

Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP

Forschung, Entwicklung,  
Demonstration und Beratung auf  
den Gebieten der Bauphysik

Zulassung neuer Baustoffe,  
Bauteile und Bauarten

Bauaufsichtlich anerkannte Stelle für  
Prüfung, Überwachung und Zertifizierung

**Institutsleitung**

Prof. Dr. Philip Leistner

IBP-Bericht Nr. UHS-018/2023

# Labortechnische, vergleichende Untersuchungen zur Wirksamkeit (efficacy) von Betonsteinproben gegen Algen, sowie ein anschließender Reinigungs- versuch

Durchgeführt im Auftrag  
Rinn Beton- und Naturstein GmbH & Co.KG  
Frau Margarethe van der Meer  
Rodheimer Str. 83  
35452 Heuchelheim

Der Bericht umfasst:

12 Seiten Text  
3 Tabellen  
11 Bilder

Bearbeiterin:  
Dr. rer. nat. Nicole Krueger

Valley, 30. März 2023

Chief Scientist Mikrobiologie  
Ökotoxikologie und Genetik

Bearbeiterin

Dr. rer. nat. Wolfgang Hofbauer

Dr. rer. nat. Nicole Krueger

**Fraunhofer-Institut für Bauphysik IBP**  
Nobelstraße 12 | 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-00  
Telefax +49 711 970-3395  
www.ibp.fraunhofer.de

Fraunhoferstr. 10 | 83626 Valley  
Telefon +49 8024 643-0  
Telefax +49 8024 643-366

Auszugsweise Veröffentlichung nur mit  
schriftlicher Genehmigung des Fraun-  
hofer-Instituts für Bauphysik gestattet

# Inhalt

<b>1</b>	<b>Untersuchungsgegenstand</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Versuchsdurchführung; Prüfung der Beständigkeit gegen Algen in Anlehnung an DIN EN 15458:2007-10 (D)</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Ergebnisse; Prüfung der Beständigkeit gegen Algen in Anlehnung an DIN EN 15458:2007-10 (D)</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>Wirksamkeit; Prüfung der Beständigkeit gegen Algen in Anlehnung an DIN EN 15458:2007-10 (D)</b>	<b>8</b>
<b>5</b>	<b>Versuchsdurchführung; Reinigungstest</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Wirksamkeit; Reinigungstest</b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Literatur</b>	<b>12</b>

## 1 Untersuchungsgegenstand

Gegenstand der Untersuchung war eine vergleichende Untersuchung von unterschiedlichen Betonsteinproben auf ihre Eigenschaft der Besiedlung durch Algen zu widerstehen und ein anschließender Reinigungsversuch.

Getestet wurden Betonsteinproben mit und ohne zusätzliche Ausrüstung (s. Bild 1):

E 3761\_1: Artikel 097054 Farbe sand grey 1 ohne Color Protect

E 3761\_2: Artikel 097054 Farbe sand grey 1 mit Color Protect



Bild 1:  
Betonsteinproben mit und ohne Color Protect Ausrüstung.

## 2 Versuchsdurchführung; Prüfung der Beständigkeit gegen Algen in Anlehnung an DIN EN 15458:2007-10 (D)

Der Test wurde in Anlehnung an DIN EN 15458-2007-10 (D) (Beschichtungsstoffe – Laborverfahren für die Prüfung der Wirksamkeit von Filmkonservierungsmitteln in einer Beschichtung gegen Algen) durchgeführt. Das Material wurde auf einen, mit einer Algensuspension beaufschlagten geeigneten Nährboden (Bolds Basal Medium = BBM) aufgebracht. Anschließend erfolgte die Bebrütung für eine bestimmte Zeit unter kontrollierten Bedingungen, die das Algenwachstum begünstigen.

Die Algensuspension enthielt folgende Algen:

- *Klebsormidium flaccidum* SAG 335-5
- *Nostoc commune* SAG 1453-3
- *Stichococcus bacillaris* HOKI A 281 (SAG 379-1a)
- *Chloroidium ellipsoideum* (= *Chlorella trebouxioides*) HOKI A 39

Insgesamt wurde der Versuch mit jeweils 6 Parallelen durchgeführt. Die Vitalitätskontrolle (Wachstumskontrolle) wurde mit 5 Parallelen angesetzt. Die vorbereiteten Prüflinge wurden für einen Zeitraum von drei Wochen in einem Brutraum bei 24 °C inkubiert.

Die Prüflinge wurden wöchentlich und nach Ende der Versuchsdauer entsprechend Tabelle 1 beurteilt. Dazu wurde das Testmaterial zunächst mit dem bloßen Auge und anschließend mittels eines Stereomikroskopes untersucht.

Tabelle 1:  
Bewertung der Wachstumsintensität der Prüfalgen (gemäß DIN EN 15458:2007-10 (D)).

Bewertungsstufe	Bedeutung
0	Kein Algenwachstum auf der Oberfläche der Prüflinge und in der Petrischale
1	Weniger Algenwachstum auf der Oberfläche der Prüflinge verglichen mit dem nicht ausgerüsteten Vergleichsmaterial
2	Gleich viel oder mehr Algenwachstum auf den Prüflingen verglichen mit dem nicht ausgerüsteten Vergleichsmaterial

### 3 Ergebnisse; Prüfung der Beständigkeit gegen Algen in Anlehnung an DIN EN 15458:2007-10 (D)

In Tabelle 2 sind die Bewertungen für die untersuchten Prüflinge wiedergegeben. Die Prüflinge wurden 3 Wochen lang beobachtet. Dann wurde der Versuch nach Rücksprache mit dem Auftraggeber abgebrochen, da kein Algenwachstum mehr in den Schalen mit den Prüflingen sichtbar war.

Tabelle 2:  
Auswertung der Wachstumsintensitäten nach Tabelle 1.

Material		Zeitspanne bis Kontrolle [d]		
		7	14	21
E 3761 1	Parallele 1	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 2	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 3	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 4	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 5	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 6	Algenwachstum	Kein	Kein

<b>Material</b>		<b>Zeitspanne bis Kontrolle [d]</b>		
		<b>7</b>	<b>14</b>	<b>21</b>
			Algenwachstum	Algenwachstum
E 3761_2	Parallele 1	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 2	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 3	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 4	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 5	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
	Parallele 6	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum	Kein Algenwachstum
<u>Vitalitätskontrolle</u>	Parallele 1	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum
	Parallele 2	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum
	Parallele 3	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum
	Parallele 4	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum
	Parallele 5	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum	Kräftiges Algenwachstum

In den Petrischalen der Vitalitätskontrolle (Bild 2) zeigte sich kräftiges Algenwachstum. In den Petrischalen mit dem Betonstein ohne Color Protect (E\_3761\_1) war nach einer Woche Algenwachstum noch in einer Schale sichtbar (Bild 3). Nach einer weiteren Woche war auch in dieser Schale kein Wachstum mehr sichtbar (Bild 4). In den Petrischalen mit dem Betonstein mit Color Protect (E\_3761\_2) war bereits nach einer Woche in keiner Schale mehr Algenwachstum erkennbar (Bild 5).

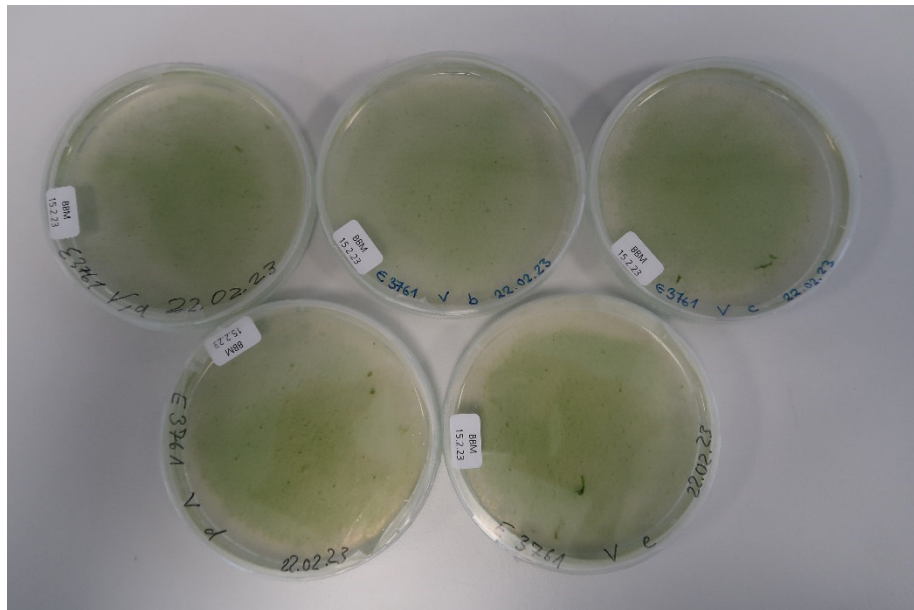


Bild 2:  
Vitalitätskontrolle nach 3 Wochen Inkubationszeit mit kräftigem Algenwachstum.

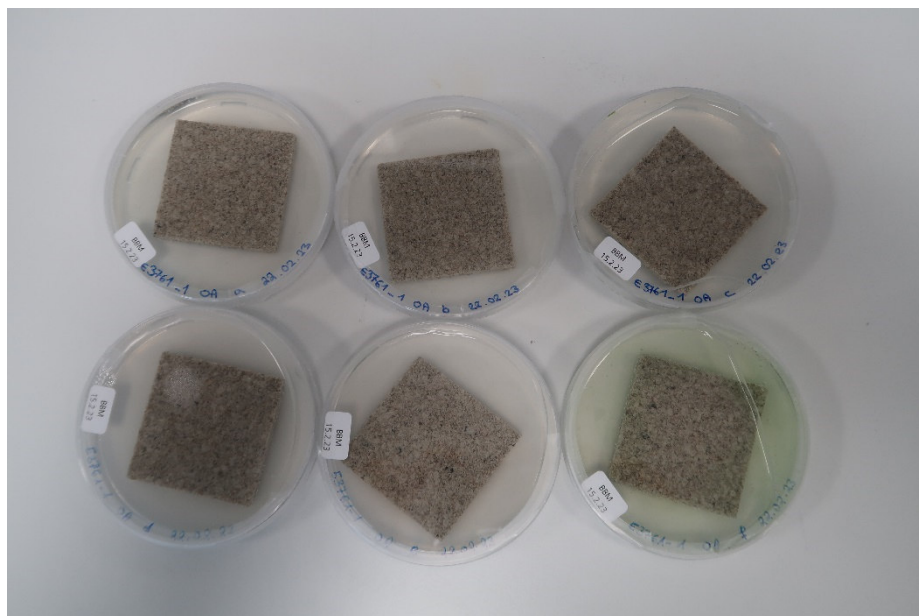


Bild 3:  
Betonstein ohne Color Protect (E3761\_1) nach 1 Woche Inkubationszeit. Algenwachstum in einer Schale sichtbar.

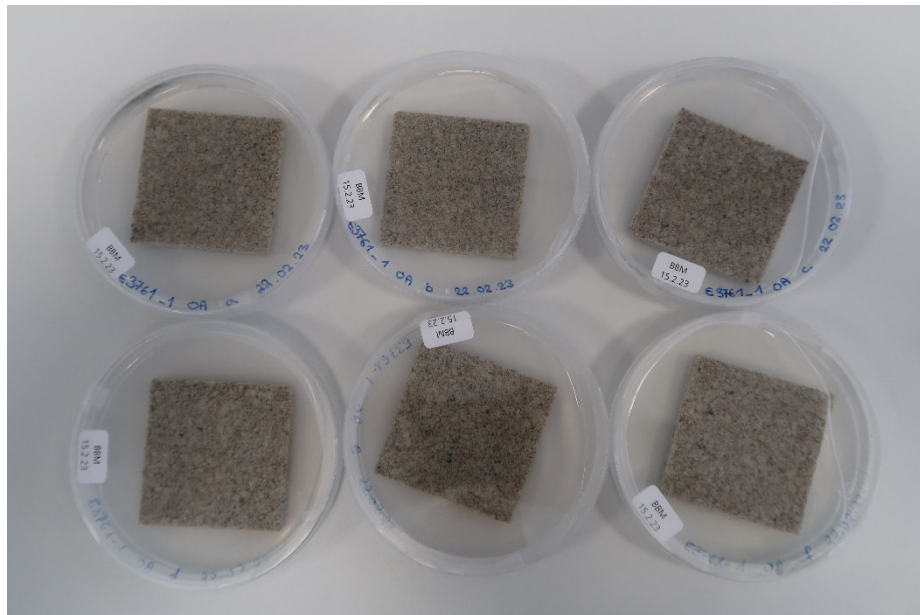


Bild 4:  
 Betonstein ohne Color Protect (E3761\_1) nach 3 Wochen Inkubationszeit.  
 Kein Algenwachstum mehr sichtbar.

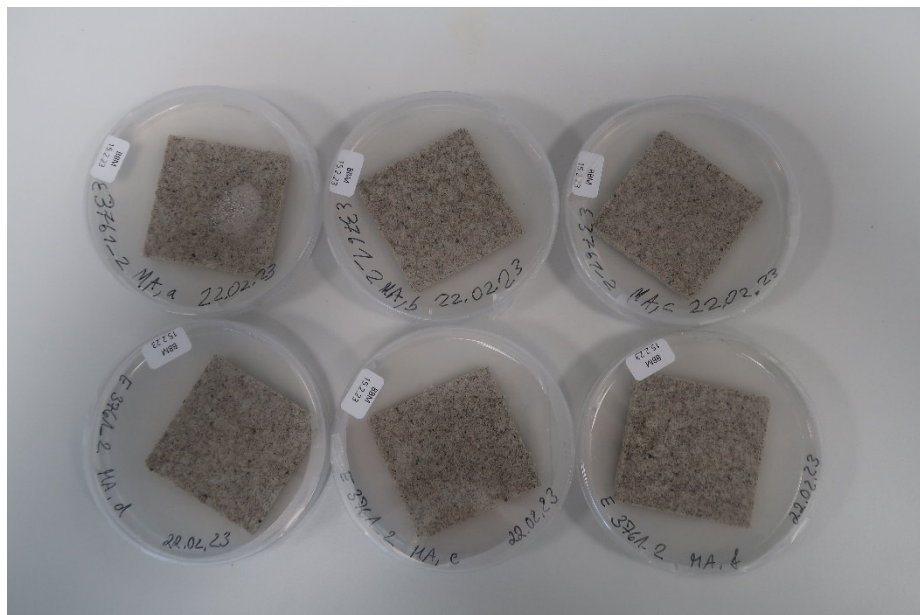


Bild 5:  
 Betonstein mit Color Protect (E3761\_2) nach 1 Wochen Inkubationszeit. Kein  
 Algenwachstum mehr sichtbar.

Aufgrund des Algensterbens wurden die pH-Werte in den einzelnen Petrischa-  
 len gemessen, um Randeffekte auszuschließen. Die Messungen in den einzel-  
 nen Schalen lieferte folgende Werte (Tabelle 3):

Tabelle 3:  
Ergebnisse der pH-Wert Messung

<b>Material</b>		<b>pH-Wert</b>
E 3761_1	Parallele 1	12,06
	Parallele 2	12,05
	Parallele 3	12,10
	Parallele 4	12,11
	Parallele 5	12,15
	Parallele 6	11,79
E 3761_2	Parallele 1	12,45
	Parallele 2	12,54
	Parallele 3	12,54
	Parallele 4	12,54
	Parallele 5	12,49
	Parallele 6	12,30

Ein Algenwachstum ist bei diesen pH-Werten nicht möglich.

#### 4 **Wirksamkeit; Prüfung der Beständigkeit gegen Algen in Anlehnung an DIN EN 15458:2007-10 (D)**

Im durchgeführten Versuch zeigte sich eine wachstumshemmende Wirkung beider Betonsteine (E 3761\_1 ohne Color Protect und E 3761\_2 mit Color Protect) auf Algen. Der Betonstein mit Color Protect (E 3761\_2) zeigte dabei eine geringfügig höhere Wachstumshemmung auf die Algen (bereits nach 1 Woche in keiner Schale mehr Algenwachstum erkennbar) und einen ebenfalls geringfügig höheren pH-Wert in den Algensuspensionen. Die Wachstumshemmende Wirkung ist wahrscheinlich auf die hohen pH-Werte des Materials zurückzuführen. Um die Wirkung von Color Protect ggf. in weiteren Untersuchungen noch besser herausarbeiten zu können empfiehlt sich aufgrund der pH-Messungen eine Schnell-Karbonatisierung vor den Wachstumsversuchen durchzuführen.

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.



## 5 Versuchsdurchführung; Reinigungstest

Für den nachfolgenden Reinigungstest wurde auf die sterilen, trockenen Prüflinge eine Algensuspension aufgetragen, trocknen gelassen und händisch mit einer Bürste unter fließendem Wasser gereinigt.

Der Versuch wurde jeweils mit 3 Parallelen durchgeführt (Bild 6).

Die Prüflinge wurden jeweils mit 1,5ml der hochkonzentrierten Algensuspension beimpft (Bild 7) und für 3 Stunden unter der Sterilwerkbank trocknen gelassen (Bild 8 und Bild 9).

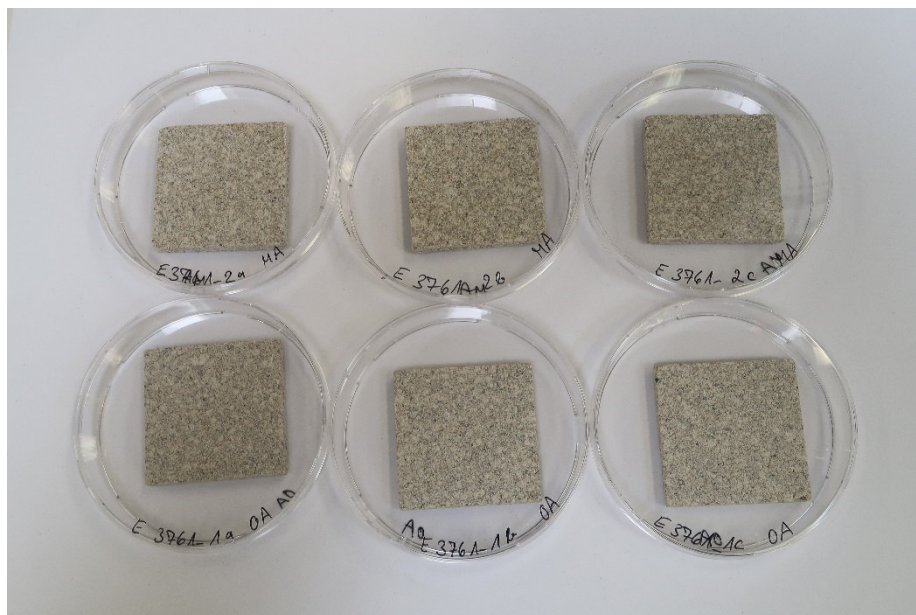


Bild 6:  
Betonsteine ohne Color Protect (E3761\_1, unten) und mit Color Protect (E3761\_2, oben) vor dem Beimpfen.

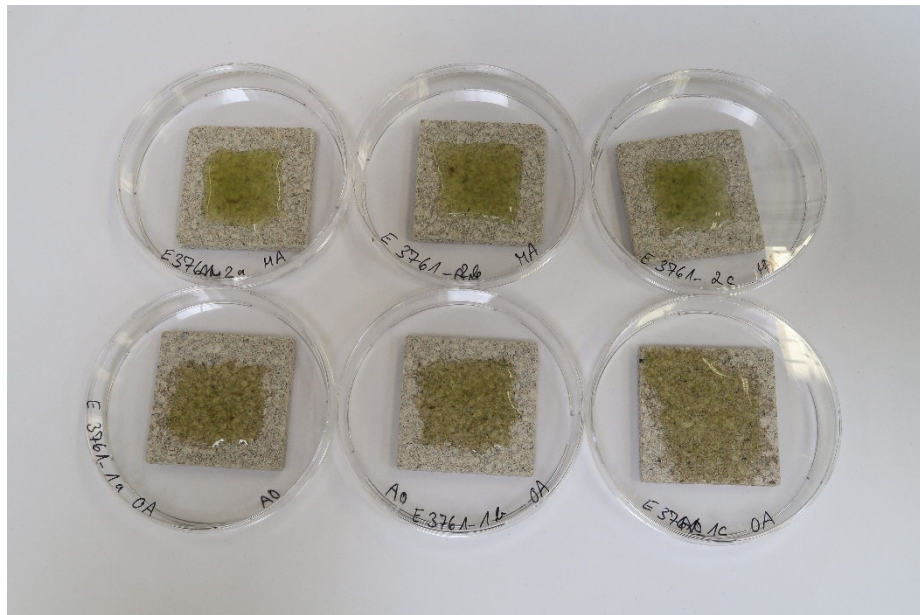


Bild 7:  
 Betonsteine ohne Color Protect (E3761\_1, unten) und mit Color Protect (E3761\_2, oben) nach dem Beimpfen.

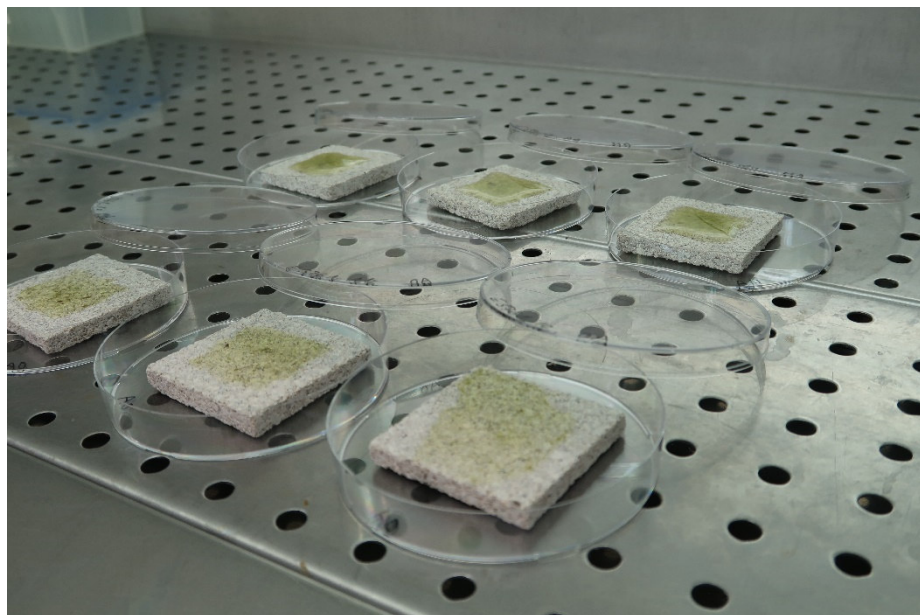


Bild 8:  
 Betonsteine ohne Color Protect (E3761\_1, unten) und mit Color Protect (E3761\_2, oben) beim Trocknen. Bei den Prüflingen mit Color Protect ist deutlich eine hydrophobe Wirkung der Oberfläche erkennbar.

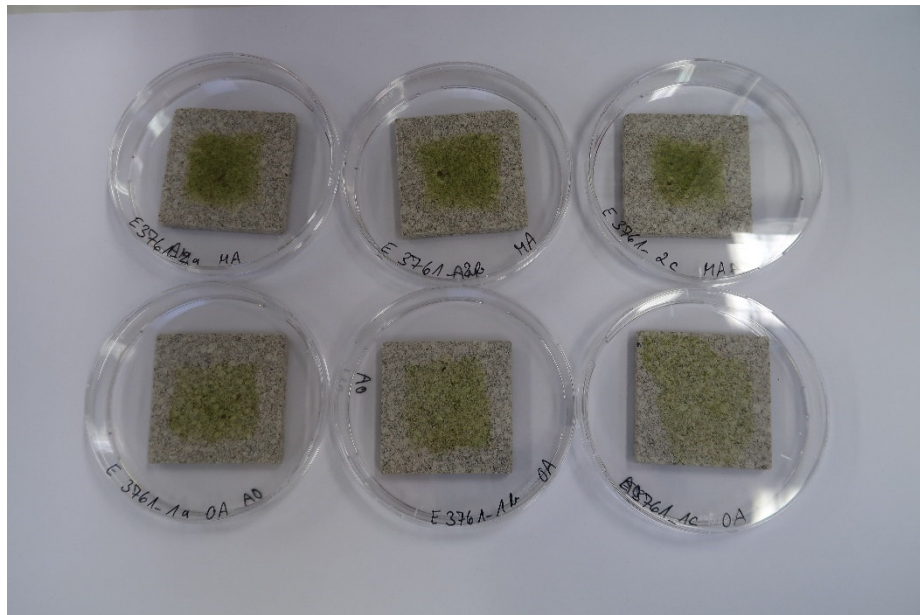


Bild 9:  
Betonsteine ohne Color Protect (E3761\_1, unten) und mit Color Protect (E3761\_2, oben) nach dem Trocknen.

Nach dem Trocknen wurden die Prüflinge unter fließendem Wasser mit einer handelsüblichen Bürste (Bild 10) mit kreisender Bewegung (jeweils 10 Kreise) gereinigt.



Bild 10:  
Handelsübliche Bürsten zum Reinigen der Prüflinge.



## 6 Wirksamkeit; Reinigungstest

Die Reinigung zeigte folgende Ergebnisse:

Die Betonsteine mit Color Protect (E3761\_2) sind nach der Reinigung optisch sauber. Auf den Prüflingen ohne Color Protect (E3761\_1) ist nach der Reinigung noch ein leichter grüner Schleier erkennbar (Bild 11).

Die Ergebnisse beziehen sich ausschließlich auf die untersuchten Proben.

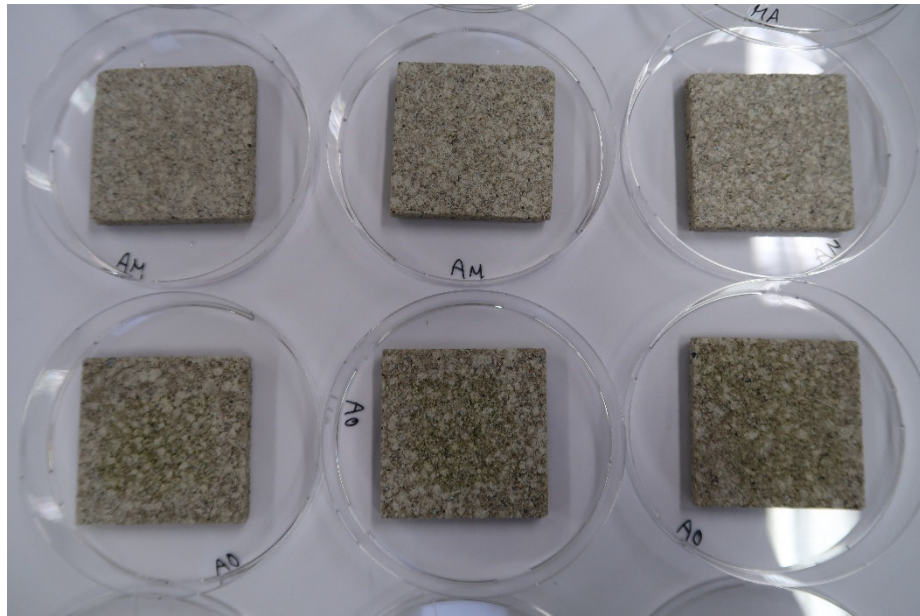


Bild 11:

Betonsteine ohne Color Protect (E3761\_1, unten) und mit Color Protect (E3761\_2, oben) nach der Reinigung. Die Prüflinge mit Color Protect (E3761\_2, oben) sind nach der Reinigung optisch sauber. Auf den Prüflingen ohne Color Protect (E3761\_1, unten) ist nach der Reinigung noch ein leichter grüner Schleier erkennbar.

## 7 Literatur

DIN EN 15457-2007-10 (D): (Beschichtungsstoffe – Laborverfahren für die Prüfung der Wirksamkeit von Filmkonservierungsmitteln in einer Beschichtung gegen Pilze

DIN EN 15458-2007-10 (D): (Beschichtungsstoffe – Laborverfahren für die Prüfung der Wirksamkeit von Filmkonservierungsmitteln in einer Beschichtung gegen Algen