

Lösungen aus Hanf



Anwendungshandbuch
Beton und Mörtel aus Hanf

1. BERUFSGENOSSENSCHAFTLICHE VORSCHRIFTEN	Seite	3
2. BESCHREIBUNG DER INHALTSSTOFFE	Seite	3
2.1 Hanfzuschlag	Seite	3
2.2 Naturschnellzement Prompt	Seite	4
2.3 Tarda	Seite	4
2.4 Kalk	Seite	4
3. ANWENDUNGEN	Seite	5
3.1 Estriche	Seite	5
3.2 Fachwerk und Verschalungen	Seite	10
3.3 Dachisolierung	Seite	14
3.4 Putz	Seite	14
4. BERICHT ÜBER DIE ERSTELLUNG EINES ÖKOLOGISCHEN HAUSES AUS HANFBETON	Seite	19
5. ALTERNATIVE BAUWEISE MIT HANFBETON UND HANFBETON-STEINEN	Seite	22
6. TECHNISCHE UNTERSTÜTZUNG	Seite	23

1. BERUFSGENOSSENSCHAFTLICHE VORSCHRIFTEN

Die Anwendung von Hanfbeton auf der Baustelle muss den berufsgenossenschaftlichen Vorschriften entsprechen. Das verarbeitende Unternehmen muss die Charta für das Bauen mit Hanf

und die Empfehlungen in diesem Handbuch hinsichtlich der Nutzung des Naturschnellzements Prompt mit zulässigem Hanfzuschlag gemäß der berufsgenossenschaftlichen Vorschriften beachten.

2. BESCHREIBUNG DER INHALTSSTOFFE

Die Verwendung von Beton und Mörtel auf Hanfbasis auf der Baustelle erfordert die Beachtung der verschiedenen,

von Vicat in diesem Handbuch empfohlenen Inhaltsstoffe.

2.1 Hanfzuschlag

Hanf ist eine einjährige, holzige Pflanze aus der Familie der Hanfgewächse (Cannabaceae). Sie entwickelt innerhalb weniger Monate (April bis September) einen Stamm mit einer Höhe von 1,50 m bis 3,50 m. Aufgrund des schnellen Wachstums produziert Hanf eine erhebliche Biomasse, die auf diese Weise durch Fotosynthese eine große Menge CO₂ absorbiert und einlagert. Während des Wachstums einer Tonne Hanfstroh werden rund 1,7 Tonnen CO₂ absorbiert und ebenso viel Sauerstoff (nach Volumen gemessen) freigesetzt. Ein Hektar Hanf absorbiert während der Wachstumsphase bis zur Ernte zwischen 10 und 15 Tonnen CO₂.

Liefernachweis in Deutschland erhalten Sie von unserer Kundenberatung.

Der Hanfzuschlag weist die folgenden Merkmale auf:

- Länge: 20 bis 25 mm,
- Größe: 1 bis 4 mm,
- Rohdichte: 110 kg/m³,
- Farbe: sehr helles Beige bis Hellgrün,
- Reinheit: Faser- und Staubanteil < 2 %,
- Feuchtigkeitsgehalt: < 19 %.

Hanf besteht aus dem Korn (Hanfsamen), aus dem Speiseöl und Tierfutter hergestellt wird, sowie aus dem Stamm und Stroh. Das Stroh durchläuft eine Transformation, um die Bastfasern (aus denen Papierpaste, Kunststoffbestandteile und Isolierwolle hergestellt werden) von den Hanfschäben (dem holzigen Kern der Stängel) zu trennen.

Für Isolierputz wird derzeit das Produkt „C015“ von Technichanvre evaluiert, das nach Erteilung der Prüfzertifikate „C020“ ersetzen wird.

Für Fertigputz kann Technichanvre „C005“ verwendet werden. Nähere Informationen finden Sie im Datenblatt des Herstellers.

Der Hanfzuschlag wird durch Zerschneiden der Hanfschäben gewonnen. Zu seinen grundlegenden Eigenschaften zählen:

- Geringes Gewicht: Die Rohdichte beträgt 100 bis 110 kg/m³.
- Isolationsvermögen: Die Wärmeleitfähigkeit beträgt 0,048 W*m-1K-1.
- Fähigkeit, Wasser zu absorbieren: Hanf nimmt bis um das Vierfache seines Eigengewichts in nur einer Minute auf.

Der von Vicat für die hier vorgestellten Lösungen verwendete Hanfzuschlag wird vom französischen Unternehmen La Chanvrière de l'Aube hergestellt und unter der Bezeichnung „C020“ von der französischen Firma Technichanvre weiträumig vertrieben.



2.2 NATURSCHNELLZEMENT PROMPT

Der Naturschnellzement Prompt ist ein natürliches hydraulisches Bindemittel, das wie hydraulischer natürlicher Kalk bei geringen Temperaturen gebrannt und seit 150 Jahren nach dem gleichen traditionellen Verfahren hergestellt wird. Das Produkt wird als Zement bezeichnet, da das Gestein nach dem Brennvorgang im Gegensatz zum Kalk nicht gelöscht, sondern lediglich zerkleinert wird. Ohne mineralische oder organische Zusätze entspricht die Zusammensetzung dieses Bindemittels der von natürlichem hydraulischem Kalk, allerdings mit anderen Anteilen.

Das Produkt trägt die Kennzeichnung NF: NF P 15-314 (Naturschnellzement) und NF P 15-317 (Meerwasserarbeiten). Seit dem 13. Juni 2007 trägt das Produkt das CE-Zeichen gemäß der Europäischen Technischen Zulassung ETA-07/0019 - Zertifikat Nr. 0679-CPD-0227.

Dieses Produkt bietet im Rahmen unserer **Lösungen aus Hanf** folgende Merkmale:

- Kompatibilität mit Kalken: Das Produkt erhöht die Reaktionsfreudigkeit und Hydraulizität (bei Luftkalken)
- Durchlässigkeit von Wasserdampf bei Verwendung mit Hanfzuschlag oder Kalk
- schnelles Abbinden und Aushärten zur Absicherung von Bauten im Frühstadium
- steuerbares Abbinden durch Verwendung des Produkts Tarda, das ausreichend Zeit zum Mischen und Platzieren lässt.



2.3 TARDA

Tarda ist ein Abbindeverzögerer, bestehend aus 100 % Zitronensäure in Speisequalität. Hierbei handelt es sich um den effizientesten Verzögerer für den Naturschnellzement Prompt. Seine Anwendung ist unverzichtbar, wenn der Erstarrungsbeginn für eine einwandfreie Verarbeitung verlängert werden soll.

Hinweis: Zitronensäure ist biologisch abbaubar und weder für den Menschen, noch für die Umwelt giftig. Das Produkt kann jedoch bei längerem Kontakt mit den Schleimhäuten zu Reizungen und Verbrennungen führen. Daher sollten Vorsichtsmaßnahmen getroffen werden (z. B. Schutzhandschuhe tragen).

2.4 KALK


Kalk entsteht durch Brennen von Kalkstein bei niedrigen Temperaturen, dabei wird zwischen Luftkalk (aus reinem Kalkstein) und hydraulischem Naturkalk (aus Kalkstein mit einem geringen Silikatanteil) unterschieden. Nach dem Brennen wird der Branntkalk mit Wasser gelöscht. Luftkalk CL härtet bei Luftkontakt durch die Bindung mit CO₂ aus.

Neben der Erhärtung an der Luft bietet natürlich hydraulischer Kalk NHL, wie der Name bereits andeutet, hydraulische Eigenschaften (Aushärtung unter Wasser). Mineralogisch ähnelt letzterer eher dem Naturschnellzement Prompt.

Bei unseren **Lösungen aus Hanf** wird Kalk für die Vorbereitung von Putzmischungen empfohlen. Weitere Informationen finden Sie im Datenblatt des Herstellers.

3. ANWENDUNGEN

3.1 ESTRICHE

 Für diese Anwendung zulässige Orte müssen der Klasse P2* entsprechen.

3.1.1 Vorbereitung des Untergrunds

Estrich auf Naturboden

Hier ist der systematische Einsatz einer Sperrschicht erforderlich, um das Aufsteigen von Wasser aufgrund des Kapillareffekts zu vermeiden und den Estrich atmen zu lassen. Diese Sperrschicht setzt sich wie folgt zusammen:

- Eine erste, 15 cm dicke Schottererschicht mit einer Korngröße von 40 - 70 mm
- Eine zweite, 10 cm dicke Schottererschicht mit einer Korngröße von 20 - 40 mm

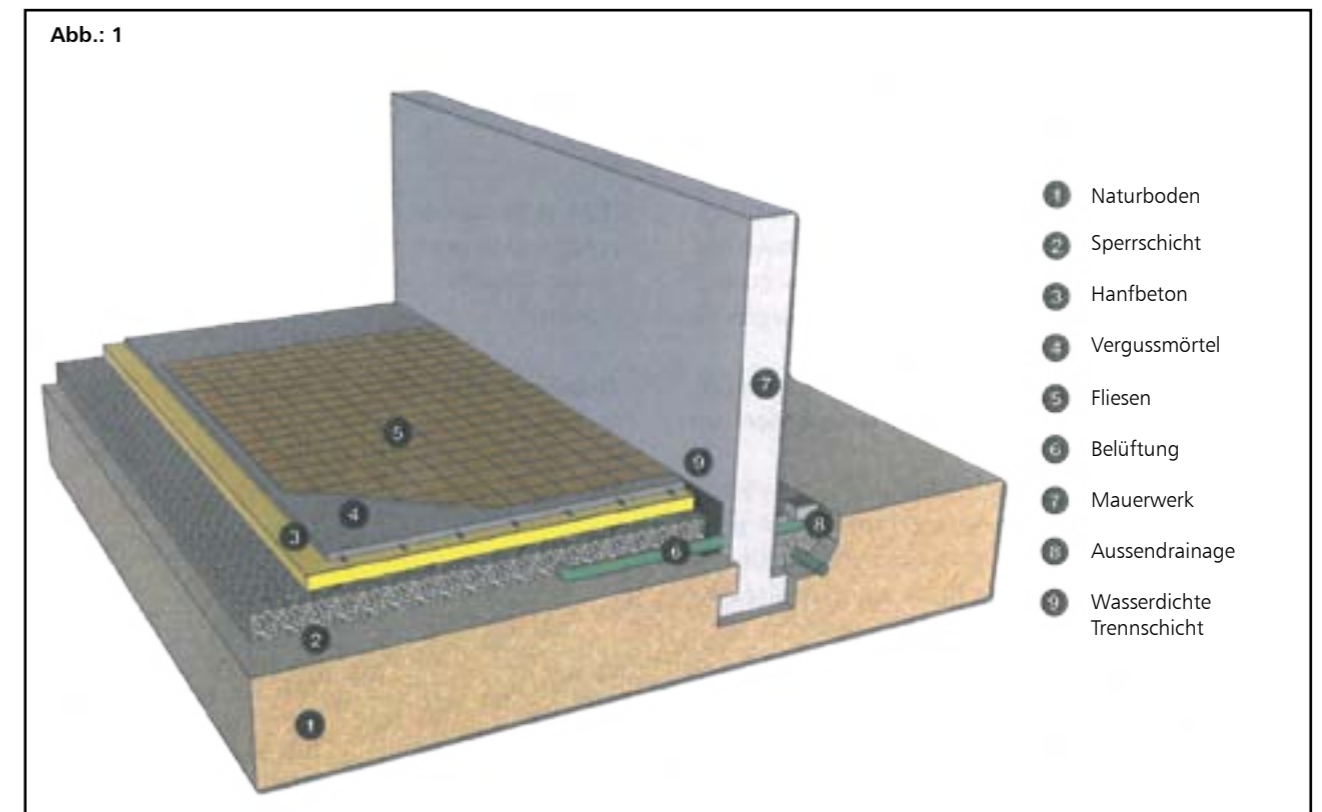
Diese Schüttung muss verdichtet werden.

Die Vorrichtung wird mit Drainagen mit einem Durchmesser von 10 cm versehen, die auf der Außenseite an Mauern mit verschiedener Ausrichtung münden. Um den Hanfbeton wird eine Drainage oder eine wasserdichte Trennschicht entlang des sehr feuchten Mauerwerks angelegt (Abb. 1). Die Verwendung von Hanfbeton als Estrich ist bei sehr feuchten Orten (mit Kanal, Bodenablauf etc.) untersagt.

Leichter Estrich

- Aufgrund seines geringen Gewichts kann Hanfbeton im Rahmen von Renovierungsarbeiten auch bei Holzböden in oberen Stockwerken verwendet werden.
- Um zu vermeiden, dass Wasser vom Estrich in den Holzboden gelangt, wird zuerst eine 2 cm dicke Schicht aus Hanfschäben auf den Holzboden gestreut und mit Naturschnellzement Prompt bestäubt. So kann der Estrich trocknen, ohne dass eine wasserundurchlässige Schicht notwendig ist.
- Die Anwendung einer Dampfsperre ist auf Holzböden untersagt (Beispiel in Abb. 3).

* P2: Orte ohne vorhersehbare, intensive Bewegungen: statischer Grenzwert von 20 kg/cm², keine Rollbewegungen (Ausnahme leichte Gegenstände, wie Sie in Wohnräumen zu finden sind).



Anmerkung: Diese Abbildungen sind nur zu Illustrationszwecken. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen und Fragen an unsere Kundenberatung.

3.1.2 Anwendungen

Gebrauchshinweis


Bei der Anwendung muss die Umgebungstemperatur zwischen 5 und 30 °C betragen.

Dosierung

Hanfzuschlag	Naturschnellzement Prompt	Tarda*	Wasser**
100 l	30 kg (1 Sack + 1/2 Eimer)	1 Fläschchen	25 l (Rührer) oder 27 l Betonmischmaschine

* Dosierung von Tarda je nach Temperatur für eine Anwendungsdauer von ca. 15 Minuten:
 Temperatur < 15 °C: 1 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 2 l Naturschnellzement Prompt
 Temperatur > 15 °C: 2 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 1 l Naturschnellzement Prompt

** Menge je nach gewünschter Konsistenz anpassen

 Vermeiden Sie zu viel Wasser, da dies die Dauerhaftigkeit beeinträchtigt.

Mischmethoden



Mischen mit der Betonmischmaschine

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:
 Hanfzuschlag + $\frac{3}{4}$ des Wassers + Tarda + Naturschnellzement Prompt + restliches Wasser



Mischen mit dem Betonmischer (Mindestkapazität 300 bis 500 l, nach Möglichkeit ohne Mittelachse oder Nabe)

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:
 $\frac{3}{4}$ des Wassers + Hanfzuschlag + Tarda + Naturschnellzement Prompt + restliches Wasser


Verlegen

Die Mischung muss homogen sein und der Hanfzuschlag muss gut vom Bindemittel umhüllt sein, ohne dass sich Klumpen bilden. Die Verarbeitungszeit (verbleibende Zeit) beträgt je nach der oben empfohlenen Dosierung von Tarda ca. 15 Minuten.

- Die erste Schicht ist ca. 5 cm dick. Sie wird mit einem Rechen geglättet und mit dem Fuß grob verdichtet.
- Die folgenden Schichten werden mit dem Rechen verteilt und mit dem Reibebrett geglättet oder leicht festgestampft, um die thermischen und akustischen Eigenschaften nicht zu beeinträchtigen. Das Aufbringen wird durch die Bearbeitung von 1 m bis 1,2 m breiten Abschnitten erleichtert.

- Am folgenden Tag ist der Estrich begehbar. Bei intensiver Nutzung empfiehlt es sich, mit Brettern einen Weg vorzugeben.

Die Mindestdicke des Estrichs beträgt 10 cm.

 Der Anwendungsort muss belüftet werden, um eine optimale Trocknung zu gewährleisten.

3.1.3 Technische Merkmale

- Dichte: 500 bis 600 kg/m³, je nach Verdichtung
- Druckfestigkeit: > 0,3 Mpa
- Wärmeleitfähigkeit: 0,07 W*m-1K-1 bei 0 % relativer Luftfeuchtigkeit

Tabelle des Wärmewiderstands

Dicke (cm)	10	15	20	25	30
R (m ² kW-1)	1,40	2,10	2,85	3,55	4,25

3.1.4 Verbrauch

Materialbedarf für 1 m³ je nach Verdichtung:

- 1.100 bis 1.200 l Hanfzuschlag
- 330 bis 350 kg Naturschnellzement Prompt

3.1.5 Bodenbelag

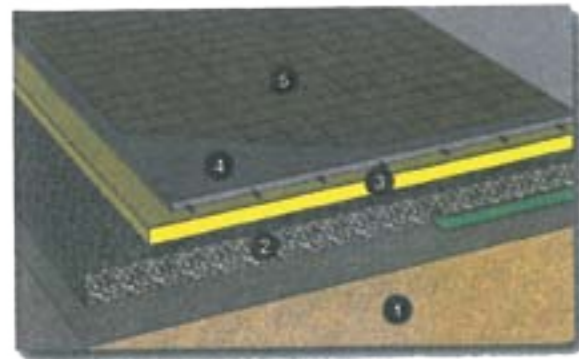
Vor dem Legen des Bodenbelags müssen sie sich unbedingt davon überzeugen, dass der Estrich vollständig ausgehärtet ist.

Die Aushärtungsdauer variiert je nach der Belüftung des Anwendungsorts, der Umgebungsfeuchtigkeit und der Dicke des Estrichs.

Als Richtwert kann bei einer Estrichdicke von 12 cm von einer Aushärtungsdauer von ca. 60 Tagen ausgegangen werden.

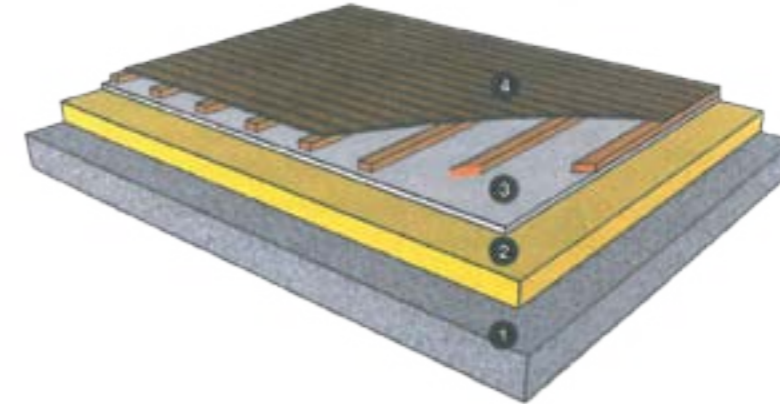
Alle verwendeten Bodenbeläge müssen unbedingt dampfdurchlässig sein.

Abb. 2: Schema für das Verlegen von Fliesen mit Vergussmörtel auf Hanfbeton



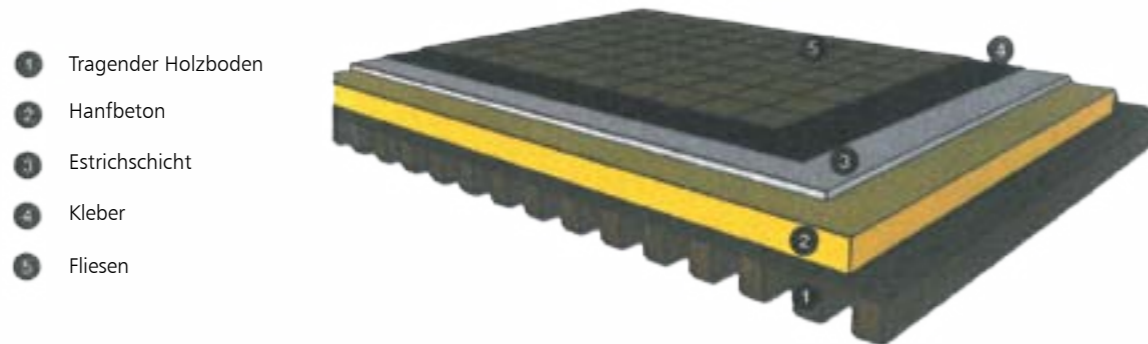
- 1 Naturboden
- 2 Sperrschicht
- 3 Hanfbeton
- 4 Vergussmörtel
- 5 Fliesen

Abb.: 5 Schema für das Verlegen von Holzfußbodenbelägen auf Spanplatten auf Hanfbeton



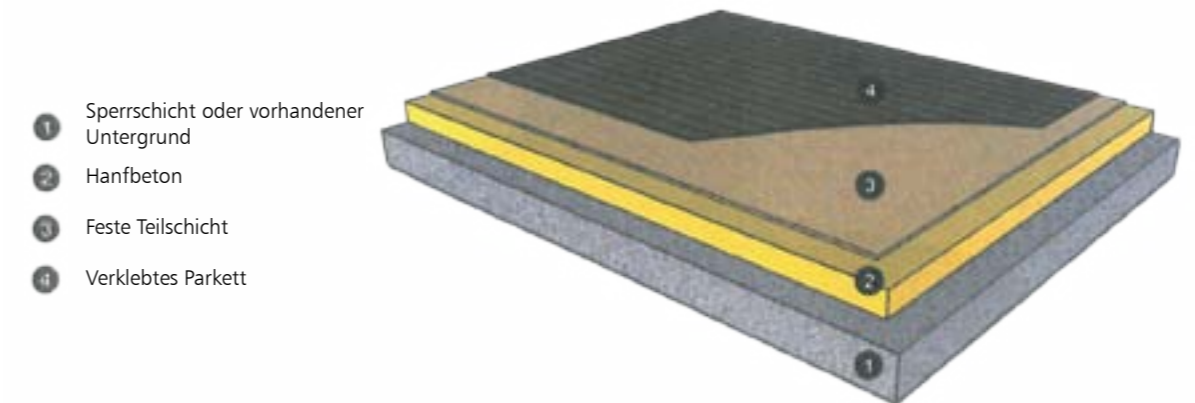
- 1 Sperrschicht oder vorhandener Untergrund
- 2 Hanfbeton
- 3 Feste Teilschicht
- 4 Holzfußboden auf Leisten

Abb. 3: Schema für das Kleben von Fliesen auf einer Estrichschicht auf Hanfbeton



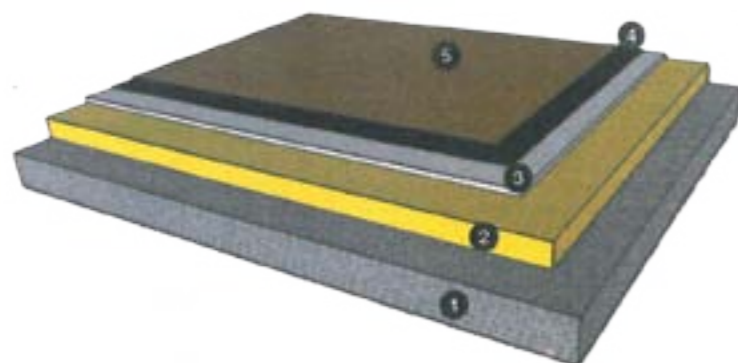
- 1 Tragender Holzboden
- 2 Hanfbeton
- 3 Estrichschicht
- 4 Kleber
- 5 Fliesen

Abb. 6: Schema für das Kleben von Parkett auf Spanplatten auf Hanfbeton



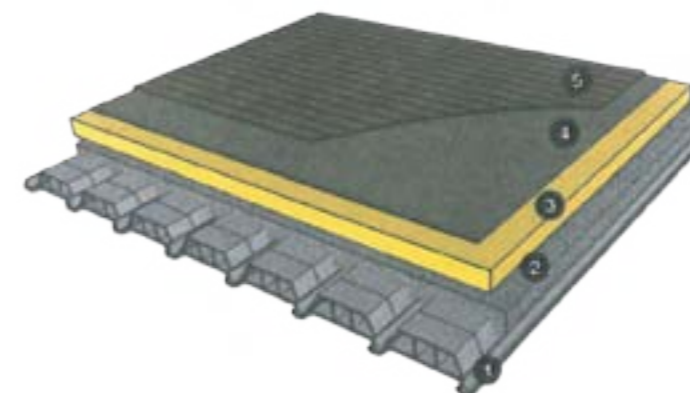
- 1 Sperrschicht oder vorhandener Untergrund
- 2 Hanfbeton
- 3 Feste Teilschicht
- 4 Verklebtes Parkett

Abb. 4: Schema für flexiblen Bodenbelag auf einer Estrichschicht (Dicke 3 bis 4 cm) auf Hanfbeton
Der flexible Belag muss dampfdurchlässig sein)



- 1 Sperrschicht oder vorhandener Untergrund
- 2 Hanfbeton
- 3 Estrichschicht
- 4 Kleber
- 5 Flexibler Belag

Abb. 7: Schema für schwimmend verlegtes Parkett auf dünner fester Teilschicht auf Hanfbeton



- 1 Spannbetonhohldecke
- 2 Estrich
- 3 Hanfbeton
- 4 Feste Teilschicht
- 5 Schwimmend verlegtes Parkett

Anmerkung: Diese Abbildungen sind nur zu Illustrationszwecken. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen und Fragen an unsere Kundenberatung.

Anmerkung: Diese Abbildungen sind nur zu Illustrationszwecken. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen und Fragen an unsere Kundenberatung.

3.2 FACHWERK UND VERSCHALUNGEN

3.2.1 Vorbereitung des Untergrunds

Fachwerk

Eine Holzleiste in der Mitte des Fachwerks anbringen. Weist das Fachwerk einen Abstand von mehr als 60 cm auf, müssen ein oder mehrere Sparren dazwischengesetzt werden.

- An der Innenseite müssen die tragenden Holzteile mit der nachfolgend angegebenen Mindestschicht aus Hanfbeton versehen werden (Abb. 9 und 10).
- Die Außenseite muss unbedingt mit einer Schutzschicht versehen werden (Fassadenverkleidung, Putz etc.). Eventuell einen Bereich mit einer Dicke von 15 bis 20 mm für Fertigputz vorsehen.

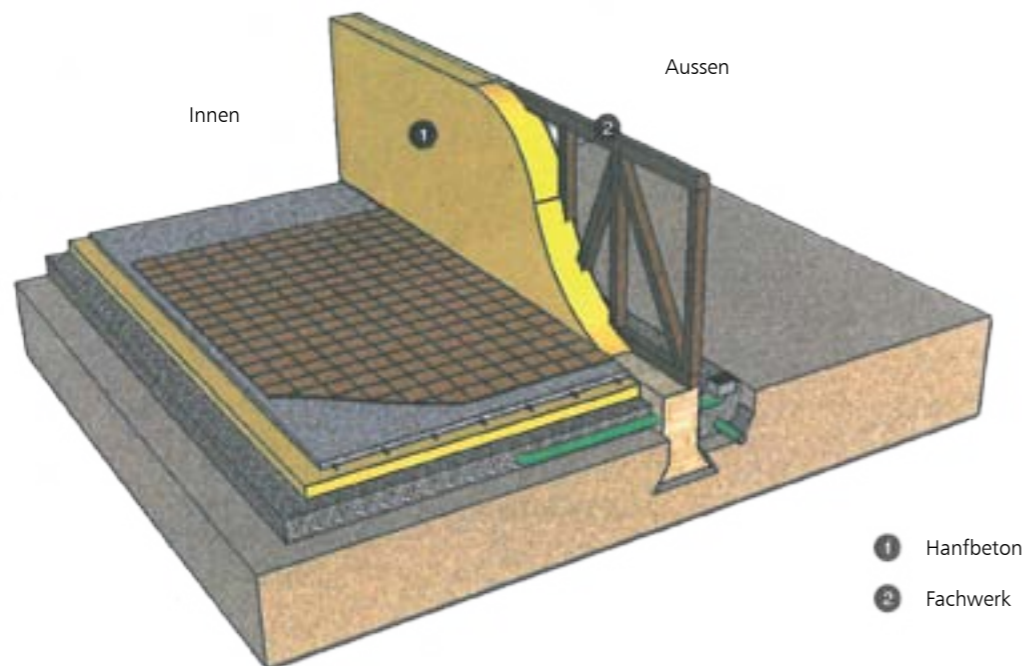


An den beiden Außenseiten einer Mauer darf kein sichtbarer Hanfbeton aufgetragen werden.



Vermeiden Sie sichtbare tragende Holzteile auf beiden Maueraußenseiten.

Abb. 8: Fachwerkschema



Anmerkung: Diese Abbildungen sind nur zu Illustrationszwecken. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen und Fragen an unsere Kundenberatung.

Verschalungen

a) Bei vorhandenem Mauerwerk

- Auf das saubere und solide Mauerwerk zuerst einen Anstricher aus einem Teil Naturschnellzement Prompt und zwei Teilen Sand auftragen.
- Vorab die Verschalungsbretter anbringen.

b) Bei tragenden Holzteilen

- Tragende Holzteile mit der nachfolgend angegebenen Mindestschicht aus Hanfbeton versehen (Abb. 9 und 10).
- Vorab die Verschalungsbretter anbringen.

Verschalungsdicke bei tragenden Holzteilen

Die Verschalung der tragenden Holzteile richtet sich nach deren Stärke, wie in der nachfolgenden Zeichnung angegeben (Abb. 9 und 10). Die Mindestdicke der Verschalung beträgt 7 cm. Tragende Holzteile mit einer Stärke von mehr als 8 cm können sichtbar bleiben.

Abb. 9: Mindestdicke der Verschalung (a) je nach Stärke (b) der tragenden Holzteile

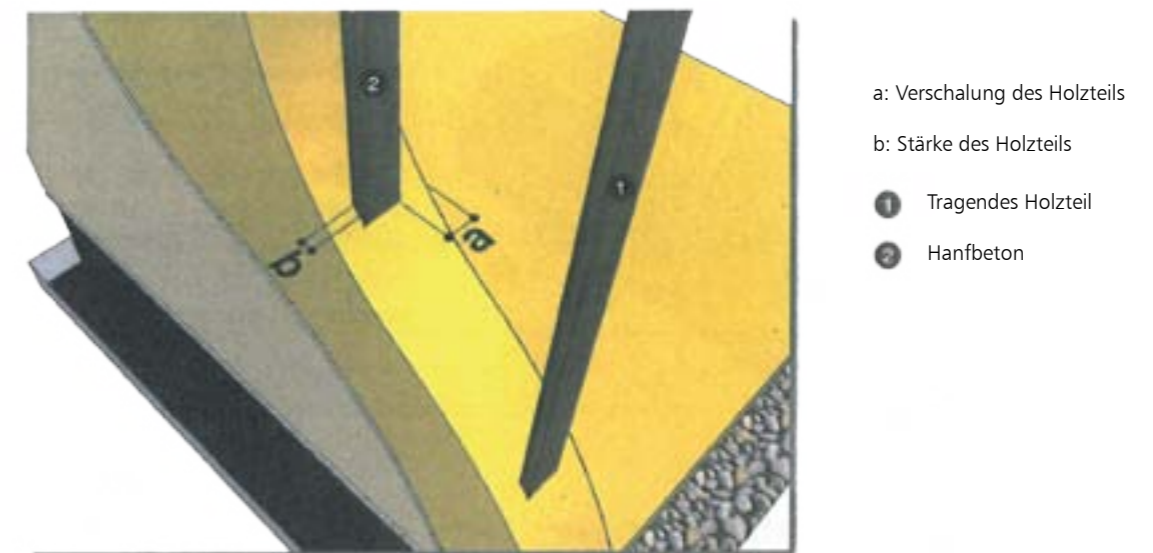
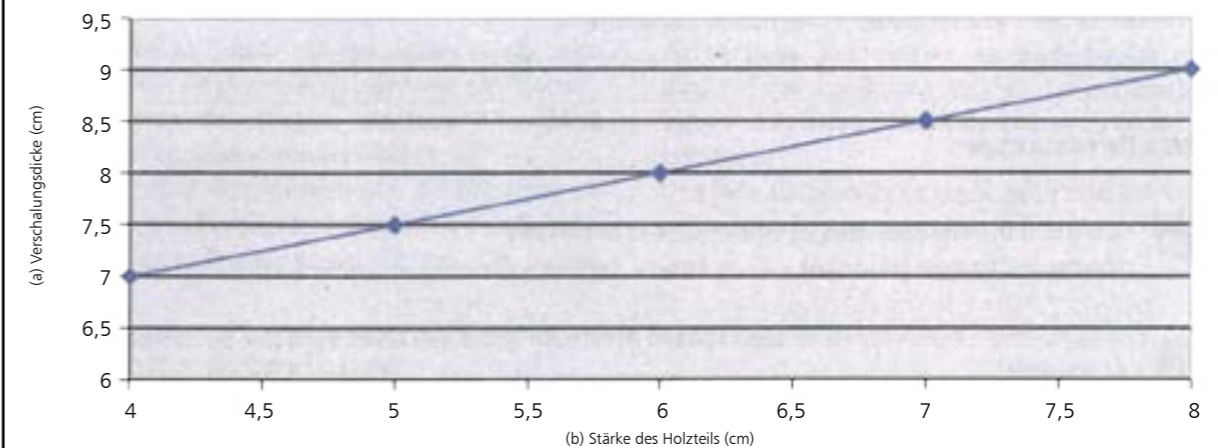


Abb. 10: Mindestdicke der Verschalung (a) je nach Stärke (b) des tragenden Holzteils

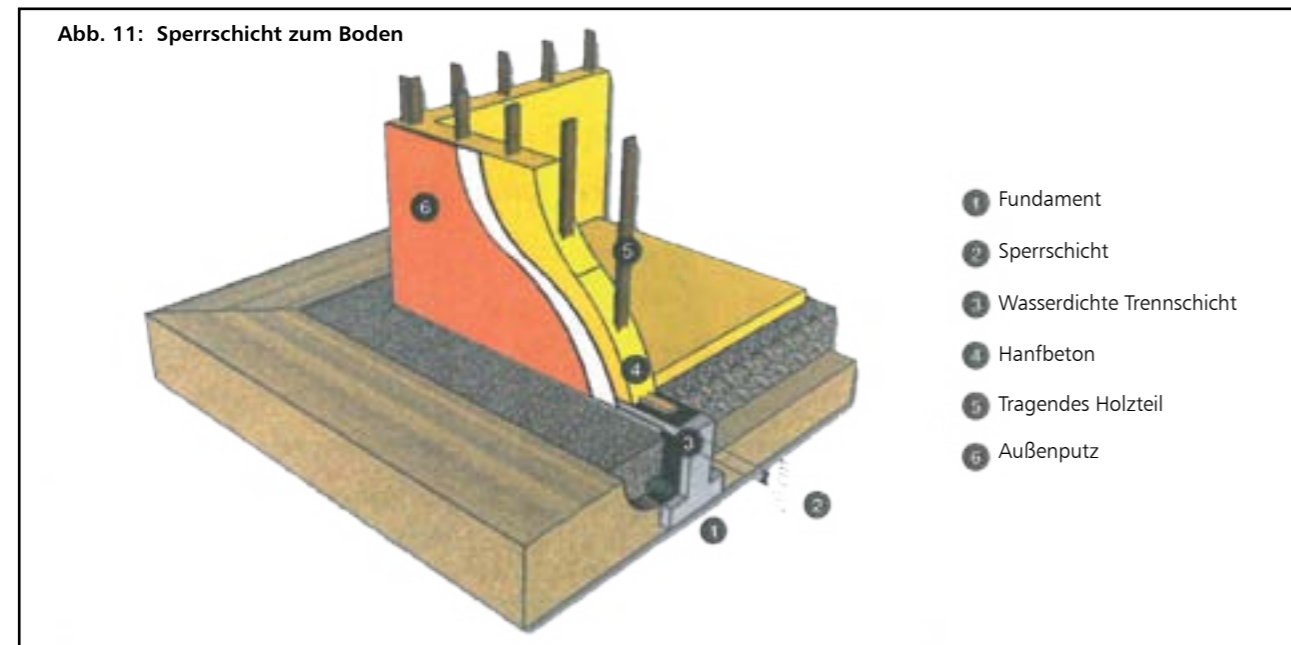


Anmerkung: Diese Abbildungen sind nur zu Illustrationszwecken. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen und Fragen an unsere Kundenberatung.

3.2.2 Anwendung

Gebrauchshinweis

- Die Anwendung von Hanfbeton im Mauerwerk ist an sehr feuchten Orten untersagt.
- Hanfbeton darf in Frostperioden und bei sehr trockenem, starkem Wind nicht auf Wände mit Holzverschalung aufgebracht werden. Die zulässige Verarbeitungstemperatur beträgt 5 bis 30 °C.
- Unterbinden Sie einen möglichen Kapillareffekt zwischen Fundament und Hanfbeton durch eine wasserdichte Trennschicht.
- Es wird eine Sperrschicht mit einer Dicke von mindestens 20 cm zum Boden hin empfohlen.



Dosierung

Hanzuschlag	Naturschnellzement Prompt	Tarda*	Wasser**
100 l	25 kg (1 Sack)	1 Fläschchen	24 l (Rührer) oder 30 l (Betonmischmaschine)

* Dosierung von Tarda je nach Temperatur für eine Anwendungsdauer von ca. 15 Minuten:
Temperatur < 15 °C: 1 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 2 l Naturschnellzement Prompt
Temperatur > 15 °C: 2 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 1 l Naturschnellzement Prompt

** Menge je nach gewünschter Konsistenz anpassen

! Vermeiden Sie zu viel Wasser, da dies die Dauerhaftigkeit beeinträchtigt.

Mischmethoden



Mischen mit der Betonmischmaschine

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:
Hanzuschlag + $\frac{3}{4}$ des Wassers + Tarda + Naturschnellzement Prompt + restliches Wasser



Mischen mit dem Betonmischer (Mindestkapazität 300 bis 400 l, nach Möglichkeit ohne Mittelachse oder Nabe)

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:
 $\frac{3}{4}$ des Wassers + Hanzuschlag + Tarda + Naturschnellzement Prompt + restliches Wasser

Anmerkung: Diese Abbildungen sind nur zu Illustrationszwecken. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen und Fragen an unsere Kundenberatung.

Auftragen

Die Mischung muss homogen sein, und der Hanzuschlag muss gut vom Bindemittel umhüllt sein, ohne dass sich Klumpen bilden. Die Verarbeitungszeit (verbleibende Zeit) beträgt je nach der oben empfohlenen Dosierung von Tempo ca. 15 Minuten.

- Die Holzverschalung unter Berücksichtigung der Verschalungsdicke anbringen und einen Bereich von 1,5 bis 2 cm für den Putz vorsehen, wenn dieser direkt auf das Holz aufgetragen werden soll. Die empfohlene Höhe der Verschalungsbretter beträgt 50 bis 80 cm.
- Den Hanfbeton in aufeinanderfolgenden Schichten von 10 bis 15 cm Dicke in die Verschalung füllen.
- Die gesamte Fläche mit einem „Kamm“ verdichten.
- Die Kanten der Verschalung und die tragenden Holzteile leicht feststampfen.
- Eine weitere Schicht auftragen und ebenso verfahren.

- Ist die Verschalung auf der Auffüllseite bedeckt, das Verschalungsbrett nach oben schieben, ohne es abzulösen.
- Die Verschalung kann direkt nach dem Abbinden abgenommen werden, um ein optimales Aushärten zu ermöglichen.



Nach jeder Unterbrechung des Betonierens (auch nach nur wenigen Stunden) müssen Sie auf den abgebundenen Hanfbeton erst eine Grundierung aus Naturschnellzement Prompt und Tempo auftragen, bevor Sie mit dem Betonieren fortfahren können.

3.2.3 Technische Merkmale

- Dichte: 450 bis 550 kg/m³, je nach Verdichtung
- Druckfestigkeit: > 0,2 Mpa
- Wärmeleitfähigkeit: 0,07 W*m-1K-1 bei 0 % relativer Luftfeuchtigkeit

Tabelle des Wärmewiderstands

Dicke (cm)	10	15	20	25	30	35	40
R (m ² kW-1)	1,40	2,10	2,85	3,55	4,25	5,00	5,70

3.2.4 Verbrauch

Materialbedarf für 1 m³ je nach Verdichtung:

- 1.150 bis 1.300 l Hanzuschlag,
- 280 bis 310 kg Naturschnellzement Prompt.

3.2.5 Deckschicht

Das Aufbringen der Deckschicht erfolgt nach vollständigem Aushärten des Hanfbetons. Die Trocknungszeit hängt von der Belüftung der Räumlichkeiten, der Luftfeuchtigkeit und der aufgetragenen Dicke ab.

Die Räume müssen gut belüftet werden, um die Trocknung zu begünstigen. Als Richtwert gilt eine Trocknungszeit von

60 Tagen für eine Dicke von 12 cm. Dieser Richtwert kann je nach den lokalen Bedingungen variieren. Die Dampfdurchlässigkeit des Hanfbetons darf nicht beeinträchtigt werden.

Mindestens eine Seite muss dampfdurchlässig beschichtet werden.

3.2.6 Außenputz

Bei Maschinen- oder Handverarbeitung von Fertigputzen die mit Hanfbeton von Vicat kompatibel sind, müssen die technischen Daten des Herstellers beachtet werden.

3.3 DACHISOLIERUNG

3.3.1 Vorbereitung des Untergrunds

Sollte die Wandverkleidung im Innenbereich empfindlich auf Luftfeuchtigkeit reagieren, muss ein Feuchtigkeitsschutz angebracht werden. Hierzu wird darauf eine 2 cm dicke Schicht aus Hanfschäben gestreut und mit Naturschnellze-

ment Prompt bestäubt. Das Mauerwerk muss ausreichend belastungsfähig sein, um das Gewicht des Hanfbetons zu tragen.

3.3.2 Anwendung

Gebrauchshinweise

- Schützen Sie diese Isolierschicht möglichst schnell vor Regen und sorgen Sie für eine optimale Trocknung.
- Hanfbeton darf in Frostperioden und bei sehr trockenem, starkem Wind nicht für die Dachisolierung einge-

setzt werden. Die zulässige Verarbeitungstemperatur beträgt 5 bis 30 °C.


- Bei der Befestigung der Verschalung muss die Masse des Hanfbetons berücksichtigt werden.

Dosierung

Hanfzuschlag	Naturschnellzement Prompt	Tarda*	Wasser**
200 l	25 kg (1 Sack)	1 Fläschchen	44 l

* Dosierung von Tarda je nach Temperatur für eine Anwendungsdauer von ca. 15 Minuten:
 Temperatur < 15 °C: 1 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 2 l Naturschnellzement Prompt
 Temperatur > 15 °C: 2 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 1 l Naturschnellzement Prompt

** Menge je nach gewünschter Konsistenz anpassen

 Vermeiden Sie zu viel Wasser, da dies die Dauerhaftigkeit beeinträchtigt.

Mischmethoden



Mischen mit der Betonmischmaschine

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:
 Hanfzuschlag + ¾ des Wassers + Tarda + Naturschnellzement Prompt + restliches Wasser



Mischen mit dem Betonmischer (Mindestkapazität 350 bis 400 l, nach Möglichkeit ohne Mittelachse oder Nabe)

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:
 ¾ des Wassers + Hanfzuschlag + Tarda + Naturschnellzement Prompt + restliches Wasser

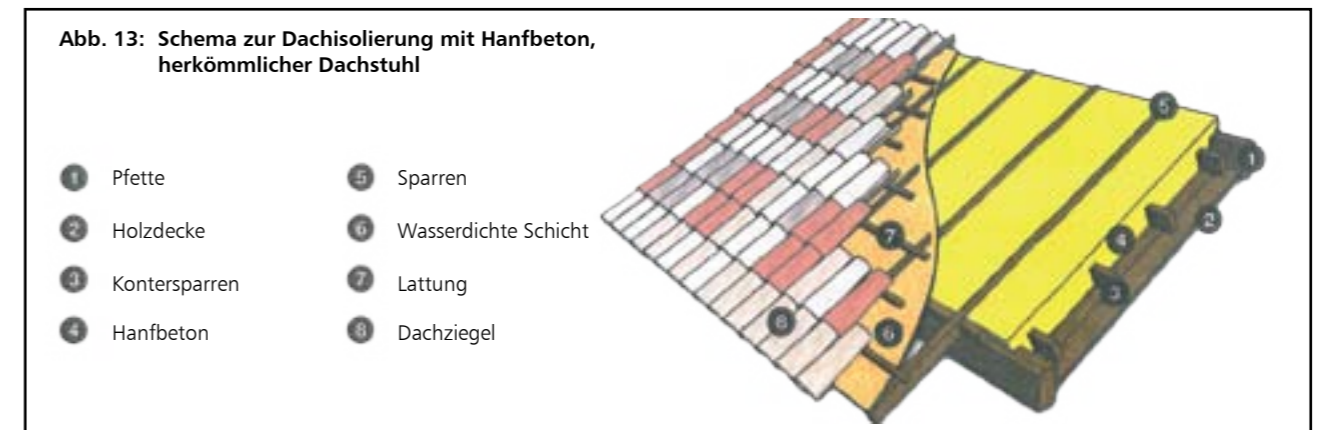
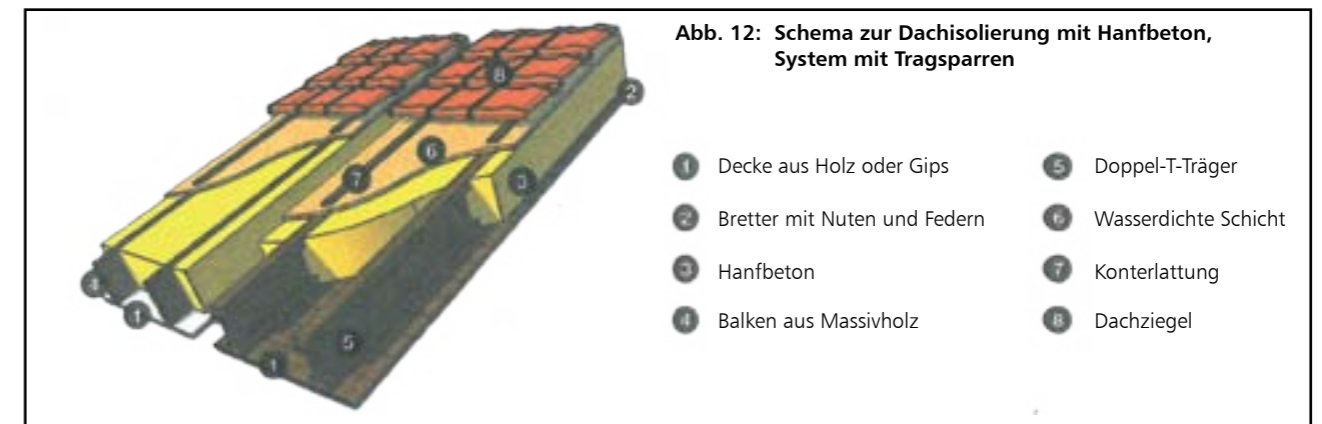
Auftragen

Die Mischung muss homogen sein, und der Hanfzuschlag muss gut vom Bindemittel umhüllt sein, ohne dass sich Klumpen bilden. Die Verarbeitungszeit (verbleibende Zeit) beträgt je nach der oben empfohlenen Dosierung von Tarda ca. 15 Minuten.

- Die Mischung zwischen die Sparren füllen und mit einem Rechen verteilen, ohne diese festzustampfen.
- 1 bis 2 cm mehr Material als die Zielhöhe einfüllen und

die Höhe durch Glätten mit dem Reibebrett oder Feststampfen ausgleichen.

- Zwischen dem Hanfbeton und dem oberen Teil der Sparren einen Bereich von 1 bis 2 cm freilassen, um eine gute Belüftung zum Trocken sicherzustellen.
- Mindestens eine Seite muss dampfdurchlässig beschichtet werden (siehe Abb. 12 und 13).



3.3.3 Technische Merkmale

- Dichte: 280 bis 320 kg/m³, je nach Verdichtung
- Druckfestigkeit: > 0,05 Mpa
- Wärmeleitfähigkeit: 0,05 W*m-1K-1 bei 0 % relativer Luftfeuchtigkeit

Tabelle des Wärmewiderstands

Dicke (cm)	10	15	20	25	30
R (m ² kW-1)	2,00	3,00	4,00	5,00	6,00

3.3.4 Verbrauch

Materialbedarf für 1 m³ je nach Verdichtung:

- 1.000 bis 1.100 l Hanfzuschlag
- 110 bis 150 kg Naturschnellzement Prompt

3.3.5 Decke

Je nach Art der gewählten Decke siehe Abschnitt „Isolierung“ der betreffenden Bauvorschrift.

Anmerkung: Diese Abbildungen sind nur zu Illustrationszwecken. Bitte wenden Sie sich für weitere Informationen und Fragen an unsere Kundenberatung.



3.4 PUTZ

3.4.1 Vorbereitung des Untergrunds

- Bringen Sie auf einem stabilen, sauberen und staubfreien Untergrund einem Anspritzer aus Naturschnellzement Prompt auf. Mischverhältnis: 1 Teil Naturschnellzement Prompt zu 2 Teilen Sand (Korngröße 0 bis 4 mm). Nach einigen Stunden kann der Hanfputz aufgebracht werden.
- Prüfen Sie nach dem Anbringen die Haftung des Putzes. Reicht die Haftung nicht aus, entfernen Sie den Putz, und reinigen Sie den Untergrund. Ist der Untergrund zu glatt, rauhen Sie diesen auf. Der Untergrund darf weder Feuchtigkeit noch aus Kapillaren aufsteigendes Wasser aufweisen.



3.4.2 Anwendung

Gebrauchshinweise

- Hanfputz darf in Frostperioden und bei sehr trockenem, starkem Wind nicht aufgebracht werden. Die zulässige Verarbeitungstemperatur beträgt 5 bis 30 °C.
- Im Freien wird eine Sperrschicht mit einer Dicke von mindestens 20 cm zum Boden hin empfohlen.



Die Anwendung von Putz auf Hanfbasis ist an sehr feuchten Orten untersagt.

Dosierung für Putz, der mit dem Mischer oder mit der Betonmischmaschine angerührt wird

Hanfzuschlag	Kalk CL90 / NHL2	Naturschnellzement Prompt	Sand (0 - 2 mm, gesiebt u. gewaschen)	Tarda*	Wasser**
100 l	45 l	12 l	10 l	1 Fl.	55 l

* Dosierung von Tarda je nach Temperatur für eine Anwendungsdauer von ca. 15 Minuten:
Temperatur < 15 °C: 1 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 2 l Naturschnellzement Prompt
Temperatur > 15 °C: 2 Fläschchen je Sack oder 1 Kappe je 1 l Naturschnellzement Prompt

** Menge je nach gewünschter Konsistenz anpassen



Vermeiden Sie zu viel Wasser, da dies die Dauerhaftigkeit beeinträchtigt.

Mischmethoden



Einmaliges Mischen mit der Betonmischmaschine mit CL90 oder NHL2

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:

- Hanfzuschlag + 1/3 des Wassers + Kalk + Sand + restliches Wasser und warten, bis eine homogene Masse entsteht
- Hinzufügen von Tarda + Naturschnellzement Prompt + restliches Wasser, um die Verarbeitbarkeit anzupassen: dick und geschmeidig.



Einmaliges Mischen mit der Betonmischmaschine mit CL90 oder NHL2

Fügen Sie die Bestandteile in der folgenden Reihenfolge hinzu:

- 3/4 des Wassers + Sand + Kalk und warten, bis eine homogene Masse entsteht.
- Den Hanfzuschlag hinzufügen und 10 bis 15 Minuten warten, bis eine gleichmäßige Konsistenz entsteht. Hinzufügen von Tarda + Naturschnellzement Prompt
- + restliches Wasser, um die Verarbeitbarkeit anzupassen: dick und geschmeidig.



Zweimaliges Mischen mit dem Betonmischer mit CL90

Mit dieser Methode erzielen Sie eine geschmeidigere und leichter aufzutragende

Mischung, deren Mischungszeit besser an den Verarbeitungsrhythmus angepasst ist.

- Nach Möglichkeit bereits am Vortag die folgende Mischung herstellen: Hanfzuschlag + 1/3 des Wassers + Kalk + Sand + restliches Wasser mischen, bis eine homogene Masse entsteht.
- Diese Mischung in einem Kübel ruhen lassen.
- Am nächsten Tag (oder nach einigen Stunden) erneut mischen und dabei Naturschnellzement Prompt mit oder ohne Tarda hinzugeben (im zweiten Fall härtet die Mischung schneller aus). Die Verarbeitbarkeit durch Hinzufügen von Wasser anpassen und den Putz aufbringen.



Zweimaliges Mischen mit dem Betonmischer und CL90

Mit dieser Methode erzielen Sie eine geschmeidigere und leichter aufzutragende

Mischung, deren Mischungszeit besser an den Verarbeitungsrhythmus angepasst ist.

- Nach Möglichkeit bereits am Vortag die folgende Mischung herstellen: 3/4 des Wassers + Sand + Kalk mischen. Warten, bis eine homogene Masse entsteht, dann den Hanfzuschlag hinzugeben. Erneut mischen, bis eine homogene Masse entsteht.
- Diese Mischung in einem Kübel ruhen lassen.
- Am nächsten Tag (oder nach einigen Stunden) erneut mischen und dabei Naturschnellzement Prompt mit oder ohne Tarda hinzugeben (im zweiten Fall härtet die Mischung schneller aus). Die Verarbeitbarkeit durch Hinzufügen von Wasser anpassen und den Putz aufbringen.

Aufbringen

Die Mischung muss homogen sein und der Hanfzuschlag muss gut vom Bindemittel umhüllt sein, ohne dass sich Klumpen bilden. Die Verarbeitungszeit (verbleibende Zeit) beträgt je nach Temperatur 20 bis 30 Minuten.

Tragen Sie den Putz ohne Wartezeit und in Schichten von 3 bis 4 cm mit der Kelle, mit dem Reibebrett, mit der Glättmaschine oder von Hand (Handschuhe erforderlich) auf den Untergrund auf. Es ist nicht erforderlich, mit dem Aufbringen der nächsten Schicht bis zum Anbinden zu

warten. Eine Gesamtdicke von bis zu 12 cm ist mit dieser Technik in einem Arbeitsgang möglich, ohne zwischen den verschiedenen Durchgängen warten zu müssen. Glätten Sie die letzte Schicht.

Im Innenbereich kann der Putz (mit Ausnahme feuchter Bereiche) unbedeckt bleiben. Im Außenbereich muss der Putz unbedingt mit einer Deckschicht oder Wandverkleidung versehen werden.

3.4.3 Technische Merkmale

- Dichte: 800 bis 860 kg/m³, je nach Verdichtung,
- Druckfestigkeit: > 0,3 Mpa,
- Wärmeleitfähigkeit: 0,09 W*m-1K-1 bei 0 % relativer Luftfeuchtigkeit.

Tabelle des Wärmewiderstands

Dicke (cm)	5	10	15	20
R (m ² kW-1)	0,55	1,10	1,65	2,20

3.4.4 Verbrauch

Je nach Verdichtung müssen Sie für 1 m³ aufgetragenen Hanfbeton Folgendes vorsehen:

- 1.000 bis 1.100 l Hanfzuschlag
- 110 bis 130 kg Naturschnellzement Prompt
- 210 bis 240 kg Kalk
- 150 bis 170 kg Sand

3.4.5 Deckschicht

Die Deckschicht muss dampfdurchlässig sein.

Eine dichtere Deckschicht aus Hanfmörtel mit einer Dicke von mehreren Millimetern kann mit folgender Dosierung auf den noch frischen Putz aufgetragen werden:

Hanfzuschlag	Kalk CL90 oder NHL2	Feiner Sand (< 1 mm)	Wasser*
100 l	75 l	45 l	65 l

* Menge je nach gewünschter Konsistenz anpassen.



Vermeiden Sie zu viel Wasser, da dies die Dauerhaftigkeit beeinträchtigt.

Das Aufbringen herkömmlicher Deckschichten erfolgt nach dem vollständigen Aushärten des Hanfputzes. Die Trocknungszeit variiert je nach Belüftung der Räumlichkeiten, der Luftfeuchtigkeit und der Dicke.

- Die Räume müssen gut belüftet werden, um das Trocken zu begünstigen. Als Richtwert wird eine Trocknungszeit von zwei bis drei Monaten bei einer Dicke von 10 cm angenommen. Es kann ein Anstrich mit Luftkalk, ein dünner Putz vom Typ Stuck oder ein halbdicker Putz aufgetragen werden.
- Im Innenbereich ist eine Kalkdeckschicht oder eine Wandverkleidung erforderlich.

Gesamtbauweise: Holzständerbau

Außenwände: Hanfbeton (mit Romanzement PROMPT|FIX-ZEMENT gebundene Hanfschäben)

Bodenplatte: Hanfbeton

Standort: F-74930 Arbusigny / 834 m ü.d.M. / ca 15 km südöstlich der Stadt Genf



Geländebeschaffenheit



Fundamente
Betonieren der Streifenfundamente



Drainage und Bodenplatte

Gut zu sehen ist der Einbau einer Drainage mit gegenseitiger Belüftung auf einer kapillarbrechenden Schicht



Bericht über die Erstellung eines ökologischen Hauses aus Hanfbeton



Holzständerbau



Anmischen des Hanfbeton



Bodenplatte
Einbringen der ca. 20 cm starken Bodenplatte aus Hanfbeton



Aufbau der Hanfbetonwände
Die Wandstärke beträgt 40 cm. Der Hanfbeton wird in Schichten von ca. 15 cm in die Gleitschalung



eingetragen und dabei an der Schalungswandung und um die Stützbalken zusätzlich verdichtet.



Fertiggestellter Rohbau eines ökologischen Hauses aus Hanfbeton

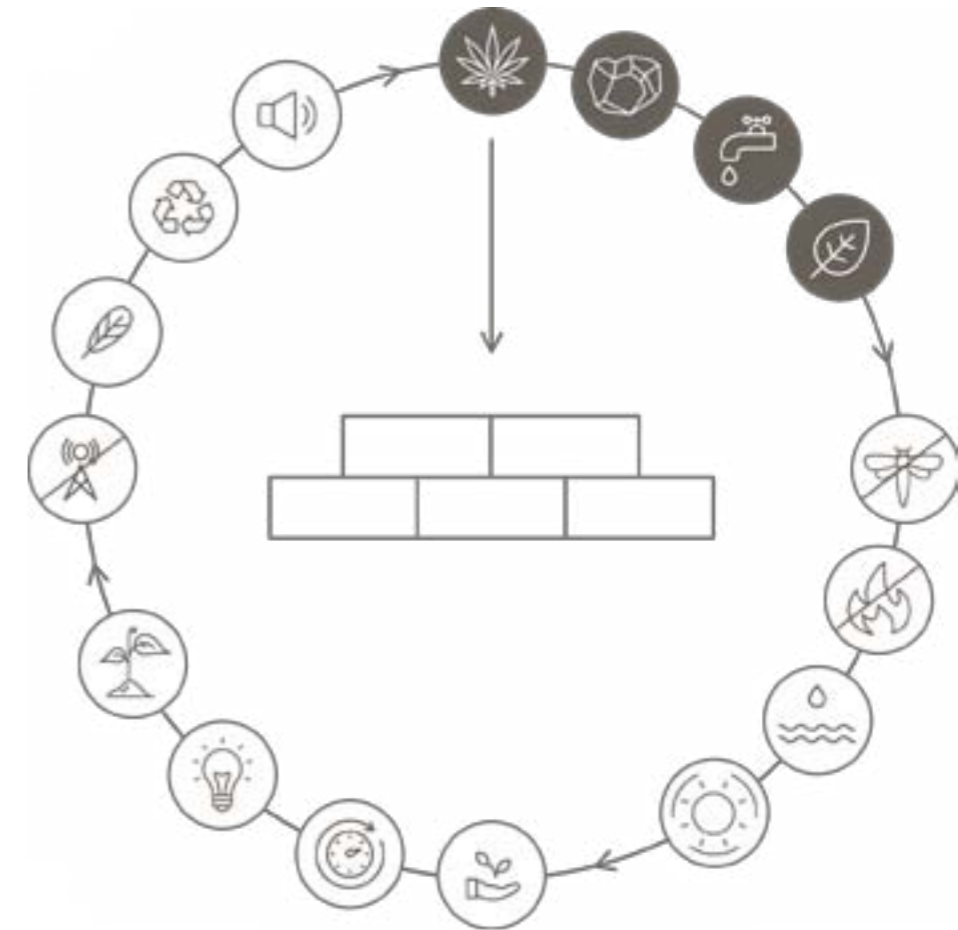
Alternative Bauweise mit Hanfbeton und Hanfbetonsteinen



Isolierung mit Hanfbetonsteinen
Dämmende Vorsatzschale für die Innen- und Außenisolierung



Ausmauern von altem und neuem Holzfachwerk





Distribution:



Schönthaler OHG
Vinschgauer Straße 33
I 39023 Eyrz (BZ)

T +39 0473 739 937
M +39 3470048476
werner@schoenthaler.com
www.schoenthaler.com



Stroba Naturbaustoffe AG
Winterthurerstrasse 21
vis-à-vis Bahnhof
CH - 8310 Kempthal

T +41 (0)52 635 30 30
F +41 (0)52 635 30 39
stroba@stroba.ch

www.hanfziegel.ch

