

# Auswertung VDB-Ringversuch 2023

## Gesamtsporenbestimmung aus Raumlufproben Probenaustausch von beladenen Objektträgern

Für den aktuellen Ringversuch wurden einige Änderungen bezüglich der Probenherstellung, dem Ablauf und der Bearbeitungszeit im Vergleich zu den vorangegangenen Ringversuchen vorgenommen. Hintergrund war, die Aussagekraft der Ergebnisse des Probenaustausches weiter zu optimieren.

Bei den bisherigen drei Ringversuchen wurden von den Teilnehmern unterschiedlich verteilte Spuren mit einer Gesamthöhe von ca. 6 mm bei einer Gesamtlängsspur von 16 mm ausgewertet. Da die einzelnen Querspuren – bei einer Bildfeldgröße von 200 µm entspricht dies 30 Querspuren – nicht homogen beaufschlagt sind, ergaben sich allein hierdurch Abweichungen zwischen den Ergebnissen der verschiedenen Teilnehmenden, ohne dass ein Fehler vorliegt. Um diese Abweichungen zu minimieren, wurde bei den aktuellen Ringversuchsproben mittels einer Schablone nur ein Teil der Längsspur beaufschlagt, welche von den Teilnehmenden vollständig auszuwerten war.

Bei den bisherigen Ringversuchen hat sich gezeigt, dass die Anfärbung der Objektträger bei längerer Lagerung und Lichteinwirkung verblasst. Trotz vieler Versuche im Labor konnte bisher keine Verbesserung erreicht werden. Daher hat sich der Ringversuchsausrichter entschieden, die den Teilnehmenden zustehende Bearbeitungszeit zu verkürzen, um sicherzustellen, dass alle Labore den Objektträger unter ähnlichen Bedingungen auswerten können.

Weitere Gründe für Abweichungen zwischen den Teilnehmenden können darin bestanden haben, dass bisher nicht festgelegt war, wie Aggregate und Sporenketten sowie geschädigte Sporen zu zählen sind. Im aktuellen Ringversuch wurde dies konkret vorgegeben.

### Auswertung der Ergebnisse der Referenzlabore

Der jeweilige Mittelwert der Zählergebnisse der Referenzlabore bildet die Grundlage für die Bewertung der Ringversuchsteilnehmer. Tabelle 1 fasst die Ergebnisse der Referenzlabore zusammen. Die Standardabweichung der Zählergebnisse war bei den Referenzlaboren erwartungsgemäß je Sporentyp unterschiedlich. Die Standardabweichungen liegen in einem Bereich, der aus Sicht der Ringversuchsausrichter ausreichend ist, um daraus ein Bewertungssystem abzuleiten zu können.

**Tab. 1: Ergebnisse der Referenzlabore zu den drei Ringversuchsproben, gemittelt**

Sporentyp	mittlere Sporenzahl	gemittelte relative Standardabweichung
Typ <i>Memnoniella</i>	38	8 %
Typ <i>Stachybotrys</i>	10	17 %
Typ <i>Chaetomium</i>	13	6 %
Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i>	75	11 %
Typ <i>Cephalotrichum</i> (u.ä.)	82	5 %
Summe aller ausgewerteter Sporentypen	217	4 %

Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V.

Roggenkamp 21  
D-21266 Jesteburg

Tel. 04183-7735301  
Fax 04183-7735302

[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)  
[info@baubiologie.net](mailto:info@baubiologie.net)

Sabine Müller-Dietrich (GF)  
Ust-IdNr.: DE204323759



## Bewertung der Ergebnisse der teilnehmenden Labore

Unter Berücksichtigung der Ergebnisse der Referenzlabore wurden für die Auswertung des Ringversuchs für die teilnehmenden Labore bestimmte Abweichungen vom Mittelwert der Referenzlabore zugelassen. Diese sind in Tabelle 2 aufgeführt. In der Regel wurden 10 % auf die Abweichung der Referenzlabore (Tabelle 1, Spalte 3) aufgeschlagen und die Zahl auf ganze Zehner aufgerundet.

Die Ausnahme bildet der Sporentyp *Aspergillus/Penicillium*. Die Erkennung und richtige Zuordnung dieser Sporen ist im Vergleich zu anderen Sporentypen generell schwieriger, was sich auch in den bisherigen Ringversuchen gezeigt hat. Entsprechend wurde für die teilnehmenden Labore für Typ *Aspergillus/Penicillium* eine größere Abweichung zugelassen.

**Tab. 2: Bewertungsgrundlage für den Ringversuch 2023**

Sporentyp	zulässige Abweichung vom Mittelwert der Referenzlabore
<i>Typ Memnoniella</i>	$\pm 20$ %
<i>Typ Stachybotrys</i>	$\pm 30$ %
<i>Typ Chaetomium</i>	$\pm 20$ %
<i>Typ Aspergillus/Penicillium</i>	$\pm 35$ %
<i>Typ Cephalotrichum</i> (u.ä.)	$\pm 20$ %
Summe aller ausgewerteter Sporentypen	$\pm 20$ %

In der Tabelle 3 werden die bei der Auswertung ermittelten prozentualen Abweichungen der teilnehmenden Labore dargestellt. Die jeweilige mittlere Sporenzahl der Referenzlabore, die dieser Berechnung zugrunde liegt, ist dem Ausdruck auf dem Zertifikat bzw. auf der Teilnahmebescheinigung zu entnehmen.

Liegt der gefundene Zählwert innerhalb der zulässigen Abweichung wurde dafür ein Punkt vergeben bzw. gilt der Parameter bzw. dieser Sporentyp als richtig bestimmt. Daraus ergibt sich die Bewertung wie sie in Tabelle 4 zusammenfassend gezeigt wird.

Als erfolgreich bestanden gilt, wenn mindestens 4 von 6 Parametern bzw. Sporentypen richtig bzw. innerhalb der vorgegebenen Abweichung bestimmt wurden.

**Tab. 3: Prozentuale Abweichung der teilnehmenden Labore vom Mittelwert der Referenzlabore**

Sporentyp	Probe A1 / Nr. Labor					Probe A3 / Nr. Labor								Probe A9 / Nr. Labor			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
<i>Typ Memnoniella</i>	0	-7	-7	-3	13	21	38	-18	9	-10	9	19	-7	-2	-7	-13	
<i>Typ Stachybotrys</i>	11	0	-22	0	22	9	24	-20	2	-20	-27	-20	-14	29	-29	0	
<i>Typ Chaetomium</i>	-6	-6	41	18	41	17	-4	-4	-9	-15	7	17	0	-7	33	0	
<i>Typ Asp./Pen.</i>	-37	-34	-88	6	35	10	19	-51	-58	-58	-45	113	-5	7	-20	-36	
<i>Typ Cephalotrichum</i>	-40	-29	-45	-55	-42	7	-1	-33	2	-12	-7	38	16	-20	-58	-13	
Summe	-28	-25	-53	-17	4	11	13	-33	-14	-26	-16	53	3	-5	-29	-19	



Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V.

Roggenkamp 21  
D-21266 Jesteburg

Tel. 04183-7735301  
Fax 04183-7735302

www.baubiologie.net  
info@baubiologie.net

Sabine Müller-Dietrich (GF)  
Ust-IdNr.: DE204323759

**Tab. 4: Bewertung der teilnehmenden Labore**

Sporentyp	Probe A1 / Nr. Labor					Probe A3 / Nr. Labor						Probe A9/Nr. Labor				Richtiges Ergebnis		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Anzahl	Anteil
Typ <i>Memnoniella</i>	1	1	1	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	14	87,5%
Typ <i>Stachybotrys</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	16	100,0%
Typ <i>Chaetomium</i>	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	13	81,3%
Typ <i>Asp./Pen.</i>	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	8	50,0%
Typ <i>Cephalotrichum</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	8	50,0%
Summe	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	1	9	56,3%
Summe der Punkte	3	4	2	5	4	5	5	3	5	4	5	3	6	6	3	5		
<b>Gesamtergebnis</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>11</b>	<b>68,8%</b>

Von allen teilnehmenden Laboren haben ca. 2/3 der Beteiligten den Ringversuch entsprechend der festgelegten Kriterien mit Erfolg bestanden. Zwei teilnehmende Labore haben alle 6 Parameter richtig bestimmt. Sechs Labore haben 5 von 6 Parametern und drei Labore 4 von 6 Parametern richtig bestimmt.

### Fehlerdiskussion

In der Tabelle 5 werden die je Probe ermittelten Daten der Ringversuchsteilnehmer als Mittelwert der Sporenanzahl und als relative Standardabweichung (sr) dargestellt. Die letzte Spalte zeigt die über die drei Proben gemittelte relative Standardabweichung der Referenzlabore (siehe auch Tab. 1).

Die Betrachtung der Daten in Tabelle 5 zeigt, dass bei den Sporentypen *Aspergillus/Penicillium* und *Cephalotrichum* und in der Folge auch bei der Summe der Sporen (rot dargestellte Zahlen) die Ringversuchsergebnisse deutlich stärker vom Mittelwert abweichen als die Ergebnisse der Referenzlabore. Bei Typ *Aspergillus/ Penicillium* zeigte sich die höchste relative Standardabweichung, gefolgt von Typ *Cephalotrichum*.

**Tab. 5: Vergleich der Mittelwerte und relative Standardabweichungen bei der Auswertung der drei Ringversuchsproben**

Sporentyp	Mittelwert A1	sr	Mittelwert A3	sr	Mittelwert A9	Sr	mittlere sr Teilnehmer	mittlere sr Ref- labore
Typ <i>Memnoniella</i>	29,8	7,47	52,4	16,21	34,0	4,16	9	8
Typ <i>Stachybotrys</i>	9,2	14,42	12,7	19,13	6,8	21,91	18	17
Typ <i>Chaetomium</i>	5,0	17,89	19,0	11,60	16,0	14,66	15	6
Typ <i>Asp./Pen.</i>	53,2	54,97	72,0	64,61	63,8	18,80	46	11
Typ <i>Cephalotrichum</i>	34,8	14,81	101,3	19,93	67,3	32,33	22	5
Summe	132,0	23,99	257,9	28,02	187,8	14,08	22	4



Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V.

Roggenkamp 21  
D-21266 Jesteburg

Tel. 04183-7735301  
Fax 04183-7735302

www.baubiologie.net  
info@baubiologie.net

Sabine Müller-Dietrich (GF)  
Ust-IdNr.: DE204323759

Aus den eingereichten Daten der Ringversuchsteilnehmer ist zu schließen, dass einige der teilnehmenden Labore Probleme bei der Bestimmung der Sporentypen *Aspergillus/Penicillium* sowie des Typs *Cephalotrichum* (inkl. Typ *Doratomyces/Scopulariopsis* und ähnliche) hatten. Da die Anzahl der Sporen vom Typ *Cephalotrichum* in den Proben relativ hoch war, haben die Teilnehmenden, die diesen Typ in zu geringer Anzahl angegeben haben, vermutlich auch die Summe der Sporen falsch bestimmt.

### Hinweise zur Bestimmung Typ *Aspergillus/Penicillium*

Eine hohe relative Standardabweichung wurde für die Gruppe der *Aspergillus*- und *Penicillium*-Conidien ermittelt. Die relative Standardabweichung für diesen Sporentyp lag bei den Ringversuchsteilnehmern bei 46%, während sie bei den Referenzlaboren bei nur 15% lag.

Die nachfolgenden Beispielbilder (Bild 1) verdeutlichen, dass die Conidien dieses Sporentyps insgesamt heterogen waren, eine deutlich erkennbare leicht verdickte Wand und sehr oft eine erkennbare Rauigkeit aufwiesen.

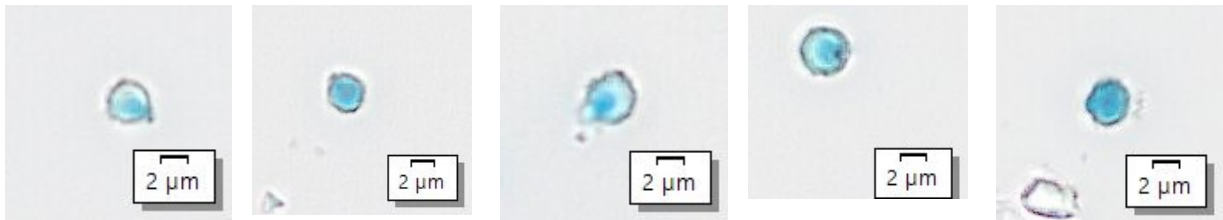


Bild 1: Beispiele für Sporen vom Typ *Aspergillus/Penicillium* aus den Ringversuchsproben

### Hinweise zur Bestimmung Typ *Cephalotrichum* (Typ *Doratomyces/Scopulariopsis* und ähnliche)

Charakteristisch für diese Sporen sind die abgeflachte bzw. geschnittene Basis und der leicht spitz auslaufende Konidienkopf, wie sie in den Bildern 2 und 3 dargestellt sind. Die Fotos stammen aus den Ringversuchsproben. Die Sporen haben eine deutlich erkennbare Wand, die auch eine leicht dunkle Eigenfärbung hat. Eine etwas intensivere dunkle Eigenfärbung tritt häufig an der Konidienbasis auf. Die Größe der Sporen liegt im Bereich von 4 - 6 µm Länge und 2,7 - 3,2 µm Breite.

**VDB**

Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V.

Roggenkamp 21  
D-21266 Jesteburg

Tel. 04183-7735301  
Fax 04183-7735302

[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)  
[info@baubiologie.net](mailto:info@baubiologie.net)

Sabine Müller-Dietrich (GF)  
Ust-IdNr.: DE204323759

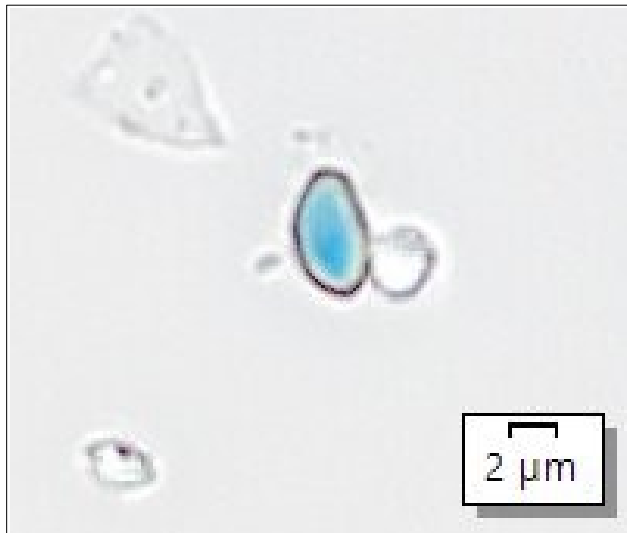


Bild 2: Gut angefärbte Spore vom Typ *Cephalotrichum*

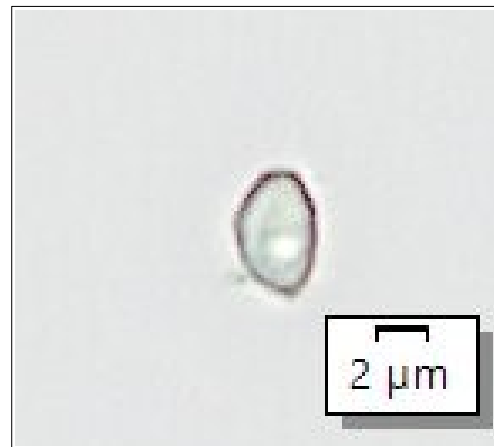


Bild 3: Spore vom Typ *Cephalotrichum* mit geringer Anfärbung

### Erhöhte Abweichung bei geringer Sporenanzahl

Die Messunsicherheit wird auch von der Anzahl der gezählten Sporen bestimmt. So wurden die Sporentypen *Stachybotrys* und *Chaetomium* aufgrund ihrer geringen Anzahl mit einer hohen Überdispersion bestimmt [1]. Tabelle 6 verdeutlicht den großen Einfluss von nicht erkannten bzw. falsch zugeordneten Sporen bei niedriger Konzentration.

**Tab. 6: Einfluss der Zuordnung und Zählung seltener Ereignisse auf die relative Standardabweichung bei einer Abweichung von  $\pm 1$  Ereignis**

1 Ereignis zu viel gezählt	1 Ereignis zu wenig gezählt	Mittelwert der gezählten Ereignisse	rel. Standardabweichung
2	0	1	100
3	1	2	50
6	4	5	20
11	9	10	10
101	99	100	1

### Probleme bei der vollständigen Erfassung der Probenfläche

Ein weiterer Fehler kann dadurch entstehen, dass die Probenfläche nicht vollständig oder an bestimmten Stellen mehrfach ausgewertet wurde. Für das optimale „Abscannen“ der Fläche ist ein mäanderförmiges Ablesen der Spur sinnvoll. Bild 4, auf der nachfolgenden Seite, zeigt die „richtige“ Version, bei der jede Querspur genau in der Höhe des Gesichtsfeldes angesetzt wird. Die Bilder 5 und 6 zeigen die möglichen Fehler bei dieser Vorgehensweise. Wird die Querspur z. B. zu breit angesetzt, fehlt ein Teil der Fläche bei der Auswertung, wird sie zu schmal angesetzt, werden Sporen doppelt gezählt.

**VDB**

Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V.

Roggenkamp 21  
D-21266 Jesteburg

Tel. 04183-7735301  
Fax 04183-7735302

www.baubiologie.net  
info@baubiologie.net

Sabine Müller-Dietrich (GF)  
Ust-IdNr.: DE204323759

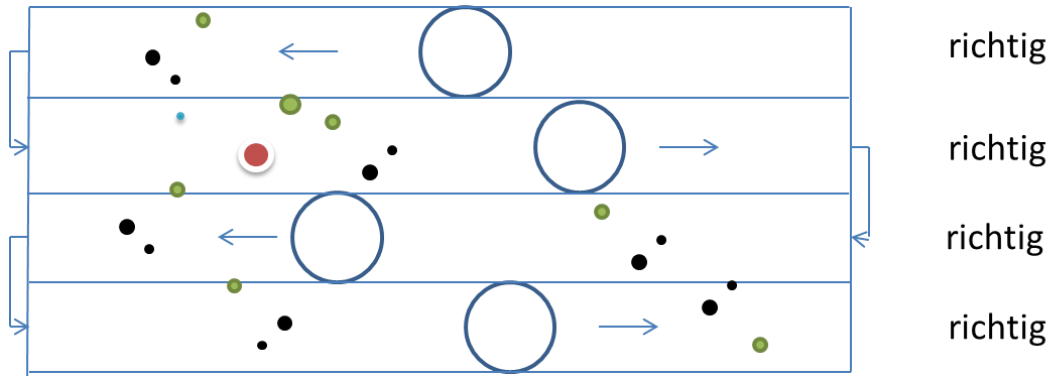


Bild 4: Querspürhöhe = Bildfelddurchmesser (alle Sporen werden erfasst)

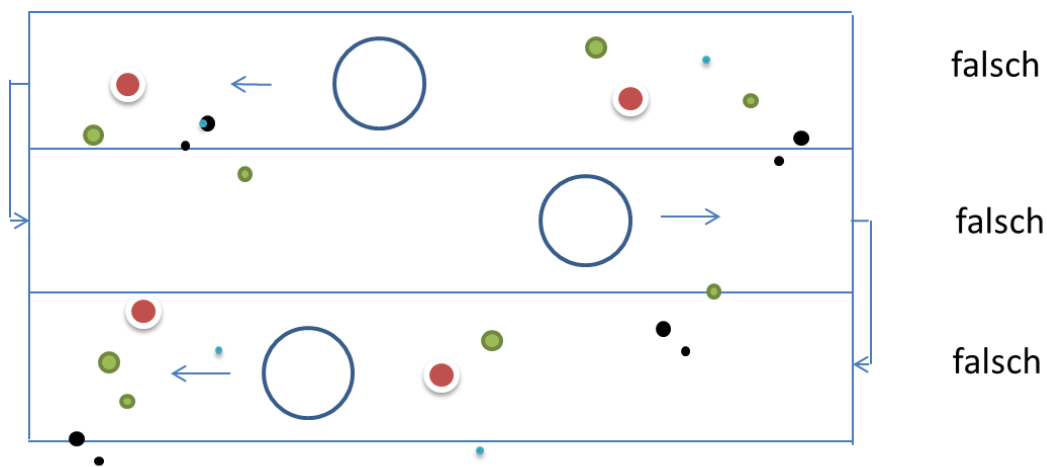


Bild 5: Querspürhöhe > Bildfelddurchmesser (einige Sporen werden nicht erfasst)

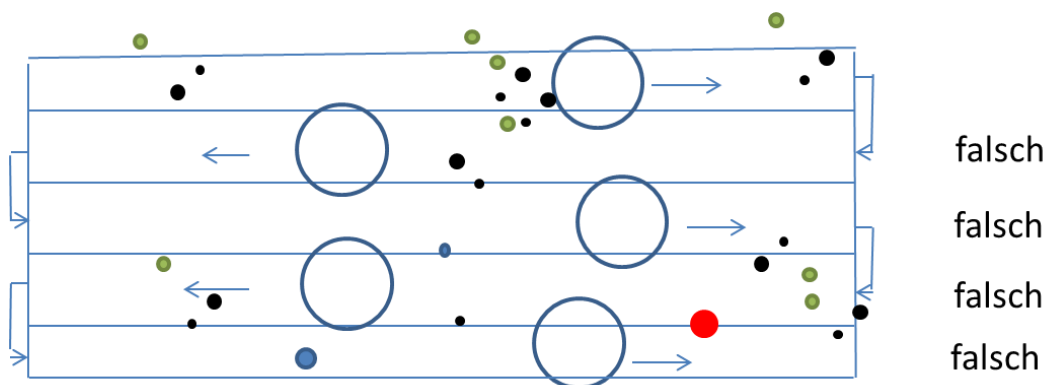


Bild 6: Querspürhöhe < Bildfelddurchmesser (einige Sporen werden doppelt erfasst)

## Vergleich mit vorangegangenen Ringversuchen

Die Erfolgsquote der bisher durchgeführten Ringversuche zeigt Tabelle 6. Eine direkte Vergleichbarkeit ist zwar nicht gegeben, da sich der Modus der Bewertung jeweils unterscheidet. Es kann aber gezeigt werden, dass die Bewertungsmaßstäbe in den letzten drei Ringversuchen ähnlich gewählt wurden.

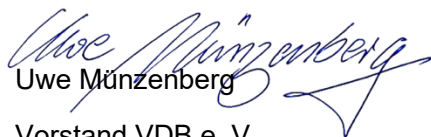
**Tab. 6: Übersicht über die erfolgreiche Teilnahme an Ringversuchen**

Ringversuch	Erfolgreich teilnehmende Labore/Gesamt	Prozentualer Anteil
Ringversuch 2019	9/22	40,9 %
Ringversuch 2020	13/17	76,5 %
Ringversuch 2021	17/23	73,9 %
Ringversuch 2023	11/16	68,8 %

Die Ringversuchsausrichter des VDB e.V. bedanken sich bei den Laboren für die Teilnahme und wünschen alles Gute für den weiteren Prozess der Qualitätssteigerung!

[1] VDI 4256 Bioaerosole und biologische Agenzien Ermittlung von Verfahrenskenngrößen  
Zählverfahren basierend auf kulturellem Nachweis

Jesteburg, 30.06.2023

  
Uwe Münzenberg

Vorstand VDB e. V.  
Ringversuchsleiter

  
Dr. Ing. Beate Mattuschka

Auswerterin des Ringversuchs

  
Dr. Thomas Gabrio

Auswerter des Ringversuchs

Berufsverband Deutscher Baubiologen VDB e. V.

Roggenkamp 21  
D-21266 Jesteburg

Tel. 04183-7735301  
Fax 04183-7735302

[www.baubiologie.net](http://www.baubiologie.net)  
[info@baubiologie.net](mailto:info@baubiologie.net)

Sabine Müller-Dietrich (GF)  
Ust-IdNr.: DE204323759

**VDB**