

# SlagSil

**SYSTEM**

**System für ausblühungsfreie und  
salzwasserbeständige Betonbauteile**



Wasserdurchlässiger Stein mit Maleki-SlagSil



Wasserdurchlässiger Stein ohne Maleki-SlagSil

# Maleki-SlagSil

## | Was ist Maleki-SlagSil?

Maleki-SlagSil ist das Ergebnis von 4-jähriger Forschungs- und Entwicklungsarbeit an einer neuen Betonformulierung. Das Ergebnis der durchgeführten Untersuchungen an Pflastersteinen, Betonfertigteilen und Schweinespaltplatten ist eine einzigartige Formulierung des Betons, mit herausragenden Eigenschaften:

- Ausblühungsfreie Pflastersteine bzw. Betonteile
- Dauerhafte Salzwasserbeständigkeit
- Höhere Frost-/Tau-/Salzbeständigkeit
- Höhere Druckfestigkeit
- Frühere Stapelbarkeit (für Pflastersteine)
- Erhöhung der Frühfestigkeit
- Dauerhaft verbesserte Säurebeständigkeit
- Umweltfreundliche Rohstoffnutzung

### **Was ist Maleki-SlagSil?**

Bei Maleki-SlagSil handelt es sich um eine stöchiometrisch angepasste Betonformulierung. Beim Einsatz von extra angepasstem Hüttensand und unserer silikatischen Flüssigkeit Maleki-DW 100 ist es möglich, Zement zu ersetzen und gleichzeitig einige interessante Vorteile zu erreichen, die bis jetzt nicht dauerhaft möglich waren. In dieser Formulierung werden Zementanteile im Beton durch Hüttensand 1:1 ersetzt. Die Vergütung von Mörteln oder Beton mit Hüttensand oder anderen Sekundärrohstoffen bedarf jedoch genauester Einstellung auf den jeweiligen Anwendungsfall um ein optimales Ergebnis zu erreichen.

Hüttensand ist ein latent hydraulischer Rohstoff, welcher sehr langsam reagiert und dadurch mehr Zeit für die Entwicklung seiner Druckfestigkeit benötigt als Portlandzement. Mit der stöchiometrisch angepassten Kombination aus Hüttensand und unserem flüssigen silikatischen Aktivierungsmittel Maleki-DW 100 erreicht man sogar eine höhere Druckfestigkeit und das Produkt bringt zusätzlich die oben genannten Vorteile mit sich.

Maleki-DW 100 wird mit dem Anmachwasser zu der Betonmischung zugegeben.

# Maleki-SlagSil

| Betonvergütung mit  
Sekundärrohstoffen



## **Betonvergütung mit Sekundärrohstoffen - Maleki Technologie für nachhaltiges Bauen**

Die Maleki GmbH beschäftigt sich seit der Firmengründung im Jahre 2007 vor allem mit dem effektiven Einsatz und dem damit verbundenen Upcycling verschiedenster Sekundärrohstoffe und hat dies als Teil der Firmenphilosophie verinnerlicht. Neben der Reduktion von Kohlendioxidemissionen hat sich das Unternehmen die Entwicklung und Herstellung von umweltfreundlichen und hochwertigen Bauprodukten zum Ziel gesetzt.

## **Maleki-SlagSil als wichtiger Bestandteil in Mörteln und Beton, um dauerhaften Schutz zu gewährleisten.**

Zementbasierte Materialien wie Beton weisen nach der Aushärtung bzw. Hydratisierung die festigkeitsgebenden Calciumsilikathydrate (CSH) und  $\text{Ca(OH)}_2$  (Portlandit) auf. Während Portlandit beim Stahlbeton wichtige Funktionen des Korrosionsschutzes der Bewehrung übernimmt, ist es ebenfalls verantwortlich für unerwünschte Betonkorrosion. Säuren können  $\text{Ca(OH)}_2$  zu Salzen lösen, die sich auf der Oberfläche als Ausblühungen darstellen.

Der effizienteste Schutz der beschriebenen Materialien besteht in der Umwandlung von betoneigenen Calcium-Ionen in stabile Calciumsilikathydrat-Phasen, die gegen Schadstoffe dauerhaft beständig sind. Die Umwandlung der Molekülstruktur wird durch ein speziell abgestimmtes Bindemittelsystem erreicht. Dabei wird der Anteil an Portlandit im Endprodukt effektiv bis auf ein Minimum verringert und die Beständigkeit gegen verschiedenste korrosive Einflüsse deutlich erhöht.

Dieser Effekt konnte in Zusammenarbeit mit externen Prüfstellen mittels Röntgenanalyse nachgewiesen werden.



# Maleki-SlagSil

| Verbesserung der Säurebeständigkeit



Prüfbericht  
Nr. 160502-28-MAL-16-05

Portlanditgehalt von Betonproben mit und ohne Maleki-SlagSil und Verknüpfung mit der Neigung zu weißen Ausblühungen auf der Betonoberfläche.

	Portlandit im Endprodukt	Ausblühungen auf der Oberfläche
Mit Maleki-SlagSil	0,3 %	Nein
Ohne Maleki-SlagSil	2,8 %	Ja

## Verbesserung der Säurebeständigkeit

Betonspaltplatten ohne Maleki-SlagSil (links) und mit Maleki-SlagSil (rechts) nach 120-tägiger Einlagerung in 0,5% Schwefelsäure. Bei der linken Probe ist die angegriffene Betonoberfläche deutlich erkennbar. Die konventionelle Formulierung bietet eine Angriffsfläche für korrosive Substanzen.

Nach der Säurelagerung kommt es bei dem behandelten Prüfkörper zu keiner Schädigung des Betongefüges. Das Maleki-SlagSil System schützt den Beton durch die Anpassung der Formulierung somit effektiv vor schädlichen Einflüssen.



Unbehandelte Probe



Behandelte Probe

# Maleki-SlagSil

## | Reduktion von Ausblühungen



FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR SILICATFORSCHUNG ISC  
FRAUNHOFER-PROJEKTGRUPPE FÜR WERTSTOFFKREISLÄUFE UND RESSOURCENSTRATEGIE IWKS

Tabelle 2: Ergebnisse der quantitativen Phasenanalyse mittels Rietveld-Methode (in Massenprozent)

Probenbezeichnung		Quarz	Alkalifeldspäte	Kalzit	Portlandit	Übriger
IWKS	Auftraggeber	SiO <sub>2</sub>	(K/Na)AlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	CaCO <sub>3</sub>	Ca(OH) <sub>2</sub>	Mineralbestand
Industriepflastersteine (Nullprobe)	4	81,3	0,9	11,4	2,9	3,5
Industriepflastersteine mit SlagSil	5	73,4	7,5	-	0,2	18,9
WD-Steine (Nullprobe)	6	79,7	1,3	10,8	3,6	4,6
IWD-Steine mit SlagSil	7	66,6	4,6	2,9	0,2	25,7

Im Gegensatz zu Zement kann ein latent-hydraulisches Bindemittel nicht alleine mit Wasser reagieren, sondern benötigt dazu eine Anregung durch andere Stoffe. Bei der Zugabe von Maleki-DW 100 in Anmachwasser wird Hüttensand angeregt. Durch diese Anregung und den chemischen Charakter werden freie Ca-Ionen zu Calciumsilikathydrate (CSH) gebunden. Hierdurch werden die oben genannten Vorteile erreicht. Im Hüttensand finden vergleichbare Erhärtungsprozesse (CSH-Phasen) statt wie im Portlandzement, jedoch entstehen hier keine überschüssigen Ca-Ionen. Portlandit, oder Calciumhydroxid, ist ein Überschussprodukt, welches bei der Erhärtung des Portlandzements entsteht. Aufgrund seiner Reaktivität ist das Portlandit Hauptangriffspunkt für aggressive Medien. Im Laufe der Nutzungszeit eines Bauwerkes oder Bauteils bildet sich aufgrund der Karbonatisierungsreaktion des Portlandits oder durch Salz- bzw. Säurebelastungen unlösliches Ca-Salz welches sich durch weiße Ausblühungen auf der Betonoberfläche zeigt. Als Folge des Überschusses von Portlandit treten im späteren Verlauf Korrosionsschäden und Abwitterungsreaktionen durch Säureangriffe oder einen unzureichenden Frost-Tausalz-Widerstand auf.

# Maleki-SlagSil

| Verbesserte Frost-Tausalz-Beständigkeit

Diagramm 1: Ermittlung des Frost-Tausalz-Widerstandes unterschiedlicher Pflastersteintypen nach DIN EN 1340.

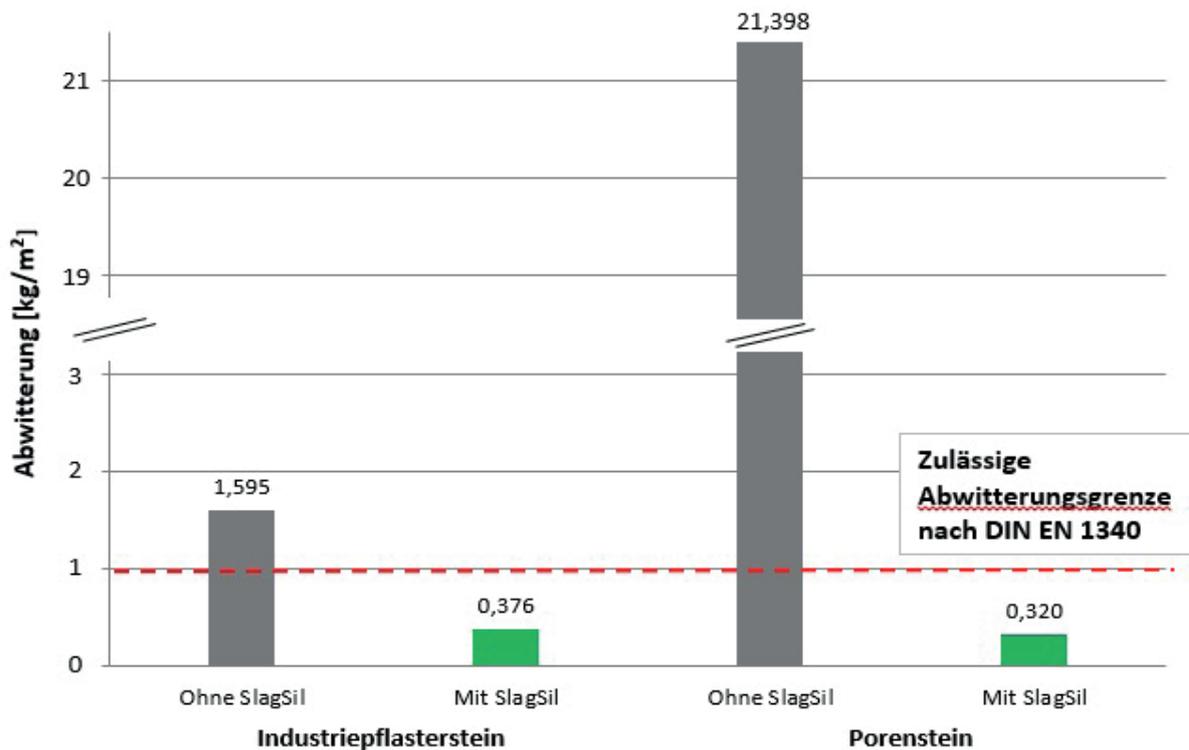


Tabelle 2: Ergebnisse der Prüfung des Forst-Tausalz-Widerstandes nach DIN EN 1340

	Industriepflasterstein	Porenstein
Mit <u>SlagSil</u>	Prüfung bestanden (0,376 kg/m <sup>2</sup> )	Prüfung bestanden (0,320 kg/m <sup>2</sup> )
Ohne <u>SlagSil</u>	Prüfung nicht bestanden (1,595 kg/m <sup>2</sup> )	Prüfung nicht bestanden (21,398 kg/m <sup>2</sup> )

Im SlagSil-System dient das Portlandit der Anregung des Hüttensandes und wird selber während der Erhärtung verbraucht. Damit können die eigentlich schädlichen Überschüsse aus der Zementerhärtung effektiv genutzt werden. Auf diese Weise ist es möglich den Zementgehalt im Beton oder Mörtel deutlich zu senken, da der Hüttensand ebenfalls einen Beitrag zur Festigkeit leistet. Die Hüttensanderhärtung führt durch eine längere Nachhärtung in den meisten Fällen zu einem dichteren Porengefüge und damit zu einer höheren Festigkeit gegenüber konventionellem Portlandzement (Diagramm 2).

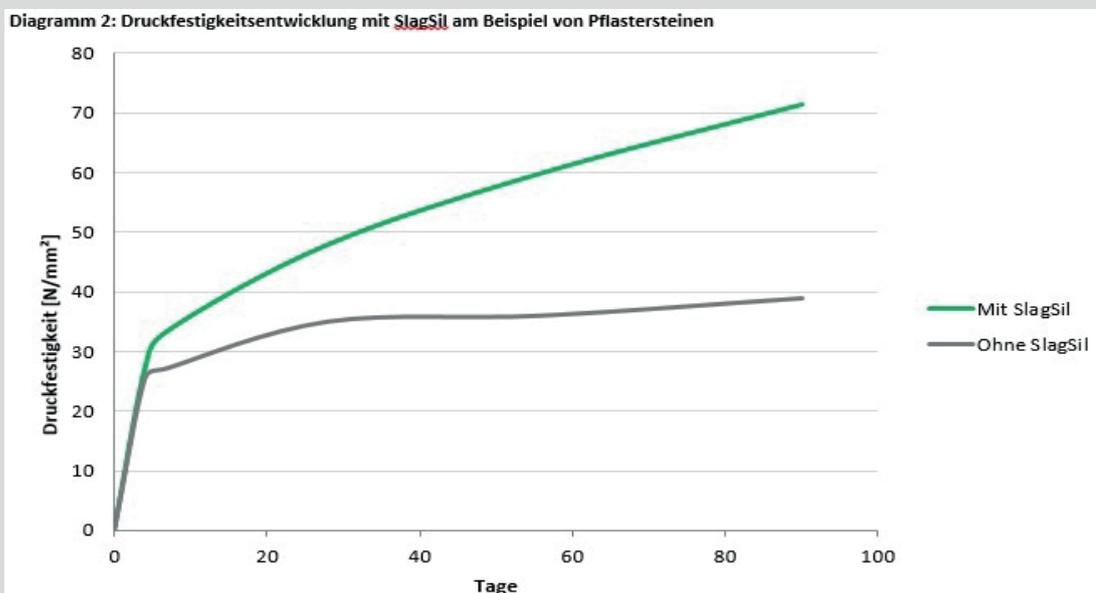
# Maleki-SlagSil

| Erhöhung der Druckfestigkeit  
& Reduktion von Zement



## Anwendung im Werk

Die Zugabe von Hüttensand und Maleki-DW 100 führt sowohl im Trockenmörtel als auch im Beton zur effektiven Reduktion des Portlanditgehalts und damit zur Erhöhung der chemischen und physikalischen Beständigkeit. Durch die länger anhaltende Durchhärtung lassen sich festere, dichtere und vor allem spannungsärmere Produkte entwickeln. Die Vergütung von Mörteln oder Beton mit Hüttensand oder anderen Sekundärrohstoffen bedarf jedoch genauester Einstellung auf den jeweiligen Anwendungsfall um ein optimales Ergebnis zu erreichen. Maleki-DW 100 wird während des Produktionsprozesses dem Anmachwasser hinzugegeben und kann so ohne großen Aufwand eingesetzt werden. Die silikatischen Inhaltsstoffe können so von Beginn an im gesamten Produkt wirken.



Ohne Maleki-SlagSil



Mit Maleki-SlagSil

# Maleki-SlagSil

## | Betonvergütung mit Sekundärrohstoffen

Eine nachträgliche und aufwändige Behandlung mit verschiedensten Beschichtungs- und Imprägniermaterialien ist somit nicht mehr notwendig. Konventionelle Imprägnierungsmittel auf Silan-Siloxanbasis sorgen zudem nur für eine oberflächliche Hydrophobie und schützen nicht dauerhaft. Mit der Zugabe von Maleki-DW 100 wird zunächst die Aushärtung des Betons beschleunigt. Die Wartezeiten bis zur Stapelbarkeit des fertigen Endprodukts können sich je nach Formulierung um mehr als 50% verringern. Dadurch lassen sich Produktion und Lagerung deutlich effektiver gestalten.

Die Maleki GmbH versteht sich hier als Dienstleister für die Einstellung und Optimierung Ihrer Formulierung. Zusätzlich zur einfachen Reduktion von Portlandzement können auch gezielt bestimmte Eigenschaften optimiert werden.



Spaltboden ohne Maleki-SlagSil



Spaltenboden mit Maleki-SlagSil

Maleki GmbH  
Carl-Stolcke-Str. 1  
D - 49090 Osnabrück

Tel: +49 541-2024799-0  
Mail: [info@malekigmbh.com](mailto:info@malekigmbh.com)  
Web: [www.malekigmbh.com](http://www.malekigmbh.com)

