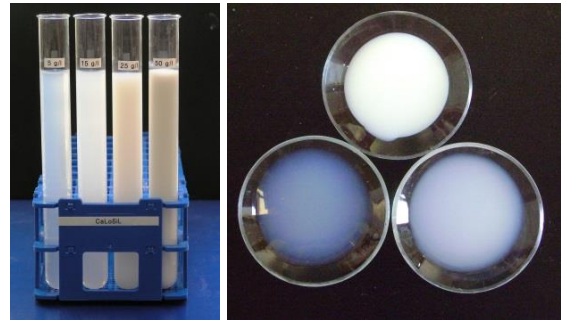


Technisches Merkblatt

CaLoSiL® Produkte

Nanokalk



Anwendung von Nanokalk

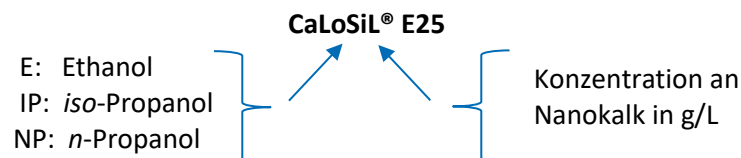
Nanokalk ist die Bezeichnung für feinste Partikel von Luftkalk (Weißkalkhydrat, Calciumhydroxid), die stabil in unterschiedlichen Alkoholen dispergiert sind. Nanokalk-Dispersionen werden hauptsächlich zur

- strukturellen Festigung von Putzen, Steinen und Mörteln,
- Festigung von pudernden, sandenden Oberflächen,
- Festigung von Wandmalerei

allein oder in Kombination mit Kieselsäureestern (KSE) eingesetzt. Die festigende Wirkung beruht auf der Bildung von Calciumcarbonat (CaCO_3) durch eine Reaktion mit atmosphärischen CO_2 oder durch die Bildung von Kieselgelen bei einem Einsatz in Kombination mit KSE.

Eigenschaften

Die Nanokalk-Dispersionen basieren auf Kalkpartikeln im Korngrößenbereich von 50 nm bis 250 nm. Sie sind damit etwa 100-mal kleiner als konventioneller Sumpfkalk. Zur Vermeidung von Koagulationserscheinungen sind die Partikel in verschiedenen Alkoholen dispergiert. Aus der Produktbezeichnung können Zusammensetzung und Konzentration abgelesen werden.



Bei einem Verdunsten des Alkohols werden in den behandelten Bereichen Kalkpartikel abgeschieden. Diese wandeln sich, in Gegenwart von ausreichend Luftfeuchtigkeit (> 70 % RH), analog zu konventionellem Luftkalk, durch Reaktion mit atmosphärischem Kohlendioxid in Calciumcarbonat um.

Alle Produkte benetzen Stein-, Putz und Mörteloberflächen sehr gut. Die unterschiedlichen Alkohole sind durch unterschiedliche Verdunstungsgeschwindigkeiten gekennzeichnet, welche in der Reihenfolge Ethanol > *iso*-Propanol > *n*-Propanol abnehmen.

Die CaLoSiL®-Produkte sind nahezu wasserfrei (Alkoholgehalt > 92 Vol.-%). Damit können auch Materialien behandelt werden, bei denen ein Wassereintrag zu Schädigungen führen würde. Alle CaLoSiL®-Produkte sind untereinander vollständig mischbar und können mit Ethanol, *iso*-Propanol bzw. *n*-Propanol in jedem Verhältnis verdünnt werden. Ein Mischen mit Wasser ist jedoch nur in sehr geringem Maße möglich. Es kommt ansonsten sehr schnell zur Bildung gelförmiger Systeme, die in poröse Materialien nicht oder nur sehr schwer eindringen.



Verfügbare Produkte

Folgende Standardprodukte sind verfügbar:

- CaLoSiL® E5, E25 und E50
- CaLoSiL® IP5, IP15 und IP25
- CaLoSiL® NP5, NP15 und NP25

Andere Konzentrationen sowie spezielle Lösungsmittel sind auf Anfrage möglich. Alle Produkte werden in 0,1 L, 0,5 L, 1 Liter, 5 Liter und 10 Liter Gebinden geliefert. Die IP- bzw. NP-Produkte enthalten herstellungsbedingt geringe Anteile an Ethanol. Zum Testen und Kennenlernen der Produkte sind die Musterboxes „Malschichten“ Fresco“, „Sortiment“ und „Test-Kit“ verfügbar.

Spezialprodukte sind CaLoSiL® grau, CaLoSiL® pastös und CaLoSiL® mikro. Diese werden in separaten Technischen Datenblättern vorgestellt.

Anwendungshinweise

Die Nanokalk-Dispersionen können analog zu konventionellen Steinfestigern durch

- Auftropfen,
- Tränken / kapillares Saugen / Vakuumimprägnation,
- Injizieren,
- Sprühen,
- Nutzung von Syphonpumpen

auf die zu behandelnden Materialien aufgebracht werden. Ein Auftrag mittels Pinsel oder Bürste wird demgegenüber nicht empfohlen. Durch die damit verbundene mechanische Beanspruchung der Oberfläche werden feinste Partikel mobilisiert und transportiert, die dann zu einem Verschließen von Poren führen, so dass ein Eindringen der Nanokalk-Dispersionen gestört wird.

Die Eindringtiefe wird von einer Vielzahl von Faktoren, z. B. von:

- Struktur und Oberflächenbeschaffenheit des zu behandelnden Materials,
- Porosität und Saugvermögen,
- Feuchtigkeitsgehalt des Steines,
- Temperatur und Luftfeuchtigkeit

bestimmt und kann nur schwer vorhergesagt werden. Wesentlich ist, dass bei einem Stofftransport in porösen Systemen Kapillarität eine wesentliche Rolle spielt. D.h., kapillare Transportvorgänge sind sowohl hinsichtlich eines Eindringens als auch bei einem Verdunsten des Alkohols essentiell. Dabei ist die kapillare Steighöhe der Alkohol basierten Nanokalkdispersionen geringer als die von Wasser.

Verwitterte, poröse Materialien sind oftmals, bedingt durch Schmutzpartikel oder biologischen Bewuchs, durch hydrophobe Porenoberflächen gekennzeichnet. Durch eine Vorbehandlung mit Ethanol oder Wasser/Ethanol-Gemischen kann das Eindringen der Nanokalk-Dispersionen signifikant verbessert werden. Dies sollte 24 h vor der eigentlichen Festigung erfolgen, wobei es wesentlich ist, dass die Flächen in diesem Zeitraum wieder abtrocknen. Anwesendes, überschüssiges Wasser führt zu einer Koagulation der Nanokalk-Partikel und kann damit die Bildung eines Weißschleiers begünstigen.

Insbesondere bei relativ dichten, gering porösen Substraten haben hoch konzentrierte CaLoSiL® Produkte nur geringe Eindringtiefen. Auf Mörteln oder Putzen vorhandene dichte Sinterschichten verhindern ebenfalls ein Eindringen. Zur Behandlung tiefer liegender, entfestigter Bereiche sind die Nanokalk-Dispersionen über feinste Bohrungen in die entsprechenden Bereiche einzubringen.

Eine wiederholte Anwendung gering konzentrierter Nanokalk-Dispersionen ist generell erfolgversprechender als der einmalige Einsatz einer hoch konzentrierten.

Die Bildung eines Weißschleiers kann auf zwei, sich vollständig unterscheidende, Ursachen zurückgeführt werden:



- A) Insbesondere bei gering porösen Materialien, dichten Oberflächen und feuchtem Untergrund sowie bei Einsatz von hoch konzentrierten CaLoSiL® Produkten ist eine Weißschleierbildung auf ein ungenügendes Aufnahmevermögen des Substrates zurückzuführen. Es verbleiben Reste der Nanokalk-Dispersionen an der Oberfläche, die nach einem Verdunsten des Alkohols als dünne, weiße Schichten vorliegen. Eine Vorgehensweise, dass zunächst mit verdünnten Lösungen begonnen wird und dann sukzessive die Konzentration erhöht wird, hat sich als vorteilhaft erweisen. Generell ist überstehende Lösung abzuwischen oder mit einem Schwamm aufzusaugen
- B) Bei einem zu schnellen Verdunsten des Lösungsmittels werden die feinen Kalkpartikel zusammen mit dem Alkohol zurück an die Oberfläche transportiert, wo sie sich in Form eines weißen Überzuges zeigen. Dies kann durch folgende Möglichkeiten verhindert werden:
- Arbeiten bei geringen Temperaturen, keine direkte Sonneneinstrahlung, kein Wind.
 - „Einpacken“ behandelter Bereiche mit Plastikfolie, um ein zu schnelles Verdunsten zu vermeiden.
 - Vorsichtiges Nachsprühen von Wasser. Aufgrund der höheren Kapillarität „schiebt“ Wasser die Nanokalk-Dispersion in das Substrat und verhindert gleichzeitig ein zu schnelles Verdunsten.
 - Nachbehandlung durch ein Aufsprühen einer 0,5 Ma.-%igen Lösung von Hydroxypropylcellulose in einem Ethanol/Wasser Gemisch (1:1).
 - Zusatz geringer Mengen an CaLoSiL®-mikro zu den Nanokalk-Dispersionen.

Bei einem mehrfachen Auftrag, z.B. zur Erzielung höherer Festigkeiten als bei einer einmaligen Anwendung, ist es nicht notwendig, dass der Alkohol vollständig verdunstet ist, bevor ein zweiter Auftrag erfolgt. Die Carbonatisierung wird in hohem Maße von anwesender Luftfeuchtigkeit bestimmt. Es wird generell empfohlen, behandelte Bereiche mit feuchten Tüchern abzuhängen oder Feuchtigkeit durch ein vorsichtiges Nachsprühen Wasser zur Verfügung zu stellen. Dies sollte ein- oder mehrmals innerhalb einer Woche nach der Anwendung erfolgen.

Die erreichbare Festigung hängt von den eingebrachten Anteilen an Nanokalk ebenso ab, wie von den Ausgangscharakteristika der Substrate. Eine Verfüllung des Porenraumes ist nicht notwendig. Das gebildete Calciumcarbonat festigt durch die Bildung von Brücken zwischen einzelnen, losen Komponenten. Diese Rissüberbrückung gewährleistet, dass die Wasserdampfdiffusionsfähigkeit der Substrate nur geringfügig verändert wird.

Nanokalkdispersionen sind durch ein gutes Anbinden im Porenraum gekennzeichnet, wobei es zu einer signifikanten Brückenbildung zwischen losen Bestandteilen kommt.

Der Verlauf der Carbonatisierung kann durch das Aufsprühen einer alkoholischen Lösung von Phenolphthalein verfolgt werden. Sollte sich eine violette Verfärbung ergeben, so ist unumgesetzter Nanokalk anwesend (pH-Wert > 8...10). Erfolgt keine Verfärbung, so liegt Calciumcarbonat vor.

CaLoSiL® und Kieselsäureester

Die Festigung von carbonatischen Materialien durch den Einsatz von Kieselsäureestern (KSE) ist oftmals schwierig, teilweise unmöglich. Es erfolgt keine oder nur eine ungenügende Anbindung an die calcitischen Oberflächen. Dies kann durch eine kombinierte Anwendung mit Nanokalk-Dispersionen umgangen werden. Im ersten Schritt erfolgt Auftrag der CaLoSiL®-Nanokalk Dispersionen, auf welchen dann der Einsatz von Kieselsäureestern folgt. Dabei ist es wichtig, dass zwischen deren Einsatz eine Unterbrechung von ca. 24 Stunden liegt. Diese Zeit ist notwendig, um eine möglichst vollständige Verdunstung des Alkohols zu gewährleisten. Eine längere Unterbrechung führt demgegenüber zu einer beginnenden Carbonatisierung, welche dann eine Anbindung der sich bildenden Kieselgele wieder erschwert. Prinzipiell ist es mehrmalige Vorbehandlung mit Nanokalkdispersionen möglich, die dann zu einer erhöhten Festigung führen. Wichtig ist, dass die Anwendung des Kieselsäureesters wiederum ca. 24 Stunden nach dem Abschluss des Einsatzes von CaLoSiL® erfolgt.



Bei einer zeitlich aufeinander folgenden Anwendung von Nanokalk und KSE ist eine, gegenüber einer Einzelanwendung der Komponenten, signifikante Festigkeitsteigerung zu verzeichnen. Diese ist auf folgende, sich überlagernde Effekte zurückzuführen:

- Die sich bei der primären Behandlung mit Nanokalkdispersionen ausbildende $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Schicht
- wirkt als Haftvermittler. Die nach einem Verdunsten des Alkohols abgeschiedenen $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Schichten ermöglichen ein direktes Anbinden der sich bildenden Kieselsäure-Polymerisate.
- Der alkalische Charakter der $\text{Ca}(\text{OH})_2$ -Schichten führt zu einer beschleunigten Hydrolyse der KSE und bewirkt damit eine schnellere Ausbildung eines hydrophilen Charakters der behandelten Flächen.

Die kombinierte Anwendung von Nanokalkdispersionen und KSE führt zu einem deutlich verbesserten Anbinden der Kieselsäureester an das Substrat, insbesondere wenn es sich dabei um carbonatische Materialien oder Gesteine handelt, die durch die Bildung von Schuppen und Abplatzungen geschädigt wurden. Gleichzeitig ist ein signifikant reduziertes Schrumpfverhalten zu finden. Die Kombination von Nanokalkdispersionen und konventionellen Kieselsäureestern eröffnet eine Vielzahl von neuen Anwendungsmöglichkeiten, insbesondere dort, wo der alleinige Einsatz eines Festigungsmittels an Grenzen stößt. So ermöglicht eine Vorbehandlung mit Nanokalkdispersionen eine strukturelle Festigung von Gesteinen, die für einen alleinigen KSE Einsatz ungeeignet sind.

Lagerung

Es wird eine kurzfristige Verarbeitung des Materials empfohlen, Lagerzeiten über 12 Monate sind zu vermeiden. Sollten bei der Lagerung der Originalgebinde Calciumhydroxidpartikel sedimentieren, so können diese durch Schütteln des geschlossenen Behälters problemlos wieder dispergiert werden. Die Anwendbarkeit wird dadurch nicht beeinflusst.

Geöffnete Gebinde sind möglichst kurzfristig zu verarbeiten. Insbesondere ein Feuchtigkeitseintrag ist zu vermeiden. Dieser führt zu einer Koagulation der Kalkpartikel und daraus resultierend zu deren Sedimentation.

Weiterführende Informationen

Detaillierte, weiterführende Informationen können aus einer Vielzahl von Fachartikeln entnommen werden. Besonders hingewiesen wird auf das Buch

Ziegenbalg, G., Drdacky, M., Dietze, D., Schuch, D. (editors): Nanomaterials in Architecture and Art Conservation, Pan Stanford Publishing, 2018, ISBN 978-981-4800-26-6

Dieses fasst den Stand des Wissens über Nanokalk umfassend zusammen, gibt einen Überblick über Mechanismen der Verwitterung von Stein, Putz und Mörtel und Möglichkeiten zur Charakterisierung von Steinfestigern auf der Basis von Labortests. Die Anwendung von Nanokalkdispersionen wird anhand von 16 unterschiedlichen Objekten detailliert diskutiert.

Sicherheit

Alle Produkte der CaLoSiL® Reihe sind leicht entzündlich und stark alkalisch. Bei einem Sprühen ist unbedingt zu beachten, dass Aerosole hoher Entflammbarkeit gebildet werden, deren Einatmung gleichzeitig gesundheitliche Schäden hervorrufen kann. Generell sind Handschuhe und Schutzbrille in Verbindung mit zweckmäßiger Kleidung zu tragen. Mögliche Zündquellen sind unbedingt vorher zu entfernen. Es ist auf eine ausreichende Belüftung zu achten.

Es wird generell das Anlegen einer Testfläche empfohlen. Bitte wenden Sie sich bei allen Fragen z.B. zur Handhabung, Anwendbarkeit, Reaktivität oder bezüglich der Auswahl des geeigneten Produktes direkt an uns. Wir bieten auch die Möglichkeit der Durchführung von Vorversuchen in unserem Labor an.

IBZ-Salzchemie GmbH & Co.KG

Schwarze Kiefern 4 • 09633 Halsbrücke • Tel.: +49 (0)3731 200155 • Fax: +49 (0)3731 200156
www.ibz-freiberg.de • info@ibz-freiberg.de



Bitte beachten Sie die in unseren Sicherheitsdatenblättern aufgeführten Richtlinien.

Stand: 11/2020

Vorstehende Informationen wurden nach dem neusten Stand der Entwicklung und Anwendungstechnik zusammengestellt. Da Anwendung und Verarbeitung außerhalb unseres Einflusses liegen, kann aus dem Inhalt dieser Anwendungshinweise keine Haftung des Herstellers abgeleitet werden.



IBZ-Salzchemie GmbH & Co.KG

Schwarze Kiefern 4 • 09633 Halsbrücke • Tel.: +49 (0)3731 200155 • Fax: +49 (0)3731 200156
www.ibz-freiberg.de • info@ibz-freiberg.de

