nach ISO 354
- Hör- und Audiometrieräume
- Ton- und Fernsehstudios
- Aeroakustische Windkanäle
- Akustische Prüfstände und Mehrzwecktesträume

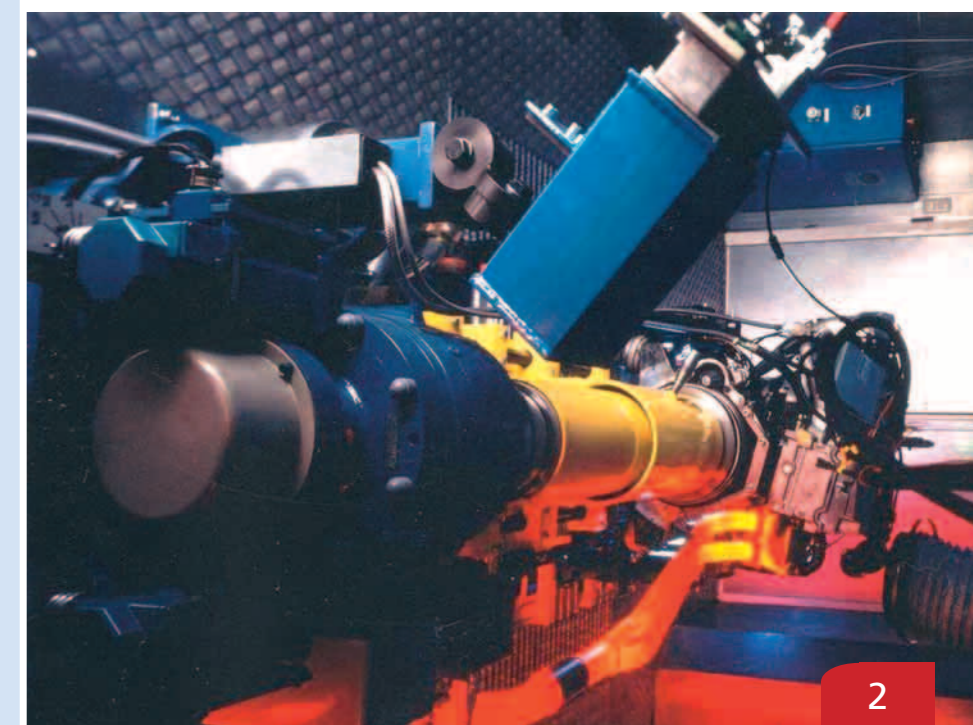
Noise is unwanted, disturbing or harmful sound. Besides the development of quiet products to protect people against noise, acoustic research has shifted the focus into another task: the creation of a high "acoustic quality". Sound emissions of technical products e.g. household appliances or the characteristic sound of a car are an important sales argument.

Modern acoustic test facilities offer a suitable environment to conduct acoustic research and product development by obtaining reproducible data independent on ambient noise or meteorological conditions.

The Kapolnek GmbH already successfully consulted, designed, and executed more than 250 acoustic test facilities worldwide. From our experience and knowledge profit universities and research institutes as well as market leaders in all fields of business, e.g. automotive manufacturers and their suppliers, manufacturers of household appliances, electronics, media companies, and many others.

Our portfolio includes the design and execution of the following test facilities:

- (hemi-) anechoic rooms (free-field rooms) according to DIN 45635, part 1 and ISO 3745 (precision method) respectively
- reverberation chambers to determine sound power levels in accordance with ISO 3741 or sound absorption measurements according to ISO 354
- audiometric rooms and listening studios
- wind tunnels to determine aerodynamic and aeroacoustic phenomena to which vehicles are subjected
- acoustic and multi-purpose test rooms



# Reflexionsarme Räume

Reflexionsarme Räume schaffen eine Messumgebung mit so genannten "Freifeldbedingungen". Ein Freifeld stellt einen theoretisch unbegrenzten Raum dar, in dem es nicht zu Reflexionen bzw. Echos kommt. Die Raumbegrenzungsflächen eines solchen Raumes sind mit speziellem schallabsorbierendem Material ausgekleidet. Damit lassen sich Freifeldbedingungen, d.h. eine Pegelabnahme von nahezu 6 dB pro Abstandsverdopplung, innerhalb des Raumes erreichen. Eine Übereinstimmung mit den Freifeldbedingungen stellt hohe Anforderungen an das schallabsorbierende Material. Mehr als 99% des einfallenden Schalls muss oberhalb einer definierten Grenzfrequenz absorbiert werden.

Reflexionsarme Testräume benötigen eine sorgfältige und umfassende Planung, die genau auf die spätere Nutzung des Raumes abgestimmt ist. Einfache Standardlösungen kann es dabei nicht geben. Die Kapolnek GmbH bietet Ihnen eine fachgerechte Beratung für ihr spezielles Aufgabengebiet.

Um das Ziel optimaler Forschungsräume für die jeweilige kundenspezifische Messaufgabe zu erreichen, verwenden wir eine Auswahl an verschiedenen Absorbenttypen und Materialien:

- poröse Absorber als Keil- oder Würfelsystem
- kombinierte Absorptions-Resonanz Systeme

Beide Systeme können mit unterschiedlichem Material aufgebaut werden:

- Mineralfasermaterial, hoch schallabsorbierend, nicht gesundheitsschädlich (KI  $\geq$  40 nach TRGS 905) und nicht brennbar A2 gemäß DIN 4102, versehen mit einem akustisch transparenten Rieselschutz
- technischer Schaumstoff, schwer entflammbar B1 oder B2 gemäß DIN 4102

Freifeldräume sind mit einem begehbaren oder befahrbar Gitterrost oder einem Netz aus Stahlseilen in Kombination mit einem feinmaschigen Fangnetz ausgestattet.

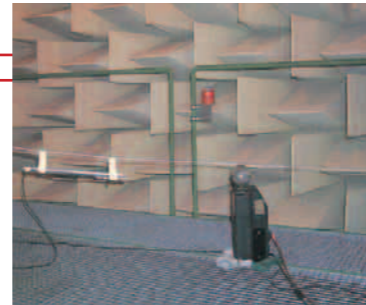


Reflexionsarmer Schallmessraum (Würfelsystem) mit befahrbarem Gitterrost, untere Grenzfrequenz  $f_0 = 50\text{Hz}$

Anechoic Room (cube system) with accessible grating, lower cut-off frequency  $f_0 = 50\text{Hz}$

Reflexionsarmer Raum zur Prüfung von Lautsprechern und Komponenten

Anechoic Room with an accessible grating



Anechoic rooms, such as hemi-anechoic rooms, or fully anechoic rooms are created to simulate what is called a *free field*. A free field is the representation of a theoretical infinite space, in which no sound wave reflections, or echoes, take place. The boundaries of anechoic rooms are lined with sound absorbent material in order to achieve free-field conditions (6 dB reduction in sound pressure level per doubling of distance = inverse square law). Compliance with free-field condition makes high demands on the acoustic lining: it must yield absorption coefficients of more than 99% above a certain lower cut-off frequency. Fully anechoic rooms are featured with accessible gratings or steel cable nets with a fine meshed catch net underneath.

Anechoic test rooms require thorough and comprehensive planning which is well coordinated with the utilisation of the room. Since duplicates or standard rooms do not exist, we design tailor-made facilities that deliver the performance our customers need!

In order to achieve this goal, the Kapolnek GmbH uses a variety of absorber types and absorbent material:

- porous absorbers: wedge or cube system
- combined absorption-resonance system

Both systems can be implemented using

- mineral fibre material, highly sound absorptive, non-hazardous (KI  $\geq$  40 according to TRGS 905), non-flammable A2 according to DIN 4102, including an acoustic transparent cover as trickle protection
- technical foam, hardly flammable B1 or B2 according to DIN 4102

Type of test room	1/3 octave band [Hz]	Deviation [dB]
Anechoic	$\leq 630$	$\pm 1.5$
	800 - 5.000	$\pm 1.0$
	$\geq 6.300$	$\pm 1.5$
Hemi-anechoic	$\leq 630$	$\pm 2.5$
	800 - 5.000	$\pm 2.0$
	6.300	$\pm 3.0$

Maximum allowable deviation from inverse square law according to ISO 3745

# Anechoic Rooms

## PK wedge type system – high fidelity guaranteed!

Most of the renowned research facilities worldwide appreciate the advantages of an absorbent wedge type lining system due to its high fidelity. The special shape of the wedge absorbers offers a good impedance match and low reflection combined with the advantages of a large absorbing surface. If you have to deal with narrow band or even sine sources, the wedge type lining is the only way to ensure sufficient absorption over a wide frequency range. After years of intensive research and development, the required lining depth of modern wedge type systems is much lower than demanded by the traditional  $\lambda/4$  rule of thumb.

In addition to theoretical design layout of anechoic chambers, the Kapolnek GmbH regularly carries out measurements in the KUNDT tube, which allows PK anechoic rooms stand out for their high fidelity and best possible approach to free-field conditions allowing even lower deviations from the inverse square law than stated in ISO 3745.



## Das PK Keilsystem – höchste Genauigkeit garantiert!

Die spezielle Form der schallabsorbierenden Keile bietet auftretendem Schall eine ideale Impedanzanpassung in Kombination mit einer großen Absorptionsfläche. Speziell beim Messen von Schallquellen, die schmalbandige Geräusche oder gar Sinustöne emittieren, bietet einzig das Keilsystem ausreichende Absorptionseigenschaften über einen weiten Frequenzbereich um Freifeldbedingungen zu ermöglichen. Es verwenden heutzutage fast alle renommierten Forschungseinrichtungen ein schallabsorbierendes Keilsystem – für garantiert höchste Genauigkeit!

Poröse Absorber bieten nach jahrzehntelanger Forschung bestmögliche Absorption bis hin zu sehr tiefen Frequenzen. So kann heute eine definierte untere Grenzfrequenz mit einer sehr viel geringeren Auskleidungstiefe erreicht werden, als dies das  $\lambda/4$ -Kriterium vorgibt.

Die Kapolnek GmbH führt zusätzlich zu theoretischen Berechnungen auch regelmäßig Untersuchungen im KUNDT'schen Rohr durch. Daher zeichnen sich reflexionsarme Räume mit der PK Keilaukleidung durch bestmögliche Angleichungen an tatsächliche Freifeldbedingungen aus – mit größtenteils sehr viel geringeren Abweichungen als in der ISO 3745 bzw. DIN 45635 gefordert.



Semi-reflexionsarmer Schallmessraum mit Keilsystem, Entwicklungsstand um 1970.

Anechoic test chamber for vehicle noise testing. Wedge type system around 1970



Moderner Freifeldraum zur Bestimmung der Vorbeifahrtgeräusche eines Pkw mit neu entwickeltem Keilsystem.

Modern test room for vehicle pass-by noise testing lined with a new developed wedge type system.

Semi-reflexionsarme Räume (Halbfreifeldräume) schaffen Freifeldbedingungen über einer reflektierenden Ebene (meist der Boden). Für Messungen in einem semi-reflexionsarmen Raum sollte die reflektierende Ebene aus einer harten, glatten Fläche bestehen, die bei senkrechtem Schalleinfall im interessierenden Frequenzbereich einen Absorptionsgrad von 0,06 nicht überschreitet.

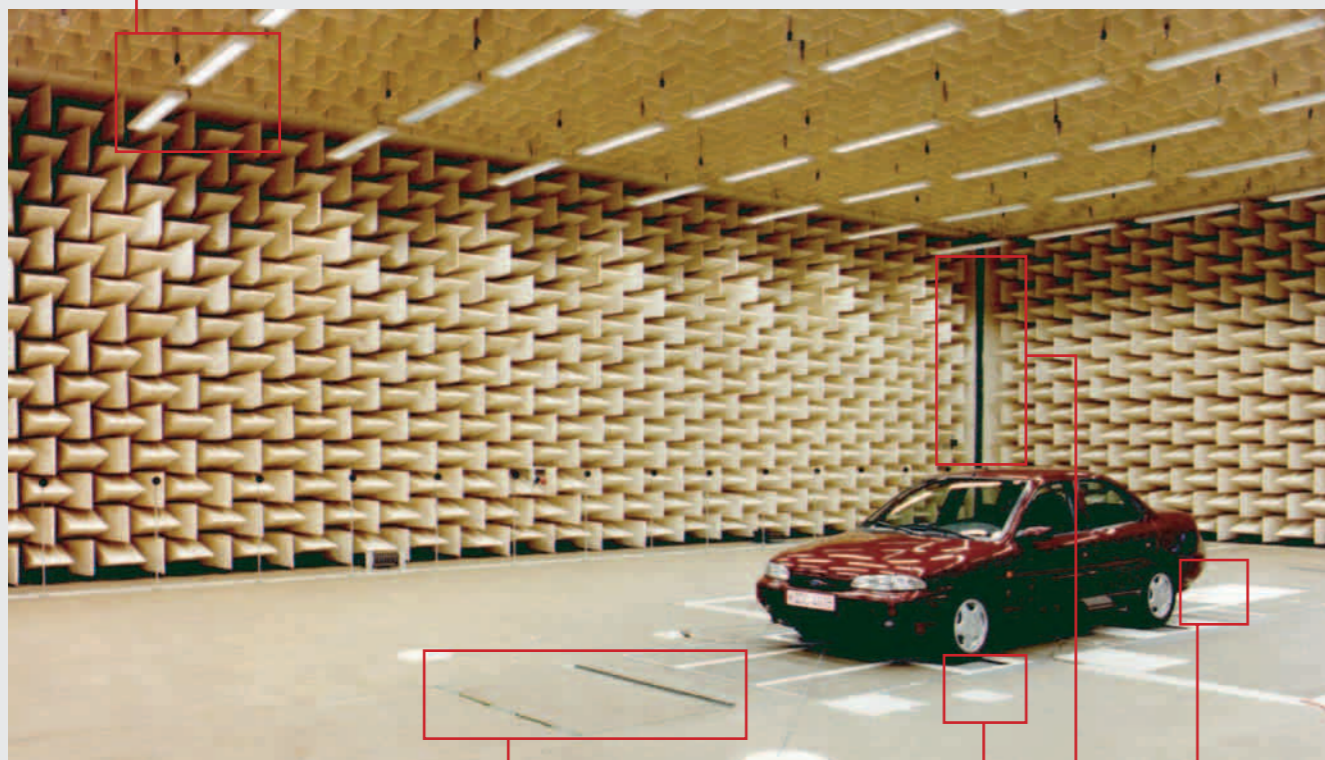
Semi-reflexionsarme Räume werden in der Regel dort gewählt, wo auch in der Praxis ein schallharter Boden gegeben ist, so z.B. bei Untersuchungen von Haushaltsgeräten, Maschinen, Aggregaten sowie bei Kraft- und Schienenfahrzeugen.

Hemi-anechoic test rooms provide an environment with free field conditions over a reflecting plane. For measurements in a hemi-anechoic room, the reflecting plane should consist of a hard, smooth plane whose normal incidence sound absorption coefficient should not exceed 0.06 over the frequency range of interest.



Aufbau eines kombinierten Klima- und semi-reflexionsarmen Messraumes.  
Installation of a combined climatic and hemi-anechoic test room.

reflexions- und geräuscharme Beleuchtung  
non reflecting and noiseless lighting system



Fahrzeugkühlsystem mit automatisch versenkbarer Fahrtwindklappe

Katalysatoranblasung  
catalytic converter cooling spot

Abgasabsaugung  
vehicle exhaust gas extraction

Düsen zur Raumbelüftung  
room air-conditioning with low ambient noise level



Spezialtor mit eingebauten Keilen

Special gate with wedge lining



Semi-reflexionsarmer Messraum mit Fahrzeug-Rollprüfstand

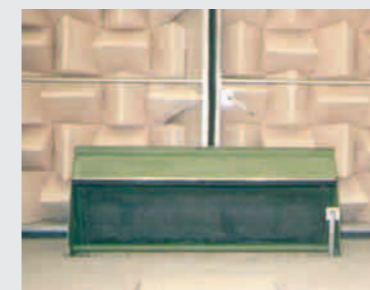
Hemi-anechoic test room with vehicle dynamometer

Für unsere Schallmessräume bieten wir zusätzlich Spezialanfertigungen für die jeweilige Messaufgabe an, z.B.

- schwingungs isolierte Lagerung
- schalldämmte Raumklimatisierung
- Hitze-/ Kältekabinen für eine Kombination aus akustischen Messungen und Materialprüfung
- komplette Fahrzeuganblasssysteme mit automatisch versenkbaren Fahrtwindklappen zur Fahrzeugkühlung
- Katalysatoranblasung und Abgasabsaugung
- schalldämmende Türen, Tore und Beobachtungsfenster
- reflexions- und geräuscharme Beleuchtung
- schalldämmende Kabel- und Leitungsdurchführungen
- akustische Messausrüstungen

In addition we offer complete equipment for acoustic test rooms, e.g.

- vibration isolated mounting of the inner room of a double walled construction (room-in-room construction)
- room air-conditioning with low ambient noise levels
- heating/cooling chambers for combined acoustic and material testing
- complete vehicle cooling system with headwind flaps
- catalytic converter cooling and exhaust gas extraction
- sound retardant and fire resistant doors, gates and windows
- non reflecting and noiseless lighting system
- sound insulating cable sleeves



automatisch versenkbare Fahrtwindklappe

automatic headwind flap



spezielle schalldämmende Tür einer semi-reflexionsarmen Messkabine

special sound retardant door for a hemi-anechoic test chamber

Wo immer aus Platzgründen der Einsatz eines schallabsorbierenden Keilsystems nicht möglich ist, bietet das kombinierte PK Absorptions-Resonanz System (CAR-System) eine geeignete Lösung. Dieses System bietet eine enorme Raumersparnis: so können mit einer Auskleidungstiefe von nur 300mm untere Grenzfrequenzen von weniger als 50Hz innerhalb der erlaubten Toleranzen nach ISO 3745 erreicht werden. Abhängig von der Raumgröße sind sogar untere Grenzfrequenzen von 30 Hz im akustischen Nahfeld möglich.

Unser CAR-System besteht aus einem speziell abgestimmten Resonator, der in poröses, schallabsorbierendes Material (Mineralfaser A2 oder technischer Schaumstoff B1) integriert ist. Der Resonator übernimmt die Absorption der tiefen Frequenzen wohingegen der poröse Absorber im mittleren und hohen Frequenzbereich wirksam ist. Eine breitbandige Abstimmung des Resonators garantiert eine gleichmäßige Absorptionswirkung im gesamten Raum. Das System ist in ein stabiles Gehäuse aus Lochblech integriert, das je nach Kundenwunsch in verschiedenen Farben lackiert oder pulverbeschichtet werden kann.

Whenever lack of space does not allow the appliance of an absorbing wedge type system or exposure to dirt and contact damage may occur, the PK Combined Absorption-Resonance-System (CAR-System) offers a suitable solution. The PK CAR system offers huge benefits in terms of space as with a lining depth usually not exceeding 300mm, lower cut-off frequencies even below 50Hz within maximum allowable deviations according to ISO 3745 can be achieved. Depending on the room size even measurements down to 30Hz within the acoustic nearfield can be conducted.

The structure consists of a carefully engineered resonator inserted in porous absorbing material (technical foam or mineral fibre material, fire class B1 and A2 respectively). Absorption at low frequencies is done by the resonator whereas the porous material bears the medium and high frequency range. A wideband tuning of the resonator enables an acoustical performance which is evenly distributed over the whole room. The system is integrated into a robust perforated sheet metal casing which protects the absorber and can be painted or powder-coated according to customer specification.

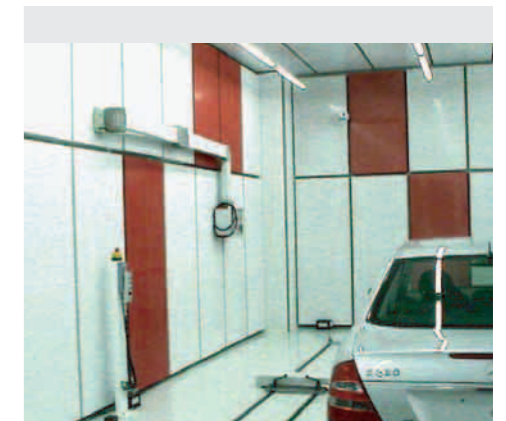


Semi-reflexionsarmer Raum mit Rollprüfstand für Forschungsaufgaben einer Universität, CAR-System,  $f_0 = 40\text{Hz}$

Anechoic room for research work at a university, lined with the CAR-system,  $f_0 = 40\text{Hz}$

Eine präzise Abstimmung der einzelnen Komponenten des CAR-Systems ermöglicht die Ausführung reflexionsarmer oder semi-reflexionsarmer Testräume in Übereinstimmung mit ISO 3745. Falls mit Schallquellen, die hauptsächlich schmalbandige Geräusche oder sogar Sinustöne emittieren zu rechnen ist, sollte jedoch eine Keil- oder Würfelauskleidung vorgezogen werden. Die Entscheidung über die passende Auskleidung sollte sich in jedem Fall nach der Messaufgabe richten.

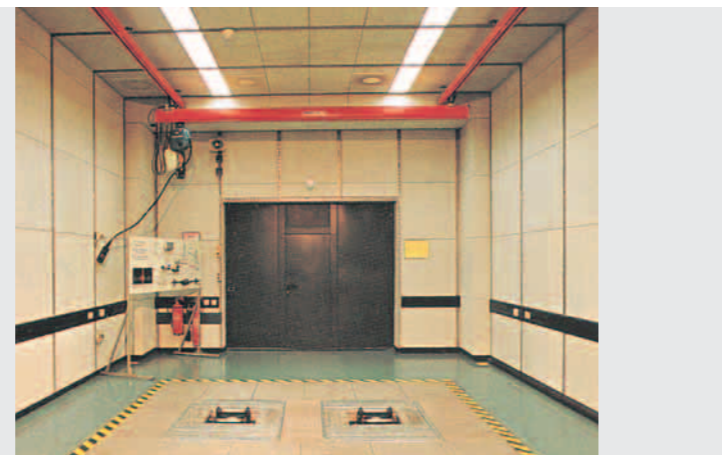
Precise adaptation of the single components allows the creation of anechoic or hemi-anechoic test rooms in conformance with ISO 3745. In case that the room is to be used for measurements of sources that predominantly radiate pure tones, the appliance of the CAR system might not be suitable and a wedge or cube system should be chosen. The type of acoustic lining should always depend on the utilisation of the room.



schwenkbarer Arm für Messkabel mit Tableau  
swivel arm for measurement cables and indicator board



Automatisch versenkbare schallabsorbierende Umlenkklappe zur Kühlung des Fahrzeugs  
Automatic adjustable head wind flap for vehicle cooling



Aeroakustische Windkanäle bieten die Möglichkeit, aerodynamische und aeroakustische Phänomene bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten aufzuzeigen, um Fahrzeuge hinsichtlich Sicherheit, Komfort und Kraftstoffverbrauch zu optimieren. Derartige Räume sollen den strömungstechnischen Anforderungen gerecht werden und einen niedrigen Störgeräuschpegel besitzen, um korrekte Messergebnisse zu erhalten.

Um einen möglichst geringen Störschallpegel im Bereich des Windkanalplenums zu erreichen, müssen alle Systeme und Komponenten strömungstechnisch und akustisch optimiert werden.

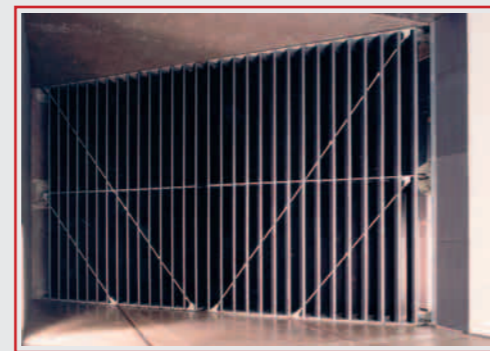
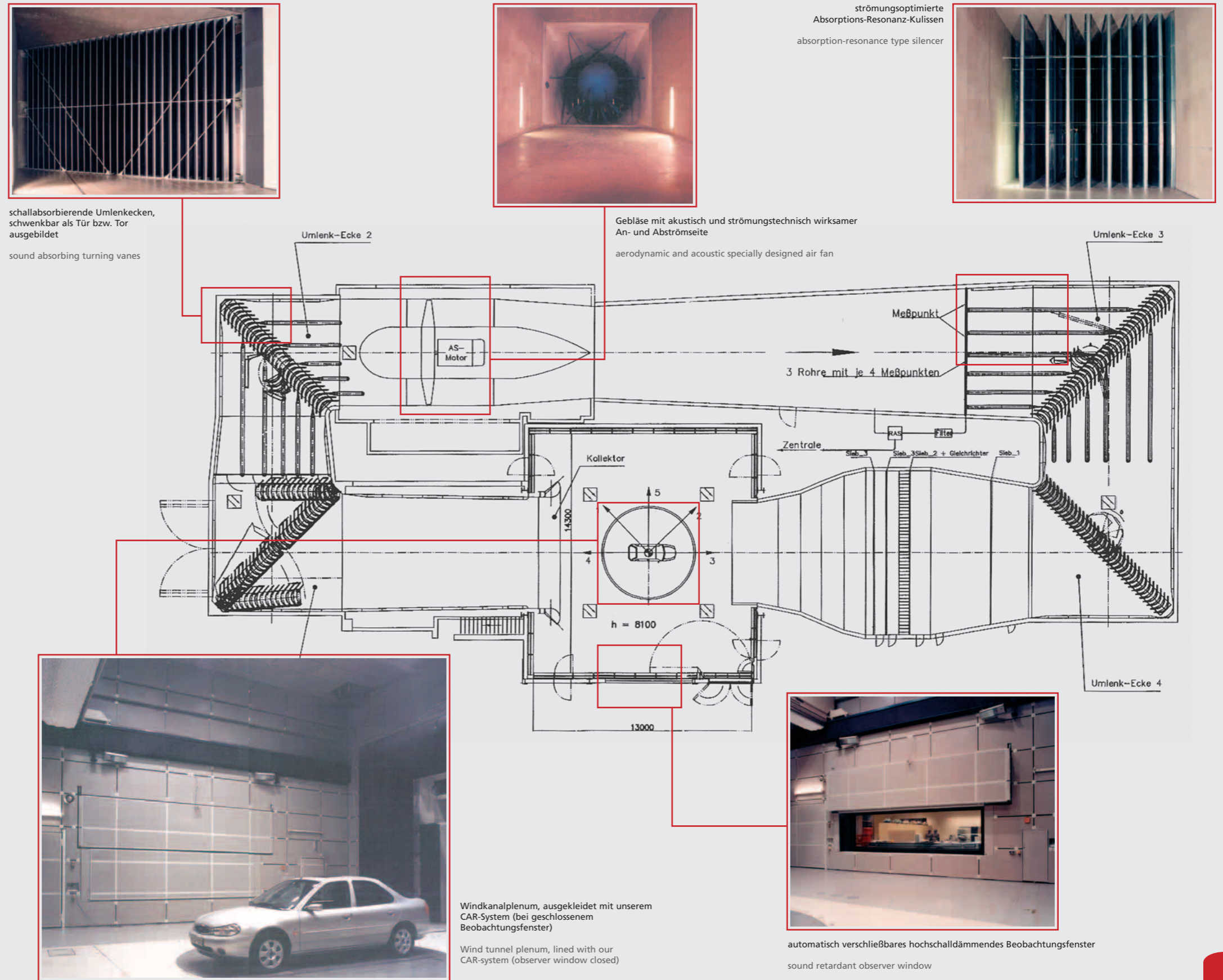
Wir bieten je nach Anforderung an die Genauigkeit unser CAR-System oder ein lochblechverkleidetes Keilsystem an.

Wind tunnels reproduce the various aerodynamic and aeroacoustic phenomena which vehicles are subjected to, offering modern, effective testing resources to help engineers cut fuel consumption and improve safety.

While advanced design processes can anticipate a large proportion of aerodynamic performance, it is still crucial to assess a vehicle in the wind tunnel. Many elements of a vehicle's form only reveal their behaviour in air flow when carefully tested and cannot be anticipated on computer.

Aeroacoustic wind tunnels provide uniform wind conditions, similar to pure aerodynamic wind tunnels except that the background noise levels are reduced in order for the wind noise to be correctly measured without contamination.

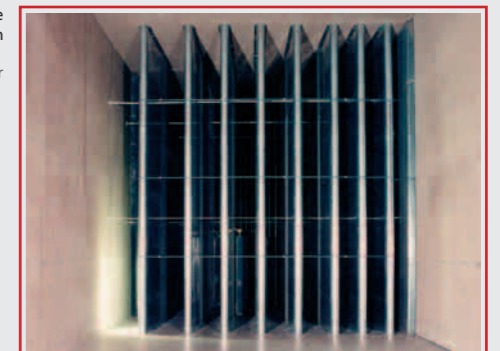
Major noise sources like the air fan should be powerful and quiet at the same time. The open jet stream in the test section can create an even higher noise level so a carefully design must combine a sufficient aerodynamic situation with an excellent acoustic performance. In order to achieve free-field conditions, both our PK CAR-System and the PK wedge type system can be applied.



schallabsorbierende Umlenkecken, schwenkbar als Tür bzw. Tor ausgebildet  
sound absorbing turning vanes



Gebläse mit akustisch und strömungstechnisch wirksamer An- und Abströmseite  
aerodynamic and acoustic specially designed air fan



strömungsoptimierte Absorptions-Resonanz-Kulissen  
absorption-resonance type silencer

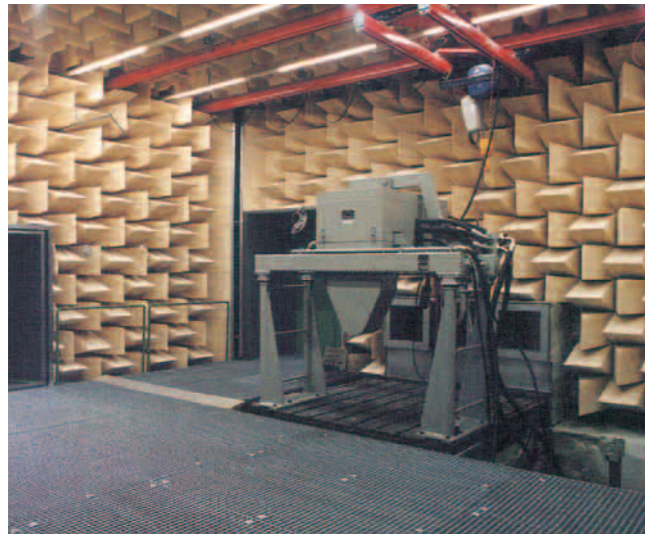


Windkanalplenum, ausgekleidet mit unserem CAR-System (bei geschlossenem Beobachtungsfenster)

Wind tunnel plenum, lined with our CAR-system (observer window closed)

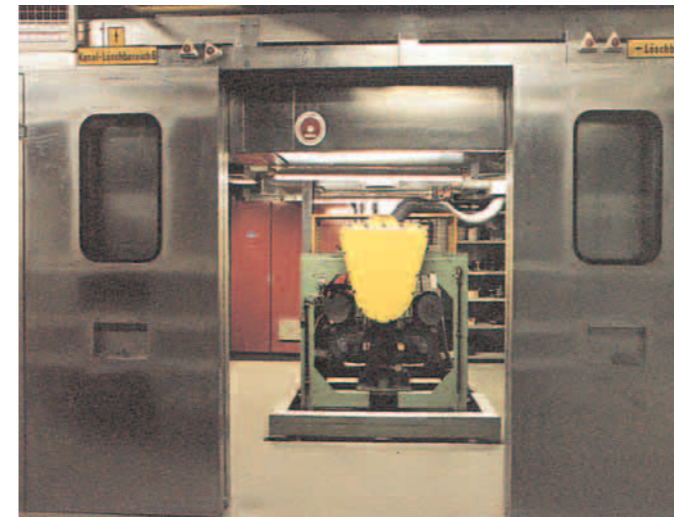


automatisch verschließbares hochschalldämmendes Beobachtungsfenster  
sound retardant observer window



reflexionsarmer Schallmessraum für Auspuffuntersuchungen  
anechoic test room for exhaust noise measurements

Der Bedarf an leiseren und komfortableren Produkten nimmt ständig zu. Akustische Prüfstände bieten nicht nur die Möglichkeit einer Zeitersparnis im Vergleich zu aufwändigen in-situ Messungen, sondern liefern auch nachvollziehbare und reproduzierbare Messergebnisse. Werden diese Räume als Hitze- oder Kältekammer ausgeführt, können sie gleichzeitig der Qualitätssicherung oder Produktoptimierung dienen. Viele Automobilhersteller nutzen ihre Prüfstände sowohl zum Testen von Antrieb und Bremsen, als auch für die Schall- und Schwingungsanalyse (NVH Tests).



Kleinaggregateprüfstand  
aggregate test stand



schalldämmende Prüfstandstore mit hoher Dämmung  
sound retardant test stand gates with high attenuation

The demand for quieter, more comfortable technical products constantly increases. Acoustic test stands not only save time (i.e. time-consuming in-situ noise tests) but they help to further improve the quality. Test stand measurements offer a reproducible results and objective measurable values. Acoustic emission tests can often be combined with conditioning, aging and durability. Automotive manufacturers use their test stands for both testing of braking and driving manoeuvres and for the checking of the acoustics (NVH tests). The noise inside and outside the vehicle is checked in order to localise abnormal noise.



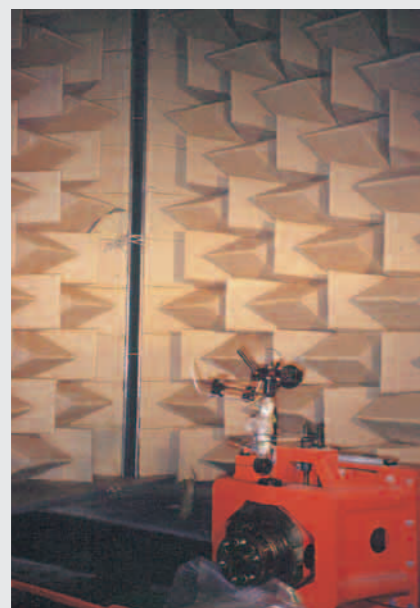
Motorprüfstand in Containerbauweise  
Engine test stand as container construction

Die Kapolnek GmbH hat bereits eine große Anzahl verschiedenster Prüfstände beraten, geplant und ausgeführt, darunter

- Motorprüfstände
- Auspuffprüfstände
- Getriebeprüfstände
- Prüfräume für Haushaltsgeräte
- Rollprüfstände für NVH Tests
- Prüfstände zur Modalanalyse
- Klimakammern
- Reifenprüfstände
- verschiedenste Prüfstände für spezielle Anforderungen



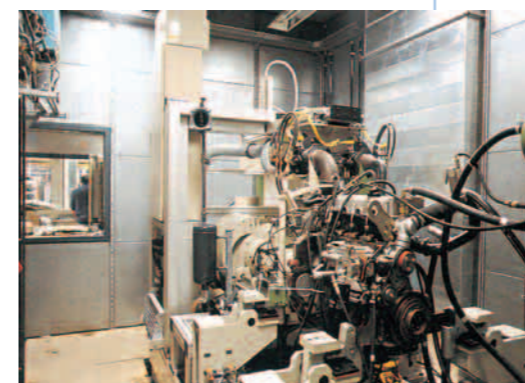
schalldämmende Schiebetüren für Aggregateprüfstände  
sound retardant sliding door for aggregate test stands



Reifenprüfstand  
tyre noise test stand



Prüfstand mit schalldämmendem Beobachtungsfenster  
Test stand with sound retardant observer window



Motorprüfstand  
engine test stand

The Kapolnek GmbH already designed, consulted, and executed a large number of acoustic and multi-purpose test facilities including:

- acoustic testing of automotive exhaust system
- motor test stands
- powertrain test stands
- test rooms for household appliances
- NVH dynamometer test stands
- modal testing
- climatic chambers
- tyre test stands
- miscellaneous tailor-made test rooms

## Hallräume

Hallräume dienen der Bestimmung der Schallleistung technischer Schallquellen (ISO 3741) oder des Absorptionskoeffizienten nach ISO 354. Die Raumbegrenzungsflächen eines Hallraums sind schallhart ausgeführt, um eine Schallabsorption zu vermeiden und lange Nachhallzeiten zu ermöglichen. Die Wände des Hallraums werden häufig nichtparallel ausgeführt, um das Auftreten stehender Wellen oder Flatterechos zu vermeiden. Zusätzlich werden Reflektoren im Raum angeordnet, um ein möglichst gleichmäßig verteiltes, diffuses Schallfeld zu erzeugen. Spezielle schalldämmende Türen verhindern einen Schalldurchgang auch bei tiefen Frequenzen und müssen resonanzfrei sein. Die Größe eines Hallraums hängt maßgeblich von der erforderlichen Genauigkeit, der oberen und unteren Grenzfrequenz sowie der Größe des Messobjekts ab. Um die Einleitung von Luft- und Körperschall zu vermeiden und einen möglichst geringen Störschallpegel garantieren zu können, ist eine Raum-in-Raum Bauweise notwendig. Falls benötigt, können PK Hallräume für die Untersuchung von Lüftungs- und Klimageräten auch druckdicht ausgeführt werden.

Reverberation chambers are designed to determine the sound power of noise sources (ISO 3741) or the sound absorption coefficient (ISO 354). In order to determine the sound insulation of components a transmitting and a receiving chamber are required and the test specimens are installed in an opening between them. The room surfaces of reverberation chambers are reflective in order to avoid any sound absorption and to enable a long reverberation time. Nonparallel walls serve to better distribute the geometry-based room modes for the lower frequencies of the sonic spectrum and prevent the appearance of flutter echoes. Additionally, sound reflectors are installed to create a uniformly distributed diffuse sound field. Special high attenuation doors are required to ensure a low sound transmission and avoid resonances at low frequencies. The size of reverberation chambers depends on the required class of accuracy, the upper and lower cut-off frequency and the size of the measurement object. A room-in-room construction is necessary to isolate the reverberation chamber from airborne and structure-borne noise and to enable a low background sound level. If required, PK reverberation chambers are carried out pressure-tight for ventilation and air-conditioning tests.



druckdichter Hallraum  
pressure-tight reverberation chamber



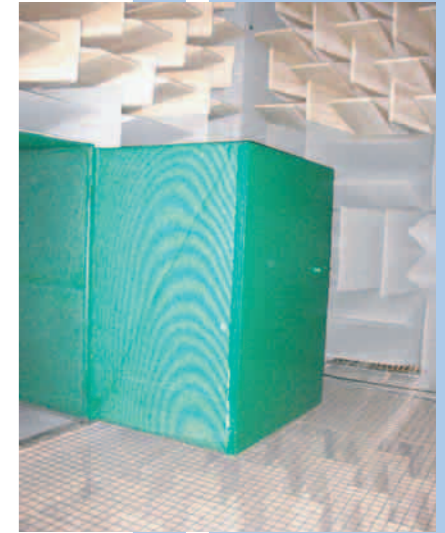
Hallraum mit Reflektoren und Strömungsmesskanal  
reverberation chamber with reflectors and flow channel



schalldämmendes 2-flügliges Tor,  $R_{WV} = 50\text{dB}$   
sound retardant double-winged gate,  $R_{WV} = 50\text{dB}$

Unsere Türen werden speziell nach den Anforderungen unserer Kunden gefertigt und bieten eine hohe Schalldämmung auch bei sehr niedrigen Frequenzen. Dies macht sie zur optimalen Lösung beim Einsatz in Testräumen, Prüfständen und vielen anderen industriellen und kommerziellen Einsatzbereichen. Ein schalldämmendes Tür oder Torsystem besteht aus der Tür oder dem Tor, einer Stahlzarge, kugelgelagerten Türbändern und einem speziellen Dichtungssystem. Schlösser, Oberschließer und elektromagnetische Verschlüsse können je nach Kundenwunsch vorgesehen werden. Falls erforderlich, werden PK schalldämmende Türen, Tore und Fenster auch feuerfest, in Anlehnung an T30 bzw. G30 nach ISO 4102 gefertigt.

We deliver custom sound-retardant doors with a high transmission loss especially at low frequencies, which makes them the perfect solution for acoustic test stands and many kinds of industrial and commercial application. A complete sound-retardant system includes the door, a steel frame, ball bearing door hinges, and a sealing system. Special locks, overhead closers and electric door openers can be provided according to customer specification. If required PK sound-retardant doors, gates and windows can be combined with high fire-resistance T30 and G30 following DIN 4102.



Hochschalldämmende Spezialtür eines reflexionsarmen Raumes  
special door to anechoic room with high attenuation



Schalldämmende Tür mit HF Abschirmung für Rundfunk- und Fernsehstudios,  $R_{WV} = 62\text{dB}$   
Sound retardant door with HF shielding for radio and TV studios,  $R_{WV} = 62\text{dB}$

## Hörräume

Hörräume sind ein wichtiges Mittel zur Beurteilung der akustischen Qualität technischer Produkte. So kann beispielsweise die Qualität von Lautsprechern untersucht oder die Schallemission technischer Geräte bewertet werden. Die Nachhallzeiten in Hörräumen richten sich nach der Art und Lautstärke der zu untersuchenden Objekte. PK Hörräume werden meist als Raum-in-Raum Bauweise erstellt und schwingungs isoliert gelagert. Die Wände werden mit einer speziellen Absorptionsverkleidung versehen. Zusätzlich kann ein abgehängtes Deckensystem verwendet werden.

Listening studios are used to evaluate the sound of loudspeakers or to examine certain noise patterns emitted from technical noise sources. Just as well important is the creation of a certain "acoustic quality", e.g. the characteristic sound of a car. PK listening rooms are usually built as room-in-room construction with the inner shell mounted on springs or PK vibration isolation rails. The walls are covered with a special absorbent lining and a suspended ceiling system should be applied.

## Audiometrieräume

Audiometrieräume werden zur Ermittlung der menschlichen Hörleistung, sowie zur Computer-Sprachforschung und Tierforschung eingesetzt. Die Anforderungen an diese Räume sind ähnlich wie für Hörräume und können von uns je nach Kundenwunsch ausgeführt werden.

Audiometric rooms are used for testing of the human sense of hearing. The requirements are similar to those of a listening studio and can be determined according to customer specification.



## Kapolnek GmbH Schallmessräume / Anechoic Rooms

### **Zentrale**

Kapolnek GmbH  
Waiblinger Straße 69  
70372 Stuttgart (Bad Cannstatt)  
Telefon: 0711 / 5 50 59 58 - 0  
Telefax: 0711 / 56 14 47  
E-Mail: [kapolnek@aol.com](mailto:kapolnek@aol.com)  
<http://www.kapolnek.com>

### **Ingenieurbüro Peter Kapolnek (IPK)**

Waiblinger Straße 69  
70372 Stuttgart (Bad Cannstatt)  
Telefon: 0711 / 56 79 11  
Telefax: 0711 / 56 14 47  
E-Mail: [peter.kapolnek@aol.com](mailto:peter.kapolnek@aol.com)

### **Niederlassung München**

Zanderstraße 5  
80809 München  
Telefon: 89 / 35 84 - 78 58  
Telefax: 89 / 35 84 - 78 59

### **Niederlassung Shanghai**

Kapolnek Engineering Technology  
(Shanghai) Co., Ltd.  
1702/D, 1647 Zhangyang Rd.  
Pudong, Shanghai 200135  
V.R. China  
Telefon: +86 / 21 / 68 62 03 63  
Telefax: +86 / 21 / 58 60 14 62  
E-Mail: [pkshalu@online.sh.cn](mailto:pkshalu@online.sh.cn)