

Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Dresden  
Lessingstraße 10  
01465 Dresden-Langebrück

Telefon +49(35201)725 0  
Telefax +49(35201)725 20

[www.MuellerBBM.de](http://www.MuellerBBM.de)

Dipl.-Ing. Michael Espig  
Telefon +49(35201)725 34  
[Michael.Espig@mbbm.com](mailto:Michael.Espig@mbbm.com)

04. Juli 2022  
M169500/01 Version 2 ESP/ESP

## **Grundschule Radebeul-Naundorf**

### **Raumakustische Untersuchung der Turnhalle**

**Bericht Nr. M169500/01**

Auftraggeber:	Große Kreisstadt Radebeul Pestalozzistraße 6 01445 Radebeul
Architekt:	BauEntwurf Pirna GmbH Longuyoner Straße 6 01796 Pirna
Bearbeitet von:	Dipl.-Ing. Michael Espig
Berichtsumfang:	Insgesamt 9 Seiten Text

Müller-BBM GmbH  
Niederlassung Dresden  
HRB München 86143  
USt-IdNr. DE812167190

Geschäftsführer:  
Joachim Bittner, Walter Grotz,  
Dr. Carl-Christian Hantschk,  
Dr. Alexander Ropertz,  
Stefan Schierer, Elmar Schröder

**Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>Aufgabenstellung und Grundlagen</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Bauliche Gegebenheiten</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Raumakustische Anforderung</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Bestandssituation / Messung</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Raumakustische Maßnahmen</b>	<b>5</b>
5.1	Erforderliche Gesamtfläche schallabsorbierender Maßnahmen	5
5.2	Verfügbare Flächen	5
5.3	Abgestimmte konkrete Variante	5
5.4	Akustische Referenzwerte der Planprodukte	8
<b>6</b>	<b>Berechnung der Nachhallzeit</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>Bewertung</b>	<b>9</b>

## 1 Aufgabenstellung und Grundlagen

Zur Grundschule in Radebeul OT Naundorf gehört eine Turnhalle aus dem Jahr 1910. Diese wurde in den vergangenen Jahren saniert, wobei keine Maßnahmen zur Verbesserung der Raumakustik erfolgten.

Nunmehr sollen, ausgelöst durch eine messtechnische Bestandsaufnahme mit dem Ergebnis zu hoher Nachhallzeiten, nachträgliche raumakustische Maßnahmen realisiert werden, mit dem Ziel, eine den geltenden Vorschriften und den anerkannten Regeln der Technik entsprechende Akustik zu gewährleisten.

Folgende Unterlagen werden für die Bearbeitung verwendet:

- [1] DIN 18 032 Sporthallen - Hallen und Räume für Sport- und Mehrzwecknutzung. Teil 1: Grundsätze für die Planung. September 2003
- [2] DIN 18041: Hörsamkeit in Räumen. Anforderungen, Empfehlungen und Hinweise für die Planung. 2016-03
- [3] Planungsunterlagen vom Büro BauEntwurf Pirna
  - Grundrisse und Schnitte als pdf-/dwg-Dateien (mit Email am 25.04.2022)
  - Deckenspiegel Stand 30.06.2022
- [4] Protokoll der Nachhallzeitmessung, IBA Schiefer vom 19.11.2021
- [5] Vorabzug des Berichts M169.500/01 vom 30.05.2022.
- [6] Abstimmungen mit Bauentwurf Pirna im Juni/Juli 2022

## 2 Bauliche Gegebenheiten

Die Einfeldsporthalle hat eine Grundfläche von ca. (20 x 12) m<sup>2</sup>. Das in Querrichtung spannende Gewölbe (Krümmungsradius  $r \approx 10$  m) setzt in ca. 4,2 m Höhe an, sein Scheitelpunkt liegt in 6,6 m Höhe. Das akustisch wirksame Volumen beträgt einschließlich der an der Stirnseite gelegenen Bühne und der gegenüberliegenden Emporenerweiterung

$$V_{ak} \approx 1.600 \text{ m}^3.$$

Die massiven Wände sind glatt geputzt. Das Gewölbe ist ein nichttragendes Scheingewölbe. Es besteht aus einer Leichtkonstruktion mit Rabetzputz auf Putzträger. Als Hallenboden ist ein Schwingboden (Spanplatte auf federnder Dämmschicht) verlegt. Umlaufend sind an den Wänden und vor den Türen bis in 2,5 m Höhe Prallwandpaneele aus Schaumstoff mit einer Filzkaschierung angebracht.

Die Halle ist standardmäßig nicht nennenswert mit Sportgeräten ausgestattet, diese befinden sich in einem benachbarten Geräteraum.

### 3 Raumakustische Anforderung

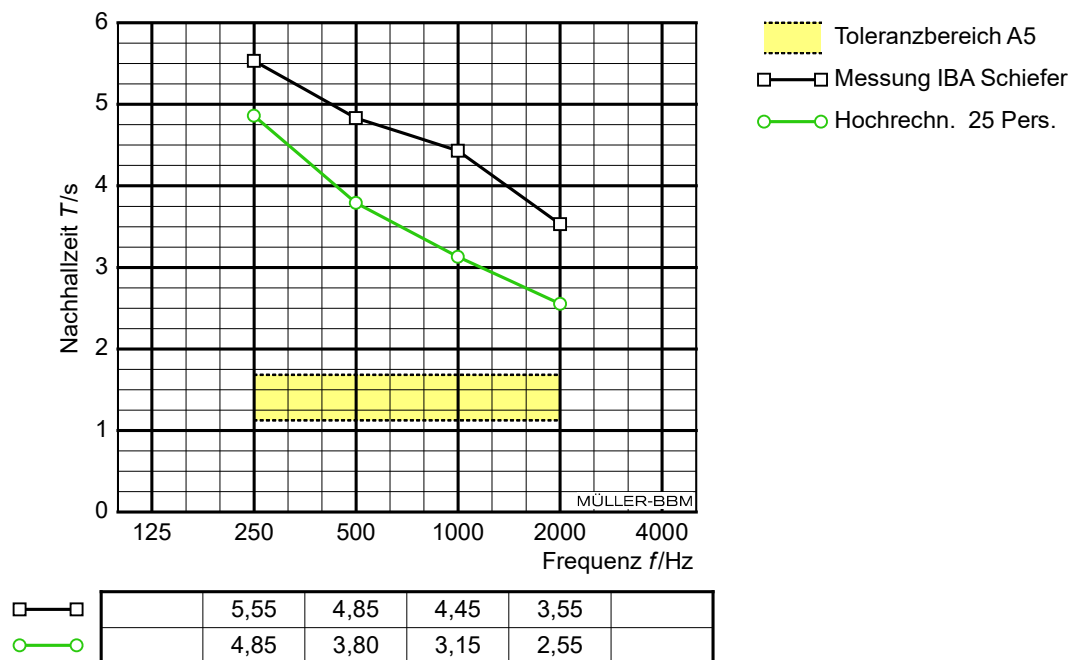
Die Anforderung an die Nachhallzeit von Sporthallen ist in DIN 18041 [1] in Abhängigkeit vom Hallenvolumen festgelegt. In unteilbaren Sporthallen für reine Sportnutzung (ohne Publikum) mit ca. 1.600 m<sup>3</sup> Volumen sollte im regulär besetzten Zustand die Nachhallzeit in den Oktav-Frequenzbändern 250 Hz bis 2 kHz bei

$$T = 1,40 \text{ s} \pm 0,30 \text{ s}$$

liegen.

### 4 Bestandssituation / Messung

Die Nachhallzeit im Bestand wurde durch das Büro Schiefer im November 2021 gemessen [4]. Folgende Messergebnisse wurden hierbei erhalten:



**Abbildung 1.** Messwerte und Hochrechnung auf den besetzten Zustand (30 Personen)

Die gemessenen Nachhallzeiten liegen im leeren Zustand deutlich über den Sollwerten nach DIN 18 041. Die hierbei noch zu berücksichtigenden Personen (25 Schüler entspr. Klassenstärke) wurden durch uns rechnerisch zusätzlich aufgeschlagen. Die Überschreitung wird hierbei zwar geringer, ist aber immer noch sehr deutlich.

## 5 Raumakustische Maßnahmen

### 5.1 Erforderliche Gesamtfläche schallabsorbierender Maßnahmen

Die Messergebnisse zeigen, dass die Nachhallzeit derzeit deutlich zu hoch liegt. Zur Reduzierung auf den Sollwertebereich sind zusätzliche schallabsorbierende Materialien in der Halle zu schaffen.

Für eine Absenkung der Nachhallzeit auf  $T \leq 1,4$  s ist eine *Äquivalente Schallabsorptionsfläche* von etwa  $A \approx 120$  m<sup>2</sup> erforderlich. Die äquivalente Absorptionsfläche ist als ideal schallabsorbierende Fläche (Absorptionsgrad 1) zunächst eine reine Rechengröße.

Die daraus resultierende erforderliche Fläche an schallabsorbierendem Material ist von dessen praktischem Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  im interessierenden mittleren Frequenzbereich 250 Hz bis 2 kHz abhängig.

### 5.2 Verfügbare Flächen

Zur Verfügung stehen nach Rücksprache mit der Architektin, Frau von Berg, folgende Flächen:

- Deckenbereich in der Ebene der Zugbänder auf ca. 4,8 m Höhe
- Längswand ggü. der Fensterseite, zwischen Prallwand und Gewölbeanlauf
- Emporeseitige Rückwand samt der Öffnungen zur Empore oberhalb Prallwand bzw. Gerätetorsturz
- Stirnwand, seitlich der Bühnenöffnung oberhalb der Prallwand, ggf. auch Teile der Bühnenrückwand

### 5.3 Abgestimmte konkrete Variante

Im Ergebnis vorangegangener Abstimmungen mit Architekten unter Einbeziehung der Tragwerksplanung und in Abwägung der Vor- und Nachteile der verschiedenen Lösungen wurde folgende Vorzugsvariante entwickelt:

#### 5.3.1 Decke

- Anordnung von Absorberflächen in der horizontalen Ebene über dem Spielfeld, in Ebene der Zugbänder bei 4,8 m Höhe
- Die Segel sind im Layoutvorschlag der Architekten als drei je 1,8 m breite und in Summe 14 m lange Streifen entworfen. Insgesamt sind damit ca. 77 m<sup>2</sup> Segelfläche vorgesehen.

Als Planungsreferenz verwendet wurden Holzwolle-Akustikplattensegel vom Typ *Heradesign sonic modular fine*. Mit ihren akustisch geprüften Standardabmessungen von (2,40 x 1,20) m<sup>2</sup> mit 120 mm Randaufkantung und einer 50 mm dicken Mineralfaserauflage entsprechen die 77 m<sup>2</sup> Gesamtfläche einer Anzahl von 26 Stück dieser Segel.

Für dieses Segelformat wurde die äquivalente Schallabsorptionsfläche je Segel  $A_{obj}$  angesetzt, wie sie vom Hersteller im Prüfstand gemessen wurde, siehe auch Tabelle 1. Diese Werte sind formatabhängig. Der für flächige Akustikbekleidungen (Unterdecken und Wandbekleidungen) gängige praktische Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  bzw. der bewertete Schallabsorptionsgrad  $\alpha_w$  ist für frei im Raum befindliche Einzelobjekte wie Segel nicht anzuwenden, da bei Segeln auch ihre Rückseite akustisch wirksam ist.

- Für die hier geplante Abmessung der Segel von ca. 1,80 m Breite (bei 14 m Länge z.B. je Reihe angeordnet 7 Stück mit 2,00 m Länge) ergeben sich mit Sicherheit gegenüber dem Standardformat abweichende äquivalente Absorptionsflächen  $A_{obj}$  je Element. Prüfwerte des Herstellers liegen hierzu nicht vor. Wir schätzen ein, dass im Ergebnis bei einer Gesamtfläche von 77 m<sup>2</sup> eine vergleichbare Absorptionswirkung erwartet werden kann wie mit 26 Segeln des geprüften Standardformats (2,40 x 1,20) m<sup>2</sup>.

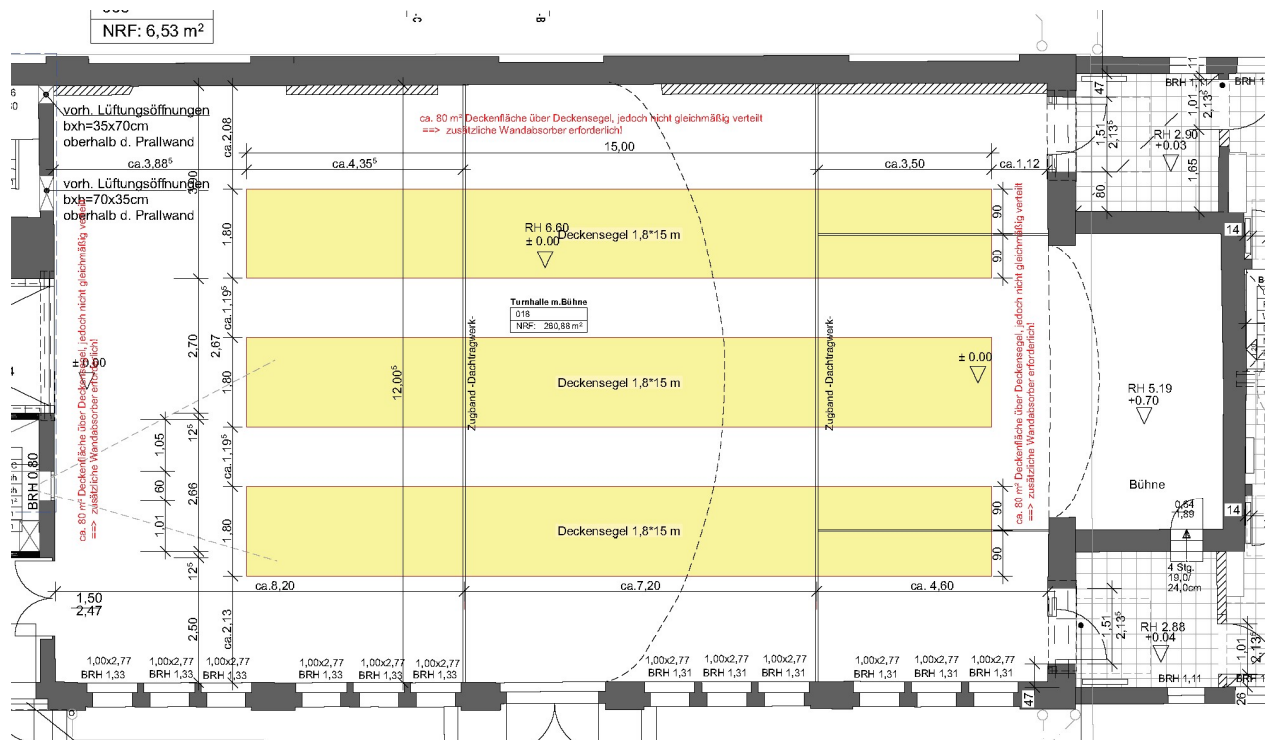


Abbildung 2. Vorschlag Deckenlayout Bauentwurf Pirna (in der Bemessung gekürzt auf 14,2 m Länge, in Summe ca. 77 m<sup>2</sup> Segelfläche)

### 5.3.2 Emporenwand

Da die Segelfläche allein noch nicht ausreichend ist, wurden folgende ergänzende Maßnahmen an der emporensseitigen Rückwand abgesprochen:

- Zusätzliche schallabsorbierende Bekleidung oberhalb Geräteraumtor bis OK Brüstung mit einer Akustikbekleidung z. B. 25 mm *Heradesign*, Aufbauhöhe mind. 200 mm, mit MF-Hinterlegung  
⇒ 12 m<sup>2</sup> Fläche
- Zusätzliche schallabsorbierende Bekleidung der Wand oberhalb OK Brüstung einschließlich einer Bekleidung vor den beiden seitlichen kleinen Emporenöffnungen z. B. mit 25 mm *Heradesign*, Aufbauhöhe mind. 200 mm, mit MF-Hinterlegung  
⇒ 12 m<sup>2</sup> Fläche

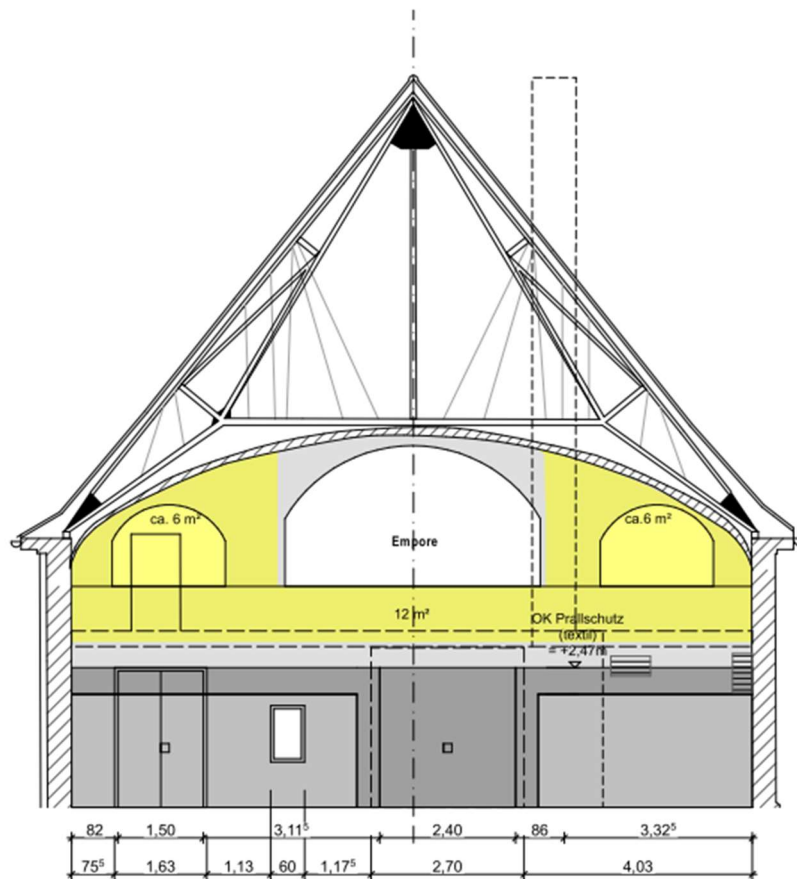


Abbildung 3. Ansicht Emporenwand mit Akustikbekleidung (12 m<sup>2</sup> Brüstung + 10...12 m<sup>2</sup> seitliche Emporenwände inkl. zu schließender Öffnungen)

In Summe ergeben sich im Deckenbereich und an der emporensseitigen Wand etwa 100 m<sup>2</sup> hochabsorbierende Materialfläche im Raum (ohne Rückseiten der Segel).

### 5.4 Akustische Referenzwerte der Planprodukte

Folgende frequenzabhängige äquivalente Schallabsorptionsflächen bzw. Schallabsorptionsgrade wurden für die Bekleidungen und Akustiksegel angesetzt:

**Tabelle 1.** Erforderliche äquivalente Schallabsorptionsfläche  $A_{Obj}$  [m<sup>2</sup>] der Deckensegel [Prüfwerte bezogen auf (2400 x 1200) mm<sup>2</sup> Abmessungen]

Äquivalente Schallabsorptionsfläche je Segel $A_{Obj}$ [m <sup>2</sup> ]						
Oktavband [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Sollwert	(1,5)	≥ 3,6	≥ 4,0	≥ 3,7	≥ 4,1	(≥ 3,9)

Für die emporensseitige flächige Wandbekleidung (siehe Referenzmaterial *Heradesign fine*, montiert in ca. 200 mm Wandabstand, 50 mm Mineralfaserdämmung) soll der praktische Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  folgende Mindestwerte annehmen:

**Tabelle 2.** Erforderlicher Schallabsorptionsgrad  $\alpha_p$  der Wandbekleidung

Praktischer Schallabsorptionsgrad $\alpha_p$ gemäß DIN EN ISO 11654						
Oktavband [Hz]	125	250	500	1000	2000	4000
Sollwert	(≥ 0,40)	≥ 0,95	≥ 0,95	≥ 0,80	≥ 0,80	(≥ 0,80)

## 6 Berechnung der Nachhallzeit

Mit den besprochenen Maßnahmen nach Abschnitt 5.3 wurde die zu erwartende frequenzabhängige Nachhallzeit berechnet wie folgt:

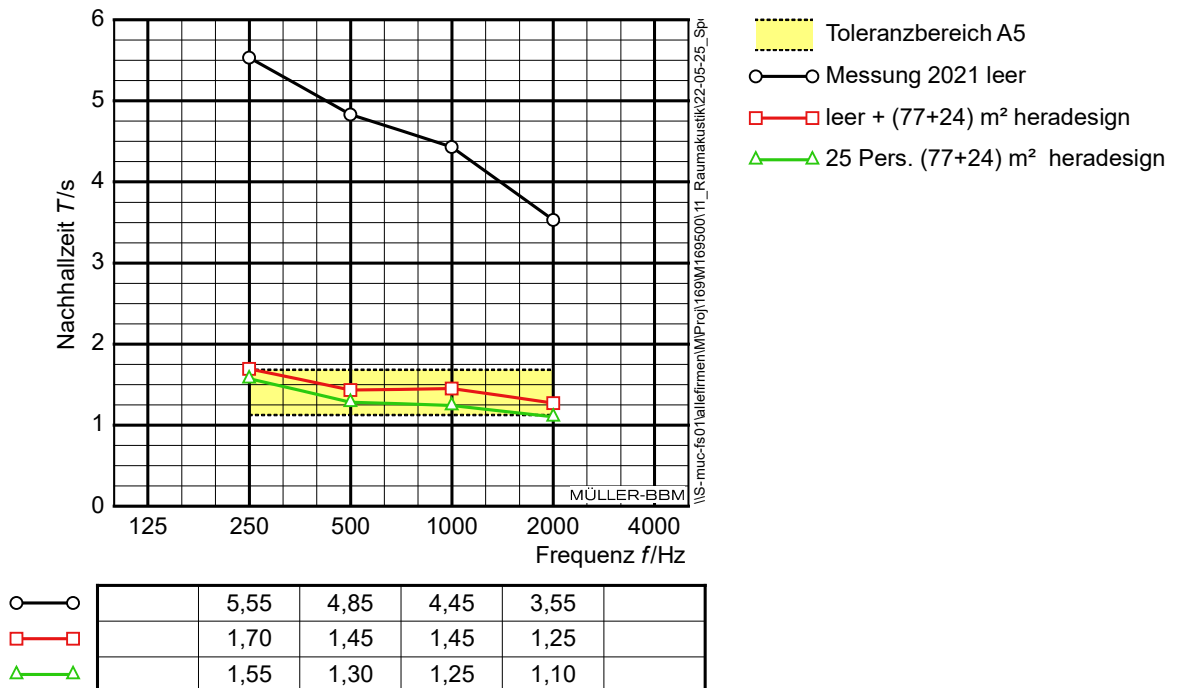


Abbildung 4 Nachhallzeit mit (77+24) m<sup>2</sup> Akustikplatten heradesign (leer und besetzt)



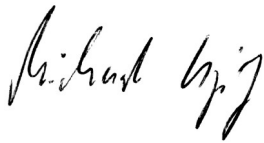
## 7 Bewertung

Aus Abbildung 4 in Abschnitt 8 wird deutlich, dass die gemeinsam mit Bauentwurf Pirna entwickelten zusätzlichen schallabsorbierenden Maßnahmen geeignet sind, die Nachhallzeit den Sollbereich der DIN 18 041 zu reduzieren.

Mit den vorgeschlagenen Maßnahmen werden sich die raumakustischen Verhältnisse erheblich verbessern. Die Sprachverständlichkeit wird erhöht und der allgemeine Grundgeräuschpegel beim Sportunterricht auf ein erträgliches Maß begrenzt.

Da die Gewölbeflächen weiterhin glatt verputzt und damit reflexionswirksam bleiben, und diese durch die Deckensegel auch nicht vollständig gegenüber dem Hallen-Nutzungsbereich abgeschirmt werden, kann das Auftreten von hörbaren und störenden Schallfokussierungen, insbesondere im freien, nicht mit Segeln überdeckten Bereich nicht ausgeschlossen werden.

Die vorgeschlagenen raumakustischen Maßnahmen wurden unter Berücksichtigung der Randbedingungen der Statik und des Denkmalschutzes entwickelt und sind daher ein guter Kompromiss, der in Art und Umfang angemessen ist.



Dipl.-Ing. Michael Espig