

---

**Fachregeln für die Ausführung von vertikalen Wänden (Wände,  
Trennwände und Ausfachungen) aus Hanfbeton.**

---

## Sekretariat und Steuerung

Quentin Pichon

### Mitglied der Arbeitsgruppe, die an der Erstellung dieser Berufsregeln beteiligt war

Julien Beideler	FFB
Herr Laurent MARMONIER	CAPEB
Rodolphe MAUFRONT	UMB (Union des métiers du bois - Verband der Holzberufe)
Stéphane Hameury	CSTB
Emilie Orand	CSTB
Julien Parc	CERIB
Philippe Munoz	CRDA
Florence Collet und Christophe Lanos	LGCGM Universität Rennes 1
Sofiane Amziane	Universität Clermont Auvergne
Frédéric Sallet und Fionn McGregor	ENTPE
Thibault Lecompte und Vincent Picandet	Universität Bretagne Sud
Guillaume Delannoy	FRD-CODEM BAT-LAB
Yannic Santandreu	BCB-Lhoist
Daniel Daviller	Experte und Verwalter von CenC
Michel Cadot	Saint Astier
Damien Marchand	Saint Astier
Laure Regnaud & Michel Arnaud	CALCIA-SOCLI
Florent Dubois	Lafarge-Holcim
Bertrand Ruot & Cyril Lemoing	PAREXGROUP
Arnaud Degois	VICAT
Olivier Jadeau	CAVAC, Biofib
Hervé Pottier	CAVAC, Biofib
Benoit Savourat	La Chanvrière
Gilles Chanet und Philippe Guichard	Eurochanvre - INTERVAL Architekt
Philippe Lamarque	- Präsident von CenC Agrochanvre
Jean Paul Salmon	3C Ecopertica
Antoine Elleaume	
Gérard Lenain	Ausbildungsleiter/in CenC
Luc Van Nieuwenhuyze	Ausbildungskommission CenC
Mathieu Hercé-Lemore	Compagnons du devoir
Mathieu Boisanté	CenC zugelassener Applikator und
Christophe Lubert	Ausbilder Direktor von LB ECO HABITAT &
	FFB Korrespondent für UMGO und UMB
Guillaume Rozé	zugelassener Ausbilder Construire en
Patrick Vallat	Have CenC zugelassener Applikator
Rémy Chorda	und Ausbilder CenC zugelassener
Anthony Stephan	Applikator und Ausbilder CenC
Arthur Cordelier	zugelassener Applikator und Ausbilder
	Direktor von WALL'UP Prefa
Claude Eichwald	Bauherr, Vorsitzender von CenC
Jean Marc Naumovic	Architekt, Vorsitzender von CenC
Christine Montfort	Architekt - AMO
Laurent Billaud	Büro für thermische Studien Bio-BE
Laurent Mouly	Ingenieurbüro LM Ingenieurbüro
Grégoire Mouly	LM Ingenieurbüro

Grégoire Dumont	Architekt, Architektenkammer Idf
Quentin Pichon	CAN-ia Architektur und Ingenieurwesen
Baptiste Chauvet-Rondreux	CAN-ia Architektur und Ingenieurwesen
Marc Granier	Beratender Ingenieur
Mathis Rager	ADA-Architekt, CenC-Beauftragter
Benjamin Leroux	Consulting Engineer

# INHALT

## 1 TEIL 1-1: STANDARDISIERTE TECHNISCHE ANFORDERUNGEN (GGT)6

1.2	ANWENDUNGSBEREICH .....	6
	EXPERIMENTAL RESULTS AND NORMATIVE REFERENCES .....	7
1.2.1	VERSUCHSERGEBNISSE .....	7
1.3.2.2	NORMATIVE VERWEISE .....	8
1.4	BEGRIFFE UND DEFINITIONEN .....	10
1.5	MATERIALIEN.....	11
	CONCEPTION.....	11
1.5.1	WÄNDE AUS HANFBETON .....	11
1.5.2	DIE AUSSENVERKLEIDUNGEN .....	14
1.5.2.1	BELÜFTETES FASSADENSYSTEM.....	14
1.5.2.2	AUSSENPUTZ AUF HANFBETON.....	14
	VORSCHRIFTEN FÜR DIE AUSFÜHRUNG VON VERTIKALEN WÄNDEN AUS HANFBETON .....	16
1.6.1.1	UMSETZUNGSMODALITÄTEN.....	16
1.6.1.2	SCHATTENBLICK .....	18
1.6.1.3	UMSETZUNG.....	19
1.6.1.3.1	VORBEREITUNG UND ALLGEMEINE VORSCHRIFTEN .....	19
1.6.1.3.1.1	SCHNITTSTELLE ZWISCHEN UNTERBAU UND HANFBETON, BODENFREIHEIT.....	19
1.6.1.3.1.2	BEZIEHUNG ZWISCHEN STRUKTUR UND HANFBETON: UMHÜLLUNGSDICKE.....	20
1.6.1.3.1.3	ÖFFNUNGSZEITEN .....	21
1.6.1.3.1.4	RESEAUX .....	22
1.6.1.3.1.5	BESCHRÄNKUNGEN DER VERWENDUNG UND VORSICHTSMASSNAHMEN BEI DER AUSFÜHRUNG .....	23
1.6.1.3.1.6	BEFESTIGUNGEN FÜR SCHWERE LASTEN.....	24
1.6.1.3.2	KOFFRAGEN .....	24
1.6.1.3.3	EINBRINGEN DES HANFBETONS.....	24
1.6.1.3.3.1	MANUELLER EINSATZ ZWISCHEN ZWEI SCHALUNGEN .....	24
1.6.1.3.3.2	BESTEHENDE WÄNDE: BEHANDLUNG DES UNTERGRUNDS .....	25
1.6.1.3.3.3	MANUELLE VERARBEITUNG GEGEN EINEN UNTERGRUND .....	25
1.6.1.3.3.4	VERARBEITEN VON HANFBETON DURCH MECHANISCHES SPRITZEN.....	26
1.6.1.3.4	DECOFFRAGE.....	26
1.6.1.3.5	AUSSEN- UND INNENVERKLEIDUNGEN.....	26
1.6.1.3.5.1	AUSSENVERKLEIDUNGEN.....	26

1.7	1.6.1.3.5.2	INNENVERKLEIDUNGEN .....	29
1.8		PRÜFUNGEN UND KONTROLLEN .....	30
1.9		MERKMALE / TOLERANZEN DES FERTIGEN WERKES, .....	30
		REPARATUR - WARTUNG .....	30
1.10		SCHORNSTEINE, ÖFEN UND LEITUNGEN IN VERTIKALEN WÄNDEN .....	31
1.11		VERSCHIEDENE FÜHRUNG .....	31
<b>2</b>		<b>TEIL 1-2: ALLGEMEINE KRITERIEN FÜR DIE AUSWAHL VON</b>	
		<b>MATERIALIEN (CGM) .....</b>	<b>32</b>
2.1		ANWENDUNGSBEREICH .....	32
2.2		NORMATIVE VERWEISE .....	32
2.3		DIE BESTANDTEILE VON HANFBETON .....	32
	2.3.1	HANFGRANULAT BAUWESEN .....	32
	2.3.2	LE LIANT .....	33
	2.3.3	WASSER .....	33
2.4		HANFBETON FÜR DIE VERWENDUNG IN VERTIKALEN WÄNDEN .....	33
2.5		BESCHICHTUNGEN AUF HANFBETON .....	34
	2.5.1	ENDUIT .....	34
	2.5.1.1	MINERALISCHER PUTZ AUF KALKBASIS .....	34
	2.5.1	DOUBLING .....	35
	2.5.2	BARDAGE .....	35
		<b>ANHÄNGE .....</b>	<b>36</b>

# 1 TEIL 1-1: STANDARDISIERTE TECHNISCHE ANFORDERUNGEN (CCT)

Die vorliegenden Fachregeln sind ein Heft mit technischen Standardklauseln, die bei Bauaufträgen für die Isolierung von vertikalen Wänden (Wände, Auskleidungen, Trennwände) aus Hanfbeton, die in der Werkstatt oder auf der Baustelle ausgeführt werden, vertraglich anwendbar sind.

Diese Fachregeln beziehen sich bei der Ausführung von Bauarbeiten auf Bauprodukte oder -verfahren, deren Eignung zur Erfüllung der technischen Bestimmungen der Fachregeln durch Erfahrung anerkannt ist. Denn diese Regeln wurden auf der Grundlage des Fachwissens der Mitglieder der Redaktionskommission erstellt.

Zur Information: Diese Berufsregeln sind das Ergebnis einer Synthesearbeit der technischen und wissenschaftlichen Kenntnisse über Hanfbeton und eines Erfahrungsrücklaufs "vor Ort" über die letzten 30 Jahre.

Diese Regeln basieren auf einer leistungsorientierten Definition von Hanfbeton.

## 1.1 DOMÄNE ANWENDUNG

Die vorliegenden Fachregeln definieren die technischen Klauseln für die Ausführung von Dämmarbeiten an vertikalen Wänden (Wände, Vorsatzschalen und Trennwände) aus Hanfbeton. Bei allen oben genannten Ausführungstechniken wird der Hanfbeton als nicht tragend und nicht am Windverband beteiligt betrachtet.

Diese Bestimmungen gelten für neue oder renovierte Gebäude, die im französischen Mutterland errichtet werden. Bergklimazonen sind nicht betroffen, mit Ausnahme von Anwendungen in Trennwänden.

Die Ausführung von Dämmarbeiten an vertikalen Wänden aus Hanfbeton kann auf verschiedene Arten erfolgen:

- Durch Erbauung auf dem ;
- Durch Vorfertigung von Elementen, die dann auf der Baustelle zusammengesetzt werden ;
- Oder durch Kombination der beiden vorgenannten Bauweisen in einem einzigen Bauwerk.

Die Dämmung von vertikalen Wänden aus Hanfbeton wird :

- 1) Entweder aus Bausystemen vom Typ Holzrahmenbau gemäß der Norm NF DTU 31.1. Die betroffenen Bauwerke sind auf R+3+Dachgeschoss begrenzt;
- 2) Entweder aus Bausystemen des Typs MOB (Holzrahmenwände) gemäß der Norm NF DTU 31.2.  
Die betroffenen Bauwerke sind auf R+1+Dachgeschoss beschränkt;
- 3) Entweder aus Bausystemen des Typs FOB (Fassade mit Holzrahmen) gemäß der Norm NF DTU 31.4.

Bei diesen Bauwerken liegt der Unterboden des höchsten Geschosses höchstens 28 m über dem Boden, der für Rettungs- und Feuerlöschfahrzeuge gut zugänglich ist, wenn es sich um eine verputzte Außenverkleidung oder eine hinterlüftete Fassadenverkleidung handelt, und unter R+3+Dachgeschoss, wenn es sich um ein Muster handelt, das außen Strukturelemente aus Holz erkennen lässt.

In jedem Fall muss die maximale Höhe des Gebäudes weniger als 33m betragen.

Bei Gebäuden, die höher als R+2 sind, muss ein Erfahrungsbericht erstellt werden. Das Merkblatt "Muster" ist auf der Website von Construire en Hanvre oder auf Anfrage bei der Vereinigung erhältlich. Dieses Blatt muss bei Baubeginn ausgefüllt und dem Verein durch Hinterlegung auf der Internetseite: [www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr) übermittelt werden. Eine Aktualisierung des Formulars am Ende der Baustelle muss erfolgen und auf der Website des Vereins hinterlegt werden.

Die angestrebten Räume sind klassifiziert (auf der Grundlage von Cahier du CSTB 3567) :

- 1) EA (trockene oder leicht feuchte Räume) ;
- 2) EB (mittelfeuchte Räume) ;
- 3) EB+ privat (Private Nassräume).

Diese Regeln beziehen sich nicht auf die Wärmedämmung von außen.

Außenwände und Fassaden, die in Holzrahmenbauweise mit einer Füllung aus Hanfbeton erstellt wurden, können eine Verkleidung aus hinterlüfteter Fassadenverkleidung oder Putz innerhalb der jeweiligen Grenzen dieser Systeme erhalten, die durch das Design in Kapitel 1.5 festgelegt sind.

Diese Regeln können in Erdbebengebieten mit Ausnahme der Seismizitätszone 4 für die Bodenklassen E in der Bedeutungskategorie III und für die Bodenklassen D und E in der Bedeutungskategorie IV angewendet werden.

Der Anwendungsbereich präjudiziert nicht die Konformität der Hanfbetonarbeiten mit den anderen geltenden Normen und Vorschriften (Brandschutz, Erdbebenschutz, Wärmedämmung, Akustik...), die für Gebäude gelten, noch mit den gültigen Avis Techniques oder ATEX der Außenverkleidungen, die für die Verlegung in Holzrahmenkonstruktionen bestimmt sind (NF DTU 31.1, 31.2 und/oder 31.4).

Personen und Unternehmen, die gemäß dem Referenzrahmen Folgendes vorschreiben oder umsetzen

"Die Teilnahme an einer Schulung durch einen von Construire en Hanvre anerkannten Ausbilder, der berechtigt ist, eine nummerierte und namentlich gekennzeichnete Schulungsbescheinigung auszustellen, ist obligatorisch.

Die Liste der zugelassenen Ausbilder und das Verfahren zur Zulassung von Ausbildern finden Sie auf der Website des Vereins Construire en Hanvre.

## 1.2 EXPERIMENTAL RESULTS AND REFERENCES NORMATIVE

Dieses Dokument enthält durch datierte oder undatierte Verweise Bestimmungen aus anderen Anwendungen. Diese Verweise werden an den entsprechenden Stellen im Text zitiert, und die Veröffentlichungen werden im Folgenden aufgelistet. Bei datierten Verweisen gelten spätere Änderungen oder Überarbeitungen einer dieser Publikationen nur dann für dieses Dokument, wenn sie durch Änderung oder Überarbeitung in das Dokument aufgenommen wurden. Bei undatierten Verweisen gilt die letzte Ausgabe der Publikation, auf die verwiesen wird (einschließlich Änderungen).

### 1.2.1 ERGEBNISSE EXPERIMENTE

Laborbewertung Nr. 020007B, durchgeführt von CERIB, gemäß dem geänderten Erlass des Innenministeriums vom 22. März 2004 ;

FEUERFESTHALTUNG einer nichttragenden Wand aus Hanfbeton mit Holzgerüst

Laborbewertung Nr. 026090, durchgeführt von CERIB, gemäß dem geänderten Erlass des Innenministeriums vom 22. März 2004 und §5.3 der Technischen Anweisung 249 vom 24. Mai 2010 ;

Nachweis der Konformität einer Holzrahmenfassade, die mit Hanf-Spritzbeton gefüllt und an der Außenseite mit einem Kalk-/Sandputz versehen wurde.

Bericht 030637 - Chocs mur chanvre : Murs extérieurs des bâtiments - Résistance aux chocs : méthodes d'essais et critères, pour des énergies d'impact correspondant, selon la norme P 08-302, réalisé par le laboratoire CERIB.

MISSIONSBERICHT: Nr. 2022.260.1194, erstellt von FCBA; PRODUKTBEWERTUNG; ZYKLISCHE UND DYNAMISCHE PRÜFUNGEN GEMÄSS PROTOKOLL E-CAHIER CSTB 3725 AUF DIFFERENTE KONFIGURATIONEN VON WÄNDERN AUS CHANCE BETON.

## 1.2.2 VERWEISE NORMATIVE

Cahier du CSTB 3725,

Ausschuss für die Ausarbeitung der Technischen Gutachten; Sondergruppe Nr. 2, Konstruktionen, Fassaden und leichte Trennwände, Stabilität in Erdbebengebieten; Vorgehängte Fassadensysteme, für die ein Technisches Gutachten vorliegt

Cahier du CSTB 3567,

Klassifizierung von Räumen nach der Feuchtigkeitsexposition von Wänden und Nomenklatur von Untergründen für Innenwandbekleidungen

NF EN ISO 9229 §2.1.1 Wärmedämmung.

EN 1990 - Grundlagen der Tragwerksplanung (Der Eurocode der

Eurocodes) EN 1991 ("Eurocode 1") : Einwirkungen

EN 1995 ("Eurocode 5"): Bemessung von Holzbauten EN

1998 ("Eurocode 8") : Parasmisch

NF P 03 - 001, Marchés privés - Cahiers types - Cahier des clauses administratives générales applicables aux travaux de bâtiment faisant l'objet de marchés privés (Private Aufträge - Musterhefte - Allgemeine Verwaltungsvorschriften für Bauarbeiten, die Gegenstand privater Aufträge sind).

NF P 15-314, Hydraulische Bindemittel - Natürlicher Romanzement.

NF EN 197-1,

Zement- Teil 1: Zusammensetzung, Anforderungen und Konformitätskriterien von Normalzement (Klassifizierungsindex: P15-101-1).

NF EN 335,

Dauerhaftigkeit von Holz und Holzwerkstoffen - Gebrauchsklassen: Definitionen, Anwendung auf Massivholz und Holzwerkstoffe

NF EN 459-1,

Baukalk - Definitionen, Spezifikationen und Konformitätskriterien (Klassifizierungsindex: P 15-104).

NF EN 934-2+A1,

Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 2: Betonzusatzmittel- Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung (Klassifizierungsindex: P 18-342).

NF EN 934-3+A1,

Zusatzmittel für Beton, Mörtel und Einpressmörtel - Teil 3: Zusatzmittel für Mauermörtel - Definitionen, Anforderungen, Konformität, Kennzeichnung und Beschriftung (Klassifizierungsindex: P 18-343).

NF EN 998-1,

Mörtel Definitionen und Spezifikationen für Mörtel für Mauerwerk-Teil 1: Mineralische Putzmörtel für außen und innen (Klassifizierungsindex P: 12-221).

NF EN 1008,

Anmachwasser für Beton und Mörtel - Anforderungen für Probenahme, Prüfung und Beurteilung der Gebrauchstauglichkeit, einschließlich Wasser aus Prozessen der Betonindustrie, wie Anmachwasser für Beton (Klassifizierungsindex: P 18-211).

NF EN 13139, Gesteinskörnungen für Mörtel (Klassifizierungsindex: P 18-139).

NF DTU 20.1, Maçrages en maçonnerie de petits éléments- Paroisons et murs; éditions juillet 2020.

NF DTU 20.13,

Hochbauarbeiten- Trennwände aus kleinteiligem Mauerwerk (Klassifizierungsindex: P 10-204).

NF DTU 26.1 P1-1,

Bauarbeiten- Mörtelverputzarbeiten- Heft für technische Klauseln (Klassifizierungsindex: P15-201-1).

NF DTU 26.1 P1 - 2, Verputz mit Mörtel aus Zement, Kalk und einer Mischung aus Gips und Luftkalk- Teil 1-2: Allgemeine Kriterien für die Auswahl der Materialien (Klassifizierungsindex : P 15-201-1-2).

NF DTU 31.1, Holzrahmenbau

NF DTU 31.2, Bauarbeiten - Bau von Häusern und Gebäuden in Holzrahmenbauweise

NF DTU 31.4, Bauarbeiten - Fassaden in Holzrahmenbauweise

NF DTU 36.5 P1-1, Bauarbeiten - Einbau von Fenstern und Außentüren - Teil 1- 1: Heft für technische Standardklauseln - Teil 1-2: Allgemeine Kriterien für die Materialauswahl (AMCC) - Teil 2: Heft für spezielle Standardverwaltungsklauseln - Teil 3: Merkblatt für die Auswahl in Abhängigkeit von der Exposition

NF DTU 41.2 - Bauarbeiten - Außenbekleidungen aus Holz

### 1.3 BEGRIFFE UND DEFINITIONEN

Die Sternchen "\*" im Text verweisen auf die folgenden Definitionen:

Schürze: Monolithisches oder modulares Schalungselement, das für die Herstellung von Betonwänden verwendet wird.

Wasserdichte Barriere: Wasserdichte Barriere gegen kapillares Aufsteigen Typ Sockelschutzmembrane oder gleichwertig.

Hanfbeton: Nichttragender Baustoff, der aus einer Mischung aus Hanfgranulat, einem Bindemittel und einem Anmachwasser unter Einhaltung einer festgelegten Dosierung in vertikalen Wandanwendungen (Wand, Aufdoppelung, Trennwand) hergestellt wird.

Hanf (Cannabis Sativa): Krautige Pflanze aus der Familie der Hanfgewächse (Cannabaceae).

Schäben: Pflanzliches Granulat, der holzige Teil des Hanfs, der übrig bleibt, nachdem die Fasern entfernt wurden.

Schalung: Eine provisorische oder nicht provisorische Umhüllung, wenn sie verloren geht, die dazu dient, den Hanfbeton so lange an Ort und Stelle zu halten, bis er selbsttragend wird. Sie kann aus Holzplatten, Bänken, Gipskartonplatten usw. bestehen.

Putzkörper: Eine Schicht, die durch das Auftragen eines Mörtels in einem oder mehreren Arbeitsgängen hergestellt wird.

Schutzschicht: Eine Putzschicht von geringer Dicke ( $\leq 5\text{mm}$ ), die einen vorübergehenden Schutz des Hanfbetons vor der Ausführung von Außenverkleidungen (Putz oder hinterlüftete Fassadenverkleidung) gewährleistet. Diese Schicht kann als Gobetis\* fungieren.

Aushärtung: Schutzverfahren, um das Austrocknen der Betonoberfläche zu

verhindern. Aufdopplung: Eine Innenwand, die mit oder ohne Gerüst mit der

Wand in Kontakt steht.

Isolierende Form : Geebnetes Bauwerk, mit dem die gewünschte Höhenkote erreicht werden kann. Der isolierende Teil der Form ist der Teil, der sich außerhalb der Netzwerke befindet.

**Wärmedämmmaterial:** Material, das zur Verringerung des Wärmeübergangs vorgesehen ist und dessen Dämmeigenschaften sich aus seiner chemischen Natur und/oder seiner physikalischen Struktur ergeben (vgl. NF EN ISO 9229 §2.1.1).

**Gobetis:** Eine dünne, bindemittelreiche Haftschrift für Spritzputz.

**Hanfgranulat Gebäude:** Schäben, die dem Label Hanfgranulat Gebäude entsprechen. Das Label garantiert eine Überwachung der Eigenschaften des "Bau-Hanf-Granulats" wie: Hanfgehalt, Dichte, Korngröße, Staubgehalt, Feuchtigkeitsgehalt des Stroh vor der Verarbeitung oder auch die Farbe.

**Bindemittel:** Material, das die Eigenschaft hat, sich zu verfestigen und dann auszuhärten, wobei es mechanische Eigenschaften (Druck- und Zugfestigkeit, Haftung) erwirbt. Dieses Material soll Elemente wie z. B. Zuschlagstoffe durch Kleben verbinden.

**Sturz:** Ein Element oberhalb einer Öffnung, das zur Übertragung der Lasten auf die Pfosten oder Kämpfer dient.

**Skelett:** Die Gesamtheit der länglichen Elemente (Balken, Pfosten oder Verstrebelemente), die den Rohbau eines Gebäudes bilden, im Gegensatz zur massiven Wand. Das Skelett und die massive Wand bilden zusammen die Struktur.

**Holzpaneele:** Zimmermannsarbeiten, die aus Holzelementen bestehen, die eine Holzrahmenwand bilden, von der einige Elemente außen sichtbar sein können.

**Vorgehängte Wand:** Außenwand, mit oder ohne sekundäres Gerüst, das fest mit der tragenden Struktur verbunden ist.

**Wasserdampfdurchlässigkeit:** Die Eigenschaft eines Materials, unter einem Druckgradienten von Wasserdampf durchdrungen zu werden.

**Wand:** Trennwand zwischen zwei Medien, z. B.: zwei Räume, ein Raum und die Außenwelt.

**Raster:** Glasfasergeflecht, dessen Maschenweite eine Größe von 10mm\*10mm nicht überschreitet.

## 1.4 MATERIALIEN

Die Materialien werden aus denjenigen ausgewählt, die den Vorschriften der Berufsregeln Teil 1-2 CGM (Allgemeine Kriterien für die Auswahl der Materialien) entsprechen, d.h. das "Hanfgranulat Bau", das Bindemittel und das Wasser.

## 1.5 ENTWURF

### 1.5.1 BETONWÄNDE AUS HANF

Das Design begrenzt die Gesamtdicke des Hanfbetons auf 45 cm brutto (ohne Innen- und Außenabschlüsse).

Das Eigengewicht von Hanfbeton bei der Bemessung des Bauwerks und der Strukturen wird berücksichtigt, indem das Material im frischen Zustand betrachtet wird.

Die Konstruktion des Holzrahmens muss den Bestimmungen von NF DTU 31.1., NF DTU 31.2. oder NF DTU 31.4. entsprechen. Die Art der Materialien, aus denen das Holzgerüst besteht, ist jedoch nur auf Vollholz beschränkt.

Die FOB-Tafeln müssen systematisch unabhängig voneinander funktionieren:

- 1) Zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stockwerken (horizontale Verbindungen), mit Ausnahme von Fassaden, bei denen es zulässig ist, die FOB in der Attika verlaufen zu lassen;
- 2) Zwischen zwei nebeneinander liegenden Paneelen (vertikale Verbindungen).

Die Bemessung des Holzrahmens für den Normalzustand muss den geltenden Bemessungsregeln entsprechen, die insbesondere in der Norm NF EN 1995-1-1 festgelegt sind. Im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit muss die Bemessung die maximale horizontale Verschiebung des Rahmens auf 1/500 einer Geschosshöhe (entsprechend maximal 3 m) in der Ebene und außerhalb der Ebene der Wand beschränken. Die Einhaltung dieser Durchbiegungskriterien entbindet nicht vom Nachweis der anderen Bemessungskriterien, darunter insbesondere die Festigkeit des Rahmens, der Verbindungen und Verankerungen usw. unter statischen, dynamischen usw. Beanspruchungen.

Die Dimensionierung des Holzrahmenbaus muss außerdem in der Bau- und Betriebsphase unter Berücksichtigung des tatsächlichen Feuchtigkeitszustands des Holzes gerechtfertigt werden. In diesem Zusammenhang und sofern kein spezieller Qualitätssicherungsplan eingeführt wird, um einen Feuchtigkeitsgehalt von <20% in dem mit Hanfbeton umhüllten Holz während des gesamten Lebenszyklus des Bauwerks zu beherrschen und nachzuweisen, wird die Bemessung die Hölzer des Rahmenwerks in die Nutzungsklasse 3 im Sinne der Norm NF EN 1995-1-1 und ihres nationalen Anhangs einordnen.

Um die Dauerhaftigkeit des Bauwerks zu sichern und um jegliches Risiko einer vorübergehenden Durchfeuchtung der Holzrahmen während der Herstellung und des Betriebs zu vermeiden, sind die in der Planung zu berücksichtigenden Nutzungsklassen zusätzlich in der folgenden Tabelle definiert.

Klimazone	Holzverwendungsklasse		
	Gebäudehöhe (Referenzsystem für den Holzbau)		
	R+1 + Dachgeschoss (NF DTU 31.2)	R+3+Dachgesch oss (NF DTU 31.1)	28 m <sup>(1)</sup> (NF DTU 31.4)
Mäßig	2	2	2
Intermediär	3a	3a	2
Empfindlich	3a	3a	3a <sup>(2)</sup>

(1): Die Höhe des Niederflurs der letzten zugänglichen Ebene.  
(2): Die Fassadenmodule in Holzrahmenbauweise mit der Füllung aus Hanfbeton müssen über 8 m Höhe (Fassadenhöhe) vorgefertigt werden.

Die Klimazonen werden durch die in Abbildung 1 beschriebene Kartografie definiert.

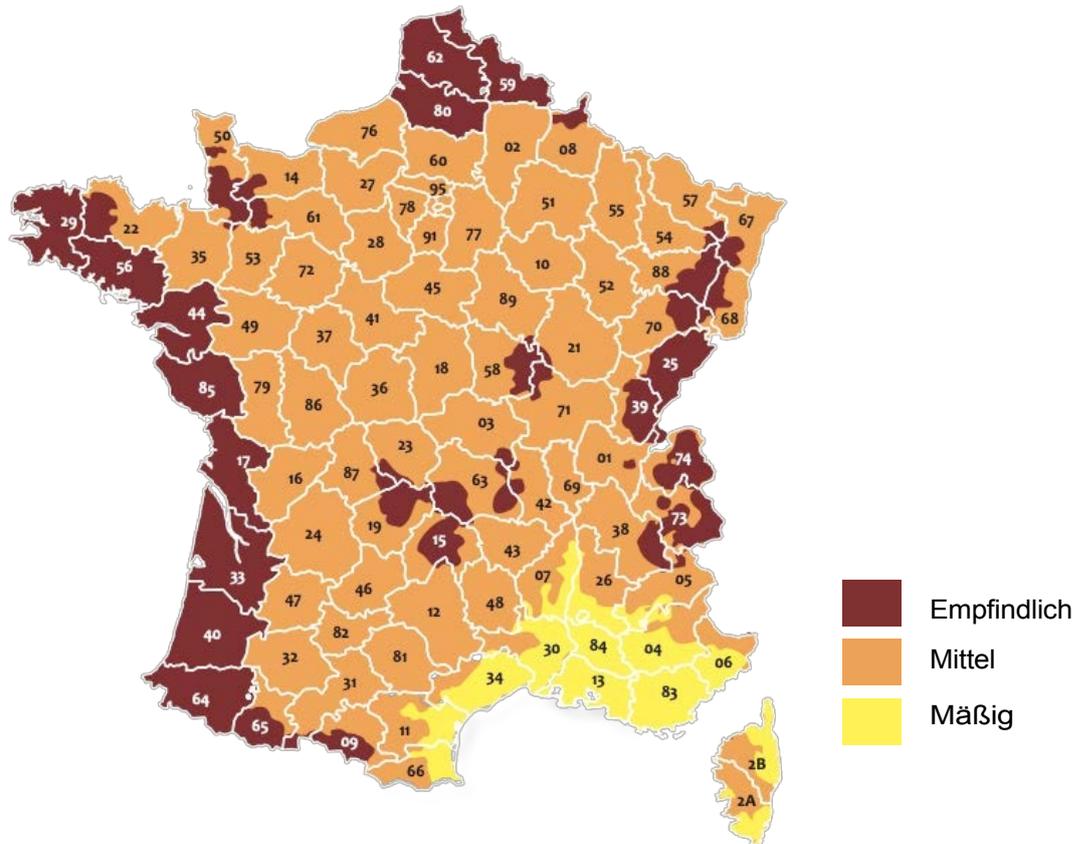


Abbildung 1- Geografische Verteilung der klimatischen Bedingungen, die sich auf die Verarbeitung von Hanfbeton im Rahmen der vorliegenden Berufsregeln auswirken können.

Diese Karte ermöglicht eine allgemeine visuelle Einschätzung und wird durch die umfassende Liste aller Kantone in Metropolitan-Frankreich im Anhang ergänzt.

Diese Karte wurde unter Berücksichtigung der Faktoren erstellt, die sich am stärksten auf das Bauwerk auswirken.

Es ist jedoch auch zu beachten, dass spezifische lokale Bedingungen dieses Mapping verändern können, wie :

- Küstengebiete ;
- Die lokale Topographie (nicht sonniger Talboden) ;
- Die Nähe zu einer Feuchtigkeitsquelle, die wiederkehrende Perioden von Nebel oder Dunst erzeugt.

Für die Anwendung in erdbebengefährdeten Gebieten müssen die Holzrahmenkonstruktionen ihren Referenzen gegenüber den seismischen Vorschriften entsprechen. Die nichttragende Füllung aus Hanfbeton gilt als E.N.S. (élément non structurant) im Sinne des Erlasses vom 22. Oktober 2010.

## 1.5.2 DIE AUSSENVERKLEIDUNGEN

Bei der Gestaltung können zwei Systeme für die Außenverkleidung in Betracht gezogen werden:

1. Hinterlüftete Fassadenverkleidung mit flexibler Regenschutzmembrane
2. Außenputz auf Hanfbeton

### 1.5.2.1 VERKLEIDUNGSSYSTEM VENTILIERT

Die zulässigen Höhen von Fassadenverkleidungen, wie sie in ihrem Bezugsrahmen (NF DTU, Avis Technique oder ATEX) angegeben sind, können die zulässige Höhe des Bauwerks begrenzen.

Wenn die Planung vorsieht, dass Hanfbeton als FOB-Füllung im Sinne der Norm NF DTU 31.4. eingesetzt wird, muss das hinterlüftete Fassadensystem seine Eignung für die Verwendung auf FOBs durch eine positive technische Bewertung (Avis Technique oder ATEX mit gültiger Gültigkeit) nachweisen.

Nur Fassadenverkleidungen mit geschlossenen Fugen sind in diesem Dokument gemeint.

### 1.5.2.2 AUSSENPUTZ AUF BETON VON HANF

Wenn der Hanfbeton verputzt wird, sollten in diesem Putz Fugen vorgesehen werden, um die Rissbildung im Putz zu begrenzen.

Allgemein :

- In Verputz,
- In Materialien, die starke Maßänderungen aufweisen, die ihnen eigen sind oder mit Wärmeausdehnungs- oder Kriechphänomenen zusammenhängen,
- Oder an Bauwerken, die sich unter den Einwirkungen, für die sie bemessen sind, verformen können,

Fugen werden verlangt, um Spannungen im Putz zu begrenzen, die zu schädlichen Rissen im Putz führen können.

Bei Verputz auf Hanfbeton ist die Situation so, dass ein Material, das teilweise auf hydraulischen Bindemitteln basiert und eine eigene Steifigkeit aufweist (Hanfbeton), mit einem ebenfalls auf hydraulischen Bindemitteln basierenden Verputz überzogen wird.

#### **Fall von Holzrahmenkonstruktionen :**

Holzrahmenkonstruktionen sorgen von Natur aus für die Stabilität des Bauwerks. Bei dieser Bauweise sind die vertikalen Verformungen des Bauwerks aufgrund von Verschiebungen der Struktur begrenzt.

Daher ist bei der Verputzung von Holzrahmenwänden (NF DTU 31.1 oder NF DTU 31.2) mit Hanfbetonfüllung die Herstellung von Fugen obligatorisch und muss den folgenden Vorschriften entsprechen:

- Horizontale Fuge im Putz alle 2 Ebenen vorsehen ;
- Vertikale Fuge vorsehen, um die Putzfläche auf 25m<sup>2</sup> zu begrenzen

#### **Fall von Holzrahmenfassaden :**

Im Falle von Holzrahmenfassaden mit Hanfbetonfüllung wird der Holzrahmen in die Dicke der Hanfbetonfüllung eingebettet.

Holzrahmenfassaden sind von Natur aus in das Bauwerk integriert und übernehmen keine tragende Funktion, die dem primären Rahmenwerk des Bauwerks obliegt. Jedes Fassadenmodul einer Holzrahmenkonstruktion ist unabhängig. Die Fassadenmodule können vorgefertigt oder auf der Baustelle im Spritzverfahren hergestellt werden. Zwischen den Fassadenmodulen werden Fugen eingebaut, um die Verformungen des Primärrahmens und die vorhersehbaren Bewegungen der Fassadenmodule aufzunehmen. Diese Fugen müssen auch zwischen den Hanfbetonmodulen und an der Außenverkleidung vorhanden sein.

Aus diesem Grund ist bei der Verputzung von Holzrahmenfassaden (NF DTU 31.4) mit Hanfbetonfüllung die Herstellung von Fugen obligatorisch und muss folgende Anforderungen erfüllen:

- Horizontale Fuge im Putz ist auf allen Ebenen vorzusehen ;
- Vertikale Fuge, die zwischen jedem Fassadenmodul vorzusehen ist, wenn diese nicht genäht sind, oder bei genähten Modulen auf eine Putzfläche von 25m<sup>2</sup> begrenzt ist.

Diese Fugen müssen ebenfalls behandelt werden, um die Wasser- und Luftdichtigkeit der Fassade zu gewährleisten. Fugen weisen üblicherweise eine erste wasserdichte Barriere (Außenseite) und eine zweite luftdichte Barriere (Innenseite) mit einem Druckentlastungsraum zwischen den beiden auf.

Die Fugen in Holzrahmenfassaden sind funktionelle Fugen, die das reibungslose Funktionieren des Bauwerks ermöglichen. Diese Fugen müssen so bemessen sein, dass sie berücksichtigen :

- Verformungen des tragenden Gerüsts des Gebäudes ;
- Dimensionsvariationen der Elemente ;
- Die Verformungsfähigkeiten der verwendeten Materialien.

#### **Behandlung der Fugen :**

Die Behandlung der horizontalen Fugen zwischen zwei übereinander liegenden Elementen muss eine Ableitung des Wassers nach außen von der Außenverkleidung ermöglichen. Zum Beispiel können Schmutzfänger diese Bedingungen erfüllen.

Die Behandlung der vertikalen Fugen, zwischen zwei nebeneinander liegenden Modulen, muss ebenfalls das Wasser nach außen ableiten, aber auch die Verformungen (Öffnen und Schließen der Fuge) absorbieren.

Die üblicherweise verwendeten Produkte sind Fugenmassen oder imprägnierte, vorgepresste Schäume.

Die Anwendung dieser Verfahren muss gemäß den Empfehlungen erfolgen, die in den entsprechenden Regelwerken festgelegt sind (z. B. Berufsregeln für Schäume oder NF DTU für Dichtstoffe). Außerdem sind diese Verfahren auch Gegenstand von Labels, so dass man sich auf eine gleichbleibende Qualität der Produkte verlassen kann.

Die eingesetzten Materialien oder Verfahren müssen über Tests verfügen, die ihre Leistung garantieren.

Die Tests in Anhang D der NF DTU 31.4 "Protocole d'essais air, eau, et vent selon la norme NF EN 13830" sind mit der mit Fugen versehenen Holzrahmenfassade durchzuführen. Ein Prototyp wird für jedes Fugensystem für alle Baustellen ab R+4 hergestellt.

## 1.6 VORSCHRIFTEN FÜR DIE AUSFÜHRUNG VON VERTIKALEN WÄNDEN AUS HANFBETON

Es gibt zwei Möglichkeiten, Hanfbeton zu verarbeiten:

- Manuell (Hanfbeton gebankt)
- Mechanisch (Hanf-Spritzbeton)

Die Einsatzmöglichkeiten von Hanfbeton je nach Dicke werden im Folgenden erläutert:

Im Fall von Füllungen in "vertikalen Wänden". Tabelle 1 :

<b>Dicke Umsetzung</b>	<b>E &lt; 12cm</b>	<b>E ≥ 12cm</b>
<b>Wand vertikal Füllen, Verdopplung Innen und Trennwände</b>	Spritzbeton mechanisch	Von Hand hergestellter Beton (banching) oder gespritzt mechanisch

Die Mindestdicke der vertikalen Wand des Hanfbetons muss :

- 20mm im Falle einer Aufdoppelung auf eine bestehende Unterlage.
- 50mm im Falle einer Wand, die mit Hanfbetonfüllung hergestellt wurde.
- 220mm im Fall einer Holzrahmenfassade, die mit einer Hanfbetonfüllung hergestellt wurde.

Die maximale Dicke von Hanfbeton in vertikalen Wänden beträgt 45 cm brutto (ohne Innen- und Außenarbeiten).

### 1.6.1.1 UMSETZUNGSMODALITÄTEN

Im Anwendungsbereich soll Hanfbeton als Füllung von Wänden\*, deren Tragstruktur in der Regel aus einem Ständerwerk\* besteht, als Aufdoppelung von

vertikale Wand oder als Trennwand. Im Falle einer Aufdoppelung auf einer gemauerten Wand muss die Trägerwand eine Schutzleistung gegen flüssiges Wasser aufweisen, die mindestens der in NF DTU 20.1 vorgesehenen entspricht.

Die folgenden zwei Konfigurationen sind realisierbar:

- Konfiguration 1: Füllen von Wänden mit oder ohne tragendem Gerüst und Trennwänden (Abbildung 2)
- Konfiguration 2: Aufdopplung einer vertikalen tragenden oder nicht tragenden Wand (Aufdoppelung, Abbildung 3).
- 

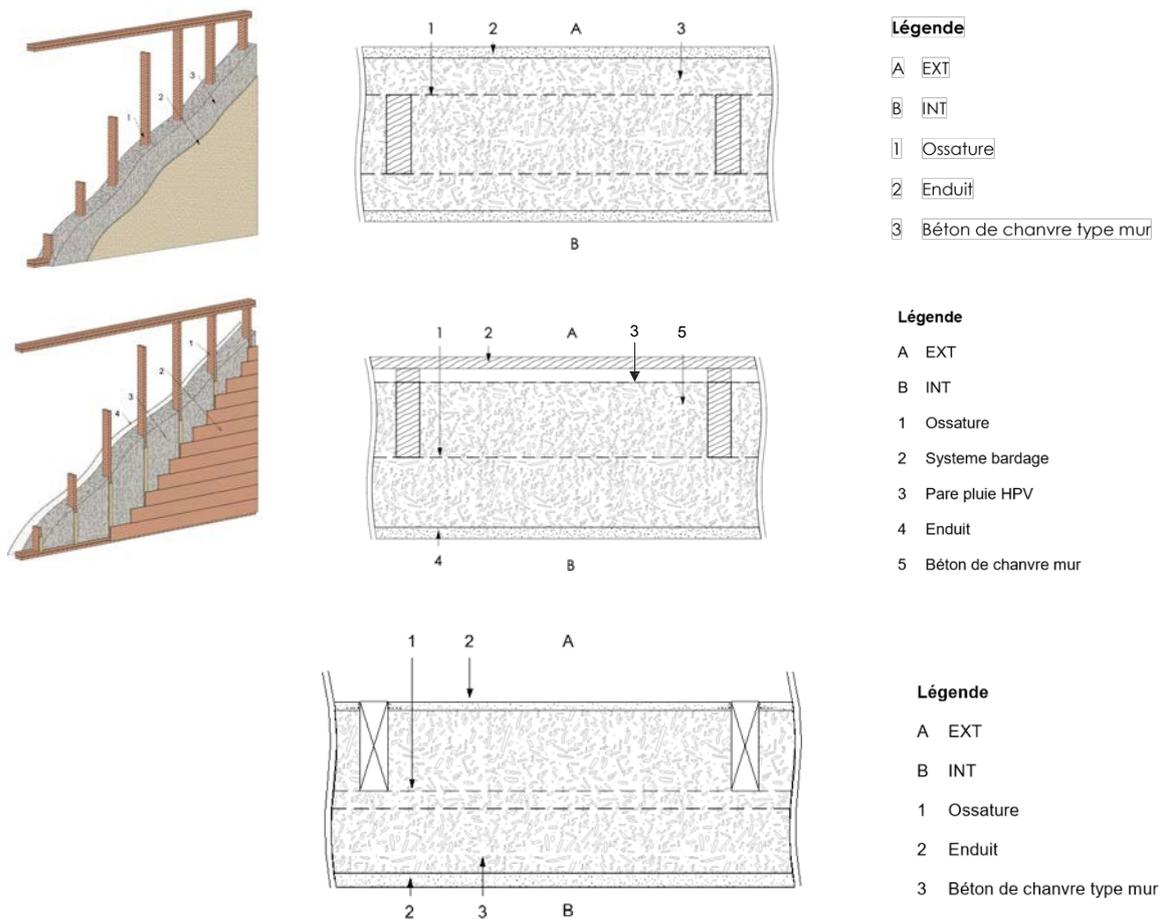
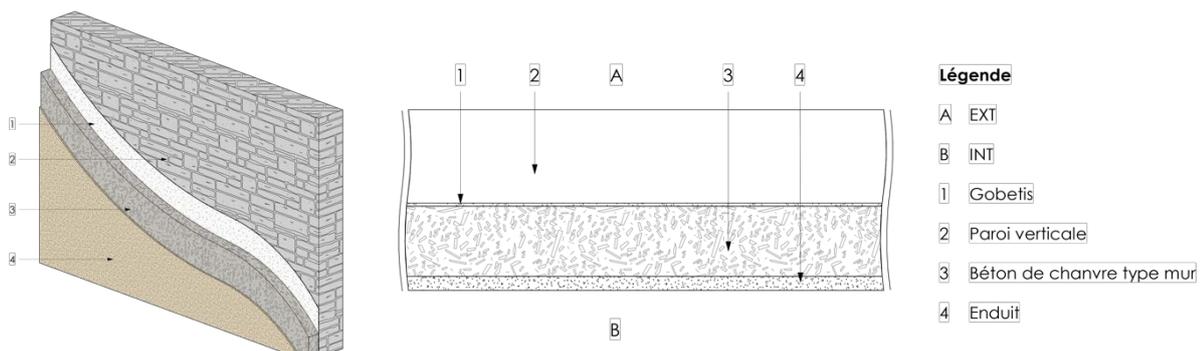


Abbildung 2: Beispiele für Hanfbetonwände mit versenkter Unterkonstruktion und einseitig freiliegendem Mauerwerk (Konfigurationen hinterlüftete Fassadenverkleidung und Holztafel).



*Abbildung 3: Beispiel für eine Hanfbetonaufdoppelung einer vertikalen Wand im Innenbereich*

In jedem Fall müssen Hanfbetonwände auf der Außenseite mit einem Schutz gegen flüssiges Wasser versehen werden (Putz oder hinterlüftete, angebrachte Fassadenverkleidung gemäß Kapitel 1.6.1.3.5.1).

Bei einer Aufdoppelung auf eine gemauerte Wand trägt der Hanfbeton nicht zur Gesamtabdichtung der Wand bei. Die Stützwand muss eine Schutzleistung gegen flüssiges Wasser aufweisen, die mindestens der in der NF DTU 20.1 vorgesehenen entspricht.

Durchgehende (d. h. auf beiden Seiten der Wand sichtbare) Unterkonstruktionen sind bei Neubauten für eine vertikale Außenwand zu vermeiden. Bei Renovierungen, bei denen die Abmessungen der Holzteile keine Überlappung zulassen, ist es notwendig, eine Sekundärstruktur (die an der Unterkonstruktion befestigt wird) anzubringen, um den Zusammenhalt zwischen der Unterkonstruktion und dem Hanfbeton zu gewährleisten.

Bei einem halbverdeckten Fachwerk (wie in Abbildung 1) wird der Hanfbeton um die Dicke des späteren Putzes vom Fachwerk zurückgesetzt.

### 1.6.1.2 SCHATTENBLICK

Die Vorkehrungen, die für die Behandlung der Abdichtung gegen flüssiges Wasser um die äußere sichtbare Holzwand herum getroffen werden müssen, sind die folgenden:

Zusätzlich zu den Regeln der Kunst, die der Holztafeltechnik eigen sind, umfasst das Gerüst, das für die Aufnahme einer Hanfbetonfüllung geeignet ist, die folgenden Details:

#### **Neue Holzpanels**

Bei neuem Holz wird die Wasserdichtigkeit nach folgenden Prinzipien behandelt:

- Eine Nut in den vertikalen und diagonalen Gefachen muss mit den Mindestmaßen  $a=15$  mm tief,  $b=25$  mm breit und mindestens 25 mm von der Außenkante des Rahmens entfernt ausgeführt werden.  
Das Hinzufügen einer vorspringenden Leiste (anstelle einer Vertiefung für die Nut) ist eine gleichwertige konstruktive Anordnung.
- Die Traufe besitzt eine nach außen gerichtete Neigung von mehr als 20 %.
- Zapfenlöcher haben einen größeren Durchmesser als 8 mm und eine Neigung nach außen von mehr als 20 %.

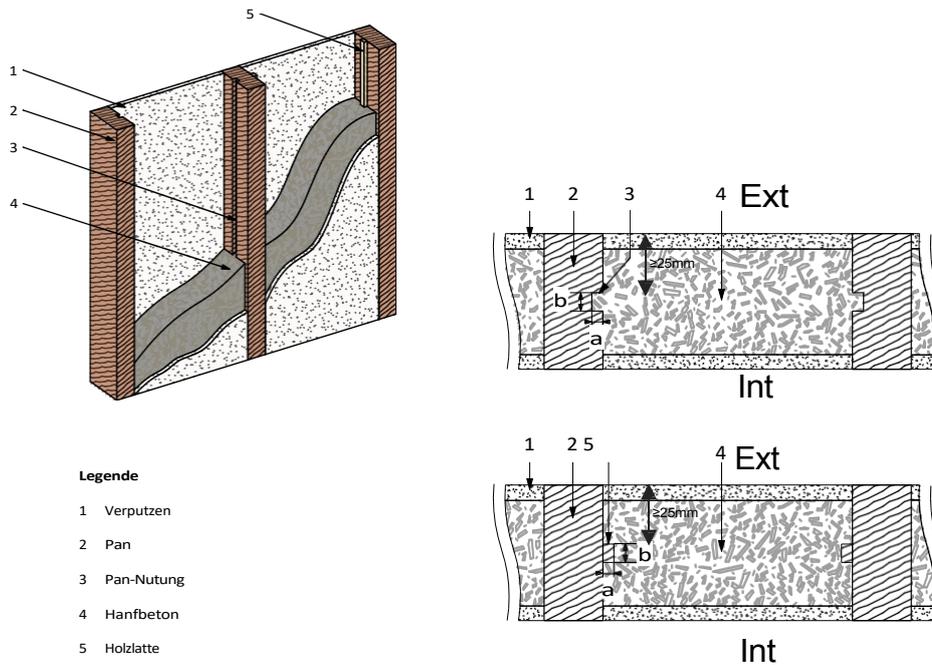


Abbildung 4: Beispiel für eine konstruktive Auflösung des bestehenden Fachwerk-Typs.

### Alte Holzplatten

Die gleichen Details gelten für alte, vor der Baumaßnahme vorhandene Fachwerkbalken.

Gefache, die sich in schlechtem Zustand befinden oder bei denen die Gefahr besteht, dass sie einsickern, müssen ersetzt werden.

## 1.6.1.3 UMSETZUNG

Bei der Ausführung der vertikalen Wände muss der Hanfbeton entweder :

- Manuell durch Ablagerung von aufeinanderfolgenden horizontalen Schichten, zwischen zwei Schalungen\* oder zwischen Schalung und Wand.
- Durch mechanisches Spritzen gegen einen Untergrund (provisorische oder endgültige Schalung oder gemauerte Wände).

### 1.6.1.3.1 VORBEREITUNG UND VORSCHRIFTEN ALLGEMEIN

#### 1.6.1.3.1.1 Schnittstelle zwischen Unterbau und Hanfbeton, Bodenfreiheit

Zwischen dem Unterbau und dem Hanfbeton muss eine kapillare Auftriebssperre gemäß den Bestimmungen der NF DTU 31.1, 31.2 und 31.4 eingebaut werden.

Wenn es keine strengeren Spezifikationen gibt, die insbesondere mit dem geografischen Standort des Bauwerks zusammenhängen, muss die Höhe zwischen dem fertigen Außenboden und der Unterseite des Hanfbetons mindestens 20 cm betragen.

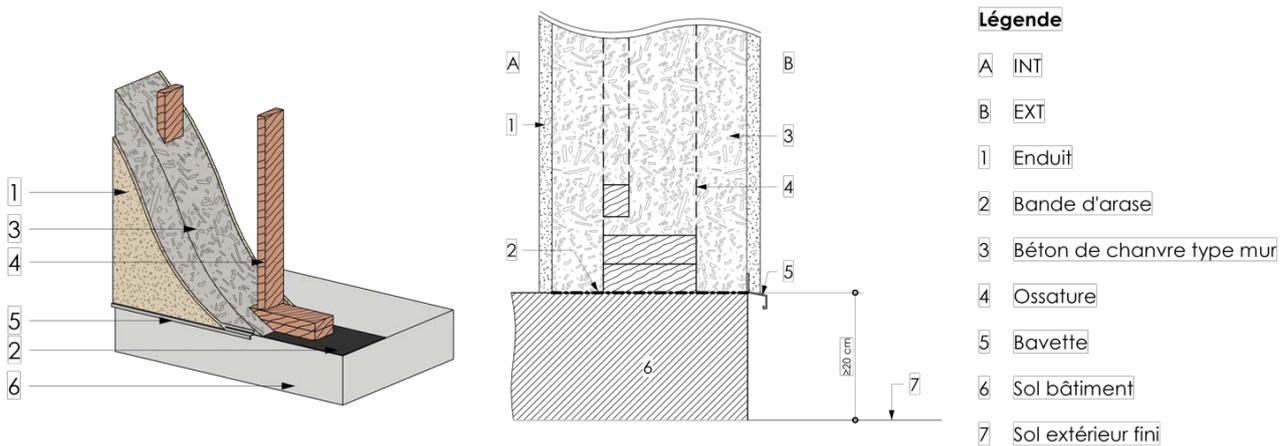
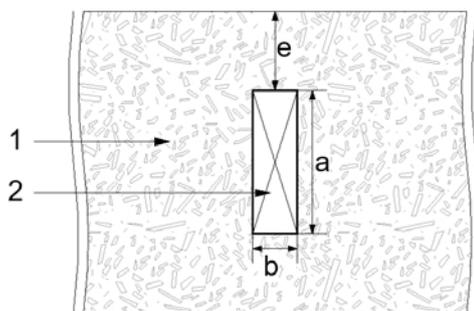


Abbildung 5: Prinzipskizze: Schnittstelle Hanfbetonwand - Sockelwand

#### 1.6.1.3.1.2 Beziehung zwischen der Struktur und dem Hanfbeton: Dicke der Umhüllung

Die Mindestdicke der Umhüllung variiert je nach Dicke der Holzteile der Struktur (siehe Abbildung 6). Diese Dicke ergibt sich aus der Formel:  $e(\text{cm}) \geq 0,5 \cdot b(\text{cm}) + 5$ , mit einem Minimum von 7cm.



#### Légende

- 1 Béton de chanvre
- 2 Ossature
- e Enrobage du béton de chanvre
- a Länge des Gerüstpfostens Dicke
- b des Gerüstpfostens

Abbildung 6: Horizontalschnitt durch die Wand; Dicke der Ummantelung (e) und Holzquerschnitt (a und b)

#### Einbettung der Gerüste :

- Bei Querschnitten mit  $b > 8 \text{ cm}$  muss die Struktur entweder von außen oder von innen sichtbar bleiben. In jedem Fall dürfen die Gerüste nicht durchgehend sein, außer im Fall von bestehenden Gefachen.
- Für  $b < 4 \text{ cm}$  beträgt die minimale Einbettung  $e(\text{cm})$  7cm.
- Für  $4 \text{ cm} \leq b \leq 8 \text{ cm}$  beziehen Sie sich auf die Beziehung minimale Ummantelungsdicke (e) zu Holzdicke (b), die in Abbildung 7 dargestellt ist.

Im Fall von mehreren Holzständern, die für die Lastabtragung sorgen und/oder die Lasten der Schreinereien aufnehmen, muss ein Raster\* eingesetzt werden, wenn ein Putz auf dem Hanfbeton angebracht wird. Dieses Raster\* muss in den Putz integriert werden.

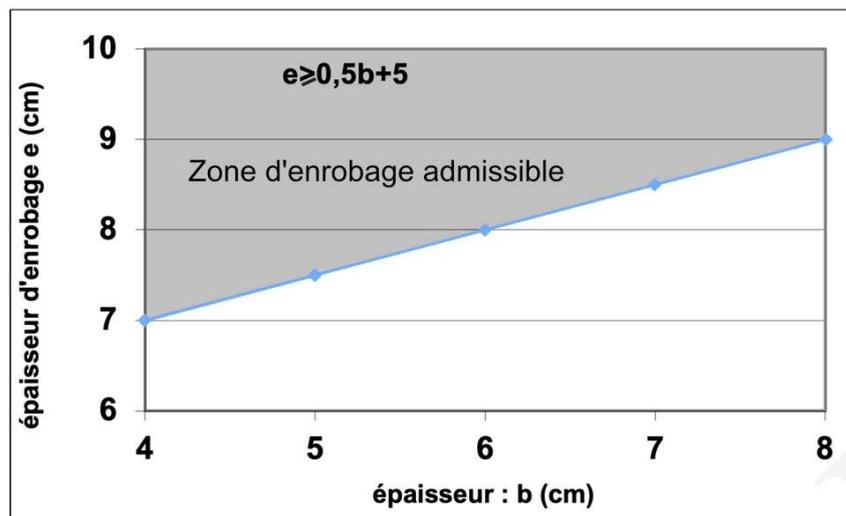


Abbildung 7: Minstdicke der Ummantelung (e) in Abhängigkeit von der Dicke (b) des Holzstücks

### 1.6.1.3.1.3 Öffnungen

Die Fenster und Türen müssen direkt auf dem Rahmen befestigt werden, der über den gesamten Umfang durchgehend ist, oder mit Hilfe eines Vorrahmens, der mit dem Rahmen fest verbunden ist.

Ihre Verlegung muss den Bestimmungen der NF DTU 31.2, 31.4 und den professionellen Empfehlungen entsprechen: RÉALISATION DES ENCRARREMAISMENTS DE BAIES ET INTEGRATION DES MENUISERIES EXTÉRIEURES IN DEN WÄNDEN MIT HOLZSTRUKTUR.

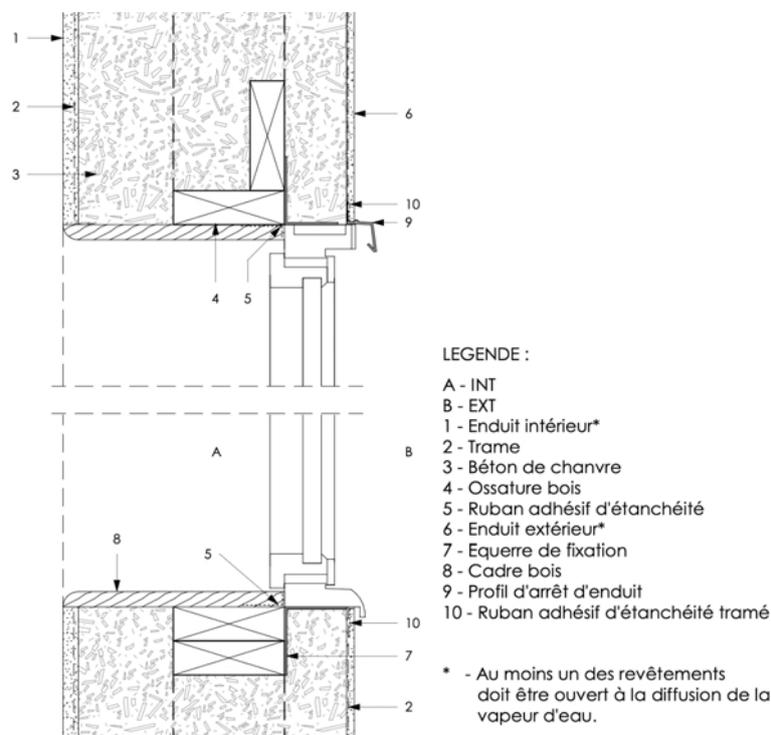


Abbildung 8: Beispiel für eine Tischlerei, die an der Außenwand angebracht wird - Schnittansicht.  
Auszug aus dem Detailbuch Construire en Chanvre, verfügbar unter [www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr)

#### 1.6.1.3.1.4 Netzwerke

Die Kabelkanäle (Wasser, Strom...) müssen an der Unterkonstruktion befestigt werden (Abbildung 9 und 10) und können in den Hanfbeton eingearbeitet werden. Sie müssen ohne Unterbrechung gegen den halben Perimeter der Unterkonstruktion auf der Innenseite verlegt werden.

Die Positionierung der Elektrokästen erfolgt in der Regel vor dem Einbringen des Hanfbetons.

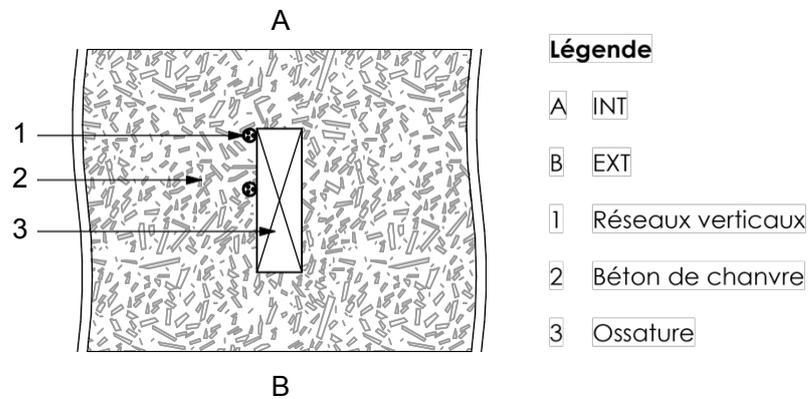


Abbildung 9: Durchgang von vertikalen Netzwerken

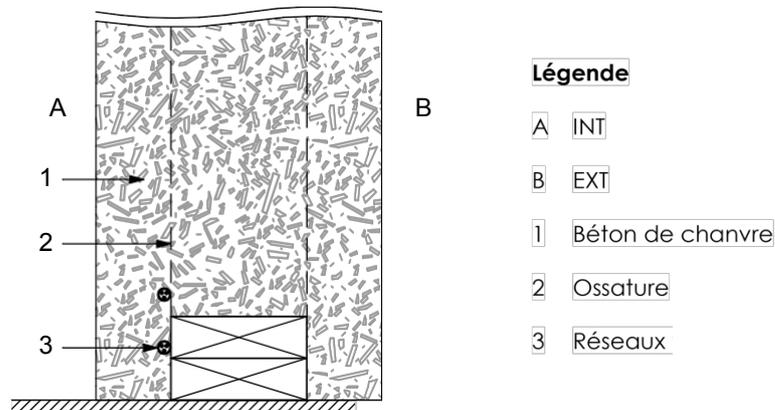


Abbildung 10: Durchgang von horizontalen Netzwerken

- Zwischen den Schächten muss ein Freiraum von mindestens 3 cm vorhanden sein, damit die Kontinuität des Hanfbetons nicht unterbrochen wird.
- Es ist möglich, den Hanfbeton nach dem Einbau zu rillen. In diesem Fall wird die Rille mit einer Bindemittel-Granulat-Mischung derselben Zusammensetzung wie bei der Herstellung der ursprünglichen Wand ausgefüllt. Der Untergrund muss gereinigt und entstaubt werden und anschließend mit einer Bindemittelschlämme aus demselben Bindemittel, das zur Herstellung des ursprünglichen Hanfbetons verwendet wurde, befeuchtet werden. Wenn die vorgesehene Endbearbeitung des Hanfbetons ein Putz ist, muss ein Raster\* in den Putzkörper eingebracht werden.
- In jedem Fall müssen die Netzwerke mit mindestens 3 cm Hanfbeton bedeckt werden.
- Die Hüllen müssen ohne Unterbrechungen sein.

#### 1.6.1.3.1.5 Anwendungsgrenzen und Vorsichtsmaßnahmen

Hanfbeton darf nicht in Frostperioden verarbeitet werden.

Es wird angenommen, dass sie verarbeitet werden können, wenn die Umgebungstemperatur zwischen + 5 °C und + 30 °C im Fall von Beton, der ein hydraulisches Bindemittel (Zement oder Kalk und Zement) enthält, oder zwischen + 8 °C und + 30 °C im Fall von Hanfbeton, dessen ausschließliches Bindemittel NHL-Baukalk ist, liegt. Bei Temperaturen über 25 °C sind besondere Schutzmaßnahmen zu treffen. Dabei ist darauf zu achten, dass immer eine Seite für die Diffusion von Wasserdampf offen bleibt.

Außerdem :

- Das Bauwerk muss belüftet sein, um die Trocknung des Hanfbetons zu fördern und den Feuchtigkeitstransport nicht zu behindern.
- Hanfbeton muss bis zur Fertigstellung der Außenverkleidung z. B. durch hoch wasserdampfdurchlässige Regenschutzmembranen oder eine Schutzschicht vom Typ Gobetis\* (wie in Abschnitt 1.5.4.2.2.1 definiert) vor Witterungseinflüssen geschützt werden.
- Für das Auftragen der putzartigen Endbearbeitung: Man erwartet, dass die Oberfläche des Hanfbetons eine homogene Aufhellung des Materials in Verbindung mit der Trocknung aufweist. Die Trocknung wird überprüft, indem man beobachtet, ob auf der Oberfläche der Wand Spuren von flüssigem Wasser vorhanden sind oder nicht. Wenn die Wand noch Wasserspuren auf ihrer Oberfläche aufweist, wartet man mit der Verputzausführung.

In jedem Fall wartet man mindestens 21 Tage, bis der Hanfbeton getrocknet ist, bevor man die Außen- und Innenverkleidung aufträgt.

Das Abrichten der Wand kann erfolgen, bevor die Wand vollständig getrocknet ist.



*Foto 1: Hanfbeton während des Trocknungsprozesses. Bereich oben trockener und unten feuchter.*

- Der für den Einbau des Hanfbetons zuständige Verarbeiter muss sicherstellen, dass die Vorkehrungen getroffen werden, um die Nachbehandlungsbedingungen des Hanfbetons (Feuchtigkeit, Temperatur, Belüftung) zu gewährleisten.

- Der mit der Verarbeitung des Hanfbetons beauftragte Verarbeiter muss eine visuelle Prüfung der Trocknung des Hanfbetons durchführen und ein datiertes Konformitätsprotokoll für die Anwendung der Außenverkleidungen erstellen. Muster des Befundes im Anhang dieser Berufsregeln.
- Die Ebenheitstoleranz des Hanfbetons beträgt 10 mm unter der 1-m-Regel, es sei denn, es sind andere Vorschriften in den besonderen Dokumenten des Marktes festgelegt.

#### 1.6.1.3.1.6 Befestigungen für schwere Lasten

Schwere Lasten über 3 kg müssen an der Unterkonstruktion befestigt werden (Heizkörper, Küchenmöbel...). Beispielsweise kann man in den technischen Räumen ein Raster für die Unterkonstruktion erstellen und an der Unterkonstruktion oder der Wand sichtbare Tragteile für Punktlasten befestigen.

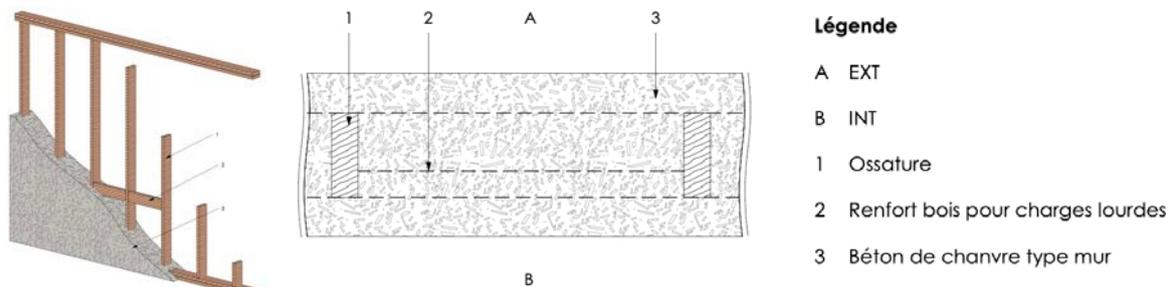


Abbildung 11: Beispiel für eine Verstärkung in der Unterkonstruktion zur Befestigung schwerer Lasten

#### 1.6.1.3.2 KOFFRAGEN

Die verwendeten Schalungen\* müssen sauber sein und es der Wand ermöglichen, die Anforderungen an die Ebenheit zu erfüllen.

Die Stabilität der Schalung muss während der gesamten Zeit der Verarbeitung des Hanfbetons bis zum Ausschalen gewährleistet sein.

Ausschalungsmittel sollten nicht verwendet werden.

#### 1.6.1.3.3 ANLEGEN DES BETONS VON HANF

##### 1.6.1.3.3.1 Manuelle Verarbeitung zwischen zwei Schalungen

Hanfbeton sollte in aufeinanderfolgenden Schichten von maximal 20 cm eingebaut werden. Das Material sollte entlang der Rahmen und Schalungen\* leicht festgedrückt werden, damit die Oberflächen der Wände gleichmäßig sind.

Wenn ein horizontales Element das Füllen behindert, kann man folgendermaßen vorgehen:

- Halte die Schalung auf einer Seite 20 cm unterhalb des horizontalen Elements an.
- Füllen Sie den Hanfbeton von Hand mit Hilfe einer Glättkelle über diese offen gelassene Seite.

Bei Fachwerkrenovierungen müssen die Schalungen unmittelbar nach dem Ausfüllen entfernt werden; entweder kratzt man den Hanfbeton leicht an und hinterlässt eine raue Oberfläche für den Putz, oder man verdichtet den Hanfbeton mit einer Glättkelle, um die Dicke des Putzes zu gewährleisten.

#### 1.6.1.3.3.2 Bestehende Mauern: Behandlung von support

Diese Untergründe erfordern eine Voruntersuchung, um die Anwendung von Hanfbeton und die Vorbehandlung des Untergrunds festzulegen.

- Wenn der vorhandene Untergrund nicht rissig und zusammenhängend ist, kann er erhalten bleiben.
- Wenn der Untergrund Haftungsfehler, Risse, mangelnde Kohäsion oder Unebenheiten aufweist, müssen die betroffenen Stellen ausgewaschen werden.
- Untergründe, die innen oder außen dicke Kunststoffbeschichtungen, Kunststofffarben oder andere nicht absorbierende Materialien aufweisen, sind nicht zulässig.
- Der Gipsputz auf Mauerwerk muss vor der Herstellung des Hanfbetons abgeputzt werden.

#### 1.6.1.3.3.3 Manuelle Anbringung gegen einen Untergrund

Im Falle einer bestehenden Mauer und bei manueller Anwendung muss eine Schalhaut angebracht werden, damit die Mauer ausgerichtet werden kann. Die Dicke des Hanfbetons muss dann mindestens 12 cm betragen. Für maschinelle Anwendungen siehe Tabelle 1.

Auf weichen Untergründen muss eine Haftbrücke (Verhakung) mit Kalkmilch oder Gobetis mit einem Bindemittel hergestellt werden, das mit dem verarbeiteten Hanfbeton kompatibel ist.

Der Einsatz erfolgt zwischen einer Schalung und einem Träger, einer Wand oder Schalung (provisorisch oder endgültig).

Bei der manuellen Verarbeitung wird wie beim Einbringen zwischen zwei Schalungen geschüttet.

Im Falle einer Unterlage mit verlorener Schalung, die keine andere Funktion hat, muss sie aus einer Gipskartonplatte, einer Holzspanplatte oder einer Membran bestehen und einen  $S_d < 2,5\text{m}$  aufweisen.



*Foto 2: Beispiel für das mechanische Spritzen von Hanfbeton auf eine innere verlorene Schalung aus Gipskartonplatten.*

#### 1.6.1.3.3.4 Verarbeitung von Hanfbeton durch mechanisches Spritzen

Die Anbringung erfolgt gegen eine Unterlage; Wand oder Schalung, beginnend am unteren Rand der Wand über die gesamte Breite und bis die gewünschte Wanddicke erreicht ist.

Der Bauunternehmer muss regelmäßig kontrollieren, ob das Verhältnis von Bindemitteln und Zuschlagstoffen, die gespritzt werden, eingehalten wird. Diese Kontrolle muss durch eine Zählung der Anzahl der Säcke mit Bindemittel und Zuschlagstoffen, die verarbeitet wurden, erfolgen. Die für die Hydratation des Bindemittels erforderliche Wassermenge wird vom Hersteller des Bindemittels angegeben.

Im Falle einer Unterlage mit verlorener Schalung müssen die gleichen Bestimmungen wie in Artikel 1.5.1.3.3 angewendet werden.

#### 1.6.1.3.4 DECOFFRAGE

Die Bankette müssen mindestens 20 Minuten nach dem Einbringen des Hanfbetons an Ort und Stelle bleiben. Die Schalungen sollten durch seitliches Verschieben entfernt werden.

Um die Trocknung zu fördern, sollten die Schalungen innerhalb von 24 Stunden nach dem Einbau entfernt werden.

#### 1.6.1.3.5 AUSSENVERKLEIDUNGEN UND INNENVERKLEIDUNGEN

Beschichtungen und alle eingesetzten Endbearbeitungen dürfen die Wasserdampfdurchlässigkeit von Hanfbeton nicht beeinträchtigen. Mindestens eine Seite der Bauwerke muss daher mit einer wasserdampfdurchlässigen Beschichtung belassen werden.

##### 1.6.1.3.5.1 Außenverkleidungen

Die Außenverkleidung muss dem Bauwerk das erforderliche Schutzniveau verleihen, um den Schutz vor flüssigem Wasser (Schlagregen) zu gewährleisten.

Es gibt zwei Arten von Außenverkleidungen:

- Die Beschichtungen
- Hinterlüftete Fassadenverkleidungen

##### **Die Beschichtungen**

Die reduzierte Ausreißfestigkeit von Hanfbeton macht bei der Herstellung von Schutzputzen im Außenbereich besondere Anforderungen erforderlich, insbesondere hinsichtlich der mechanischen Verträglichkeit dieser aufgetragenen Putzmörtel.

Bei der Vorfertigung in der Fabrik kann die erste Schicht ohne Rasterung ausgeführt werden. Bei der zweiten Schicht, die auf der Baustelle ausgeführt wird, muss ein Raster gemäß den Spezifikationen des Putzherstellers nach den Empfehlungen desselben Putzherstellers angebracht werden.

Bei allen Arten von Verputz muss alle zwei Stockwerke eine horizontale Überschneidung sowie alle 25 m<sup>2</sup> eine vertikale und/oder horizontale Überschneidung erfolgen. Diese Überlappung wird durch eine sog.

Die "funktionalen" Elemente werden gemäß den Bestimmungen von NF DTU 26.1 P1-1 (Kapitel Fugen; Artikel: Fugen) verwendet.

funktional). Die gleiche Überlappung muss auch an den Verbindungsstellen zwischen zwei FOB-Platten erfolgen, die nicht mechanisch vernäht sind.

Außerdem

Zwei Arten von Verputz sind möglich

- Verputzen mit einem einlagigen Fertigmörtel
- Mehrschichtiger Putz mit leistungsfähigen Mörteln CSI oder CSII oder aus Baustellenrezepten (die Dosierungen sind in Tabelle 2 angegeben)

Vertikale Putzarbeiten dürfen nur auf fertigem Mauerwerk begonnen werden, das die in Absatz 1.5.1.3.1.5 angegebenen Trocknungszeiten einhält.

### **Verputzen mit einschichtigem Mörtel**

Er muss mit einem einschichtigen Putzmörtel (OC1 oder OC der CSI-Klasse) auf einem staubfreien oder gebürsteten und zuvor angefeuchteten Hanfbeton ausgeführt werden. Der Hanfbeton darf nicht rieseln. Der frische Mörtel wird in zwei Durchgängen aufgespritzt, wobei in den <sup>ersten</sup> Durchgang ein Glasgittergewebe gemäß der aktuellen NF DTU 26.1 eingelegt wird. Die Wartezeit zwischen den beiden Arbeitsgängen sollte maximal 48

Stunden betragen. Der Einschichtputz muss :

- Eine durchschnittliche fertige Dicke von 20 bis 25 mm.
- Eine Mindestdicke an jedem Punkt von 18 mm.
- Eine maximale Dicke von 25 mm. Punktuell kann diese Dicke bis zu 35 mm betragen.

### **Mehrschichtiger Putz (manuelle oder maschinelle Anwendung)**

Der Hanfbeton muss vor dem Auftragen des Putzes entstaubt oder gebürstet und angefeuchtet werden. Hanfbeton darf nicht rieseln.

#### **Mehrschichtige Verputzarbeiten aus Fertigmörteln**

Die 1. Schicht muss mit einem GP-Mörtel (CSI oder CSII) hergestellt und maschinell aufgetragen werden. In diese 1. Schicht muss ein Glasraster gemäß der aktuellen NF DTU 26.1 eingelegt werden.

Die Wartezeit zwischen der ersten und der zweiten Schicht sollte mindestens 7 Tage betragen. Die Dicke dieser 1. Schicht sollte 10-15 mm betragen.

Die 2. Schicht muss mit einem GP CSI Mörtel oder einem OC1 oder OC Mörtel der CSI Klasse ausgeführt werden.

Der mehrschichtige Putz aus fertigem Fertigmörtel muss :

- Eine durchschnittliche fertige Dicke von 20 bis 25 mm
- Eine Mindestdicke an jedem Punkt von 18 mm.
- Eine maximale Dicke von 25 mm. Punktuell kann diese Dicke bis zu 35 mm betragen.

#### **Auf der Baustelle vorbereiteter Mehrschichtputz (Baustellenrezeptmörtel)**

Der auf der Baustelle vorbereitete Mehrschichtputz muss aus folgendem bestehen: **Aus einem Becher**

Er muss aus einem Mörtel mit Baukalkrezeptur bestehen, der der NF EN 459-1 entspricht.

Die verwendbaren Bindemittel müssen der Klasse 3,5 angehören. Akzeptierte Bindemittel sind NHL 3,5, FL 3,5 und HL 3,5.

Die Dosierung sollte 350 bis 400 kg Kalk pro m<sup>3</sup> trockenen Sand 0/4 mm betragen.  
 Die Dicke sollte 3 bis maximal 5 mm betragen.  
 Die Trockenzeit vor dem Auftragen der <sup>zweiten</sup> Schicht muss mindestens 48H00 betragen.

**BEMERKUNG:** Bei Auftragung durch mechanisches Spritzen ist der Schlicker nicht zwingend erforderlich.

**Aus einem Putzkörper**

Falls der Gobtis nicht ausgeführt wird (mechanisches Auftragen des Putzes), muss der Hanfbeton entstaubt oder gebürstet werden.

Der Untergrund sollte vorher angefeuchtet, aber nicht rieselig sein.

Die Dosierungen von Rezeptmörteln sollten der folgenden Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2: Bindemitteldosierung in kg pro m <sup>3</sup> Trockensand			
	Hydraulische Kalke NHL, FL, HL von Klasse 2 oder 3.5	Natürliche hydraulische Kalke NHL der Klasse 3.5	Kalziumkalk CL
Mörtel aus reinem Bindemittel	225 à 275		
Bastardmörtel Gesamtbindemitteldosierung 225 à 275		175 à 200	50 à 100

Die Dicke dieser Schicht einschließlich eines eventuellen Gobetis sollte 10 bis 15 mm betragen.

**Von einem Abschluss**

Er besteht aus einem Rezeptmörtel aus hydraulischen Bindemitteln. Der Untergrund muss vorher angefeuchtet werden und darf nicht rieseln.

Die verwendbaren Bindemittel müssen der Klasse 2 angehören. Akzeptierte Bindemittel sind NHL 2, FL 2 und HL 2.

Die Dosierung wird 180 bis 220 kg Kalk pro m<sup>3</sup> trockenen Sand 0/2 mm oder 0/4 mm betragen.

Der auf der fertigen Baustelle vorbereitete mehrschichtige Putz muss :

- Die Gesamtdicke des fertigen Putzes sollte 20 bis 25 mm betragen.
- Die Mindestdicke an jeder Stelle muss 18 mm betragen.
- Eine maximale Dicke von 25 mm. Punktuell kann diese Dicke bis zu 35 mm betragen.

Bei der Wahl einer Taloschierung sind die Empfehlungen des Mörtelherstellers zu beachten. Die

Verputzarbeiten (gemäß NF DTU 26.1) dürfen nicht begonnen werden:

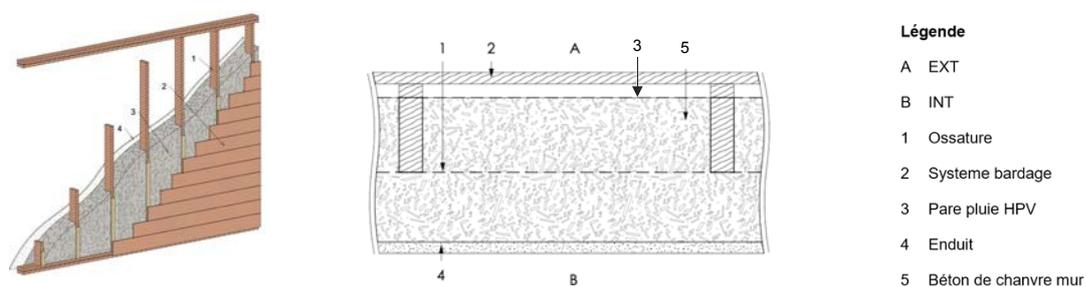
- In Frostperioden
- Auf warmen oder ausgetrockneten Untergründen ;
- Bei trockenem Wind ;
- Bei farbigem Vorsatzputz bei Regen, Nebel oder hoher Luftfeuchtigkeit und Temperaturen unter +8 °C; damit soll die Bildung von weißlichen Ausblühungen vermieden werden. Zu den besonderen Vorsichtsmaßnahmen, die über + 30 °C zu treffen sind, gehören:
  - Der Schutz von Unterlagen (Beispiele: Planen oder Netze) vor übermäßiger Erwärmung durch Sonneneinstrahlung ;
  - Das Befeuchten in der Masse von ausgetrockneten Untergründen ;

- Die Anwendung auf Oberflächen im Schatten.

## Die Verkleidung

An der isolierten vertikalen Wand aus Hanfbeton muss eine hinterlüftete Vorsatzschale angebracht werden. Der Hanfbeton übernimmt keine Last, die durch die vorgehängte Fassadenverkleidung induziert wird. Das Holzgerüst übernimmt diese Last (Beispiel Abbildung 1, Kapitel 1.5.1.1).

Die hinterlüftete Fassadenverkleidung muss in Übereinstimmung mit den gültigen technischen Gutachten oder ATEX-Zertifikaten für Holzrahmenkonstruktionen angebracht werden, die den Bestimmungen der NF EN DTU 31.1, 31.2 und/oder 31.4 oder NF DTU entsprechen. In dieser Konfiguration muss eine flexible Regenschutzmembran verwendet werden.



*Abbildung 1: Beispiel einer Hanfbetonwand mit außen versetztem Holzrahmen (Konfiguration hinterlüftete Fassadenverkleidung).*

### 1.6.1.3.5.2 Innenverkleidungen

Innenverkleidungen müssen die Präambel des Absatzes 1.6.1.3.5 einhalten.

Fall von feuchten Räumen EB+ mit privater Nutzung (Raum, in dem eine Dusche oder eine Badewanne untergebracht ist) : In spritzwassergefährdeten Bereichen müssen die Hanfbauwerke vor Wasser geschützt werden. Dieser Schutz kann durch eine Vorsatzschale aus Gipskartonplatten gewährleistet werden, die gemäß den Bestimmungen für Feuchträume des NF DTU 25.41 hergestellt wird.

## Die Synchronisationen

Vorsatzschalen aus Gipskartonplatten dürfen nicht auf dem Hanfbeton befestigt werden. Sie müssen entweder auf der Holzunterkonstruktion befestigt werden, die mit dem Hanfbeton in Berührung kommt, oder mit Hilfe einer Unterkonstruktion aus Holz oder Metall von der Holzunterkonstruktion getrennt werden.

Die Ausfachungen werden nach den Vorgaben des Bauvertrags isoliert oder nicht isoliert.

Die Vorsatzschalen müssen dem NF DTU 25.42 oder den gültigen technischen Gutachten für den Einbau in Holzrahmenkonstruktionen (NF DTU 31.1, DTU 31.2 und/oder 31.4) oder NF DTU entsprechen.

## 1.7 TESTS UND KONTROLLEN

- Überprüfung der Hanfbetoneinbettung an den Ständern der Unterkonstruktion und den Luftkanälen mit Hilfe eines Lineals gemäß Kapitel 1.5.1.3.1.2.
- Visuelle Überprüfung der Homogenität des Hanfbetons nach dem Ausschalen: An allen laufenden Teilen wird überprüft, ob es keine Materialablösungen gibt. Ist dies der Fall, sollte eine Reparatur gemäß Kapitel 1.8 durchgeführt werden:



*Foto 3: Hanfbeton, der auf seiner Oberfläche homogen ist.*



*Foto 4: Ungleichmäßiger Hanfbeton mit punktueller Ablösung.*

- Überprüfung der allgemeinen Ebenheit des Hanfbetons gemäß Kapitel 1.7.

## 1.8 MERKMALE / TOLERANZEN DES FERTIGEN WERKES ,

Ebenheitstoleranz von Hanfbeton :

- Bei einer Wand oder einer Vorsatzschale aus Hanfbeton beträgt die Ebenheitstoleranz 10 mm unter der 1-m-Regel (außer bei gegenteiligen Angaben in den Auftragsunterlagen). Bei Trennwänden aus Hanfbeton beträgt die Ebenheitstoleranz 1 mm unter der 1-m-Regel.

## 1.9 REPARATUR - PFLEGE

Die Reparatur von Brüchen, Füllfehlern des Hanfbetons und anderen örtlich begrenzten zufälligen Fehlern ist möglich, sofern der für die Reparatur verwendete Hanfbeton von derselben Beschaffenheit ist wie der, der zur Herstellung der ursprünglichen Mauer verwendet wurde. Der Untergrund muss gereinigt und entstaubt werden und anschließend mit einer Bindemittelschlämme befeuchtet werden, die aus demselben Bindemittel besteht wie das, das zur Herstellung des Hanfbetons verwendet wurde.



*Foto 5: Ungleichmäßiger Hanfbeton mit punktueller Ablösung.*



*Foto 6: Hanfbeton, der mit einer Bindemittelschlämme befeuchtet wurde, die die gleiche Zusammensetzung hat wie das Bindemittel, das ursprünglich zur Herstellung des Hanfbetons verwendet wurde.*



*Foto 7: Hanfbeton am Ende der Nachbearbeitung mit Verspachtelung des abgelösten Teils.*

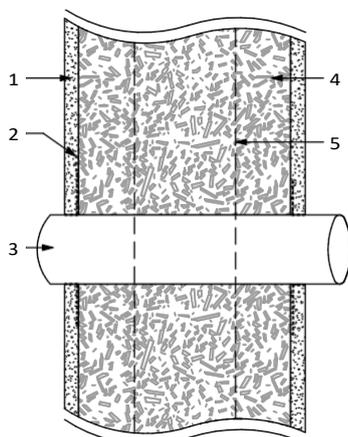
## 1.10 KAMINE, ÖFEN UND SCHORNSTEINE IN SENKRECHTEN WÄNDEN

Hanfbeton darf nicht als Ersatz für eine nicht brennbare Isolierung verwendet werden, wie sie in der NF DTU 24.1 empfohlen wird. Die vom Hersteller des Geräts oder vom DTU 24.1 vorgeschriebene minimale Feuerwiderstandsdauer muss zwischen der Leitung und dem Hanfbeton eingehalten werden.

### 1.11 CONDUIT DIVERSE

Vertikale Wanddurchführungen aus Hanfbeton müssen in den Hanfbeton eingebettet werden, wobei ein Gefälle von mehr als 3% einzuhalten ist.

Innerhalb des Hanfbetons dürfen keine Verbindungen hergestellt werden und in jedem Fall müssen die Leitungen wasserdicht ummantelt werden. Bei einer vertikal verlaufenden Leitung muss eine Ummantelung von mindestens 4 cm am Rand des Netzes eingehalten werden. Im Falle eines Außenputzes muss an der Verbindungsstelle zwischen Putz und Rohr ein Fugengrund hergestellt werden.



#### Legende

- 1 Verputzen
- 2 Rasterklebeband z u m Abdichten
- 3 PVC-Rohr mit einem Gefälle von mehr als 3% nach außen
- 4 Hanfbeton
- 5 Betrag Holz

*Abbildung 12: Durchquerung einer vertikalen Wand aus Hanfbeton mit einem starren Rohr oder einer starren Hülse.*

## 2 TEIL 1-2: ALLGEMEINE KRITERIEN FÜR DIE AUSWAHL VON MATERIALIEN (CGM)

### 2.1 DOMÄNE ANWENDUNG

Das vorliegende Dokument legt die allgemeinen Kriterien für die Auswahl der Materialien fest, die für die Ausführung von Hanfbetonarbeiten im Anwendungsbereich der Fachregeln Teil 1-1 (CCT) verwendet werden.

### 2.2 VERWEISE NORMATIVE

Siehe die Ausführungen zu P1-1 CCT, Kapitel 2.

### 2.3 DIE BESTANDTEILE DES BETONS VON HANF

#### 2.3.1 HANFGRANULAT BAUWESEN

- Das "Hanfbaugranulat" (die Schäben) ist der fragmentierte innere Teil des Hanfstängels.

Hanfgranulat ist ein "Hanfbau"-Granulat, das von Hanfbauern mit dem Label "GRANULAT CHANVRE CONSTRUCTION BÂTIMENT" hergestellt wird.

Diese Gesteinskörnungen überprüfen die Eigenschaften der folgenden Tabelle:

Paramètres	Niveau d'exigence
quantité de matière issue de la plante de chanvre	100% de matière issue de la récolte de la culture de chanvre pure.
La masse volumique apparente du produit fini	Variation maximale annuelle +/- 15%
La granulométrie	Suivi de la granulométrie et stabilité de cette granulométrie. 95% des particules ont une longueur inférieure à $L_{dmax} +/- 10\%$
Le taux d'humidité de la paille	< 19%
Le taux de poussière	< 2% de passant au tamis 0,25
La couleur	% particules non conformes < 5%

Abbildung 13: Kontrollpunkte für das Label Hanfgranulat Gebäude.

Dieses Label ist im Dokument: REFERENTIEL DU LABEL " GRANULAT CHANVRE CONSTRUCTION BÂTIMENT " definiert. Das Referenzsystem kann bei der Association Construire en Chanvre eingesehen werden: [www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr).

## 2.3.2 DIE BINDUNG

Das gewählte Bindemittel muss es Hanfbeton ermöglichen, die in § 2.4. der CGM angegebenen erwarteten Leistungen zu erreichen.

Das verwendete Bindemittel besteht hauptsächlich aus: Baukalk (gemäß der Norm NF EN 459- 1), Romanzement (gemäß der Norm NF P 15- 314), gewöhnliche Zemente (gemäß der Norm NF EN 197- 1), Materialien mit puzzolanischem Charakter. Es handelt sich um Bindemittel, die für die Verwendung mit der Bau-Hanf-Körnung bestimmt sind. Die Vorschrift darf unter keinen Umständen geändert werden. Diese Bindemittel müssen ohne Zusatz von Zusatzstoffen und ohne Vermischung untereinander verwendet werden, mit Ausnahme des Abbindeverzögerers für Romanzement (in diesem Fall sind die Empfehlungen des Herstellers zu beachten).

## 2.3.3 WASSER

Das zum Anrühren verwendete Wasser muss die Anforderungen der Norm NF EN 1008 erfüllen.

## 2.4 HANFBETON FÜR DIE VERWENDUNG ALS VERTIKALE WAND

Hanfbeton für den Einsatz in vertikalen Wänden muss mit einer Rezeptur hergestellt werden, deren Bindemittel-Granulat-Paar von Construire en Hanvre validiert wurde. Die mechanischen, thermischen und akustischen Eigenschaften von Hanfbeton hängen von den verwendeten Dosierungen und somit von den betrachteten Bindemittel-Granulat-Kombinationen ab.

Die Dosierungen der Bestandteile sind in den Berichten und Bescheinigungen zur Validierung der Bindemittel/Hanfgranulate-Paare festgelegt (Bescheinigungen auf Anfrage bei den Herstellern).

Die Messungen der erwarteten Leistungen von Hanfbeton müssen von externen Labors durchgeführt werden. Diese Labors werden von Construire en Hanvre auf der Grundlage ihrer Kompetenzen und der für die Durchführung der Tests erforderlichen Ausrüstung identifiziert und ausgewählt. Die Liste der Labore ist beim Verein Construire en Hanvre erhältlich. Jedes neue Labor kann bei Construire en Hanvre einen Antrag stellen, um in diese Liste aufgenommen zu werden.

Die so ausgewählten Formulierungen wurden von Construire en Hanvre validiert und weisen unter Standardbedingungen (20°C - 50% r.F.) und nach 60 und 90 Tagen die folgenden erwarteten Mindestleistungen auf (Tabelle 5):

	Modul Elastizität (MPa) nach 90 Tagen	Widerstand gegen Druckfestigkeit (MPa) nach 90 Tagen
Vertikale Wand - Schwellenwert (Minimum) unter Standardbedingungen	≥15 MPa	≥0,2 MPa

Hanfbeton aus Hanf muss also nach 90Tagen Trocknung einen Elastizitätsmodul von  $\geq 15\text{MPa}$  und eine Druckfestigkeit von  $0,2\text{MPa}$  oder höher.

Die Leistung wird anhand der Testprotokolle bewertet, die im Dokument "TESTPROTOKOLLE FÜR DIE MESSUNG DER LEISTUNGSSCHWELLEN VON HANFBETON". dessen Referenzsystem bei der Association Construire en Hanvre erhältlich ist: [www.construire-en-chanvre.fr](http://www.construire-en-chanvre.fr).

Die Liste der Bindemittel-Granulat-Paare Hanf Bau, die diesen Anforderungen entsprechen, ist bei der Association Construire en Hanvre erhältlich.

Die Rohdichte von Hanfbeton hängt von den validierten Bindemittel-Granulat-Paaren ab und kann zwischen 250 und 500 kg/m<sup>3</sup> variieren (diese Werte sind Richtwerte, für die genauen Werte von Hanfbeton beziehen Sie sich auf die Angaben der Hersteller).

Hanfbeton, der in der Werkstatt in Form von vorgefertigten Kästen in Holzrahmenbauweise verarbeitet wird, unterliegt denselben Anforderungen wie Hanfbeton, der auf der Baustelle in frischem Zustand verarbeitet wird.

## 2.5 BESCHICHTUNGEN AUF BETON VON HANF

### 2.5.1 ENDUIT

#### 2.5.1.1 MINERALISCHER PUTZ AUF KALKBASIS

Der mineralische Putz auf Baukalkbasis ist entweder :

##### **Monoschicht**

Sie muss mit einem einschichtigen Putzmörtel (OC1 oder OC der CSI-Klasse) ausgeführt werden.

##### **Mehrschichtiger Fertigmörtel**

Die 1. Schicht sollte mit einem GP-Mörtel (CSI oder CSII) ausgeführt werden.

Die 2. Schicht sollte mit einem GP CSI-Mörtel oder einem OCI- oder OC-Mörtel der CSI-Klasse ausgeführt werden.

##### **Mehrschichtige Mörtelschicht Rezeptur Baustelle**

###### Gobetis

Er muss aus einem Mörtel mit Baukalkrezeptur bestehen, der der NF EN 459-1 entspricht.

Die verwendbaren Bindemittel müssen der Klasse 3,5 angehören. Akzeptierte Bindemittel sind NHL 3,5, FL 3,5 und HL 3,5.

###### Putzkörper

Er muss aus einem Mörtelrezept aus reinem Bindemittel oder Batard bestehen wie :

Bindemitteldosierung in kg pro m <sup>3</sup> Trockensand			
	Hydraulische Kalke NHL, FL, HL von Klasse 2 oder 3.5	Hydraulische Kalke NHL der Klasse 3.5	Kalziumkalk CL
Mörtel aus reinem Bindemittel	225 à 275		
Bastardmörtel Gesamtbindingmitteldosierung g 225 à 275		175 à 200	50 à 100

Sie besteht aus einem Rezeptmörtel aus hydraulischen Bindemitteln

Die verwendbaren Bindemittel müssen der Klasse 2 angehören. Akzeptierte Bindemittel sind NHL 2, FL 2 und HL 2.

## 2.5.1 DOUBLING

Die Vorsatzschalen, die gegen den Hanfbeton angebracht werden, müssen der NF DTU 25.42 oder den gültigen technischen Gutachten für die Anbringung in Holzrahmenkonstruktionen (DTU 31.1, 31.2 und/oder 31.4) oder der NF DTU entsprechen.

## 2.5.2 BARDAGE

Die hinterlüfteten Außenverkleidungen, die in der Norm NF DTU 41.2 oder in den Avis Technique oder Appréciation Technique d'Expérimentation (ATEX) von Fall a für die Verlegung auf einer Holzrahmenwand gemäß den gültigen Normen NF DTU 31.1, 31.2 oder NF DTU 31.4 definiert sind, werden gemäß den in ihren Bezugsdokumenten festgelegten Vorschriften verlegt.

# ANHÄNGE

- Vollständige Liste aller Kantone in Metropolitan-Frankreich :

N°	Abteilung	Klimatische Bedingungen	Kantone
01	Ain	Empfindlich	BRENOD, GEX
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
02	Aisne	Intermediär	ALLE KANTONEN
03	Allier	Intermediär	ALLE KANTONEN
04	Alpes de haute-Provence	Intermediär	BARCELLONNETTE, COLMARS, ENTREVAUX, LA JAVIE, LE LAUZET-UBAYE, SEYNE, SISTERON, TURRIER
		Mäßig	ANDERE KANTONEN
05	Hautes-Alpes	Intermediär	ANDERE KANTONEN
		Mäßig	BARCILLONNETTE, BRIANCON, CHORGES, LA BATIE-NEUVE, LARAGNE-MONTEGLIN, ORPIERRE, RIBIERS, ROSANS, TALLARD
06	Alpes-Maritimes	Intermediär	BREIL-SUR-ROYA, GUILLAUMES, ROQUEBILLIERE, SAINT-DU-SAINT ETIENNE-DE-TINEE, SAINT-MARTIN-VESUBIE, SAINT-SAUVEUR-SUR-TINEE, TENDE
		Mäßig	ANDERE KANTONEN
07	Ardèche	Intermediär	ANDERE KANTONEN
		Mäßig	AUBENAS, BOURG-SAINT-ANDEOL, CHOMERAC, LA VOULTE-SUR-RHONE, LES VANS, ROCHEMAURE, SAINT-PERAY, TOURNON-SUR-RHONE, VALLON-PONT-D'ARC, VALS-LES-BAINS, VERNOUX-EN-VIVARAIS, VIVIERS
08	Ardennen	Empfindlich	FUMAY, GIVET, MONTHERME, RENWEZ, REVIN, ROCROI, SIGNY-LE-PETIT
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
09	Ariege	Empfindlich	CASTILLON-EN-COUSERANS, LES CABANNES, MASSAT, OUST, TARASCON-SUR-ARIEGE, VICDESSOS
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
10	Aube	Intermediär	LA CHAPELLE-SAINT-LUC
		Mäßig	ANDERE KANTONEN
11	Aude	Intermediär	ANDERE KANTONEN
		Mäßig	CAPENDU, CARCASSONE 2E CANTON NORD, CARCASSONE, CASTELNAUDARY, CONQUES-SUR-ORBIEL, COURSAN, DURBAN-CORBIERES, GINESTAS, LEZIGNAN-CORBIERES, NARBONNE, NARBONNE OUEST, NARBONNE SUD, SIGEAN, TUCHAN
12	Aveyron	Intermediär	ALLE KANTONEN
13	Bouches-du-Rhône	Mäßig	ALLE KANTONEN
14	Calvados	Empfindlich	AUNAY-SUR-ODON, LE BENY-BOCAGE, SAINT-SEVER-CALVADOS, VIRE
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
15	Cantal	Empfindlich	AURILLAC 4E CANTON, CONDAT, MURAT, PIERREFORT, RIOM-ES-MONTAGNES, SAINT-CERNIN, SALERS, VIC-SUR-CERE
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
16	Charente	Intermediär	ALLE KANTONEN
17	Charente-Maritime	Empfindlich	ALLE KANTONEN
18	Liege	Intermediär	ALLE KANTONEN
19	Corrèze	Empfindlich	BUGEAT, CORREZE, EGLETONS, EYGURANDE, MEYMAC, SORNAC, TREIGNAC
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
2A	Corse-du-Sud	Intermediär	ANDERE KANTONEN

		Mäßig	AJACCIO, AJACCIO 7E CANTON, BONIFACIO, FIGARI, LEVIE, OLMETO, PORTO-VECCHIO, SARTENE
2B	Haute-Corse	Intermediär	BELGODERE, CALACUCCIA, CALENZANA, CORTE, GHISONI, MOROSAGLIA, PRUNELLI-DI-FIUMORBO, VENACO
			ANDERE KANTONEN
21	Côte-d'Or	Empfindlich	LIERNAIS, SAULIEU
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
22	Côté d'Armor	Empfindlich	BEGARD, BELLE-ISLE-EN-TERRE, BOURBRIAC, CALLAC, GOUAREC, GUINGAMP, MAEL-CARHAIX, PLOUARET, ROSTRENEN, SAINT-NICOLAS-DU-PELEM
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
23	Creuse	Empfindlich	BOURGANEUF, GENTIOUX-PIGEROLLES, ROYERE-DE-VASSIVIERE
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
24	Dordogne	Intermediär	ALLE KANTONEN
25	Doubs	Empfindlich	ANDERE KANTONEN
		Intermediär	AUDEUX, AUDINCOURT, BESANCON, BESANCON EST, BOUSSIERES, ETUPES, MARCHAUX, MONTBELIARD, MONTBELIARD EST, MONTBELIARD OUEST, QUINGEY, ROUGEMONT, SOCHAUX, VALENTIGNEY
26	Drôme	Intermediär	ANDERE KANTONEN
		Mäßig	BOURG-LES-VALENCE, BUIS-LES-BARONNIES, CREST, DIEULEFIT, GRIGNAN, LORIOI-SUR-DROME, MARSANNE, MONTELMAR, MONTELMAR 1E CANTON, MONTELMAR 2E CANTON, NYONS, PIERRELATTE, PORTES-LES-VALENCE, REMUZAT, ROMANS-SUR-ISERE, SAINT-PAUL-TROIS-CHATEAUX, SEDERON, TAIN-L'HERMITAGE, VALENCE
27	Eure	Intermediär	ALLE KANTONEN
28	Eure-et-Loir	Intermediär	ALLE KANTONEN
29	Finistère	Empfindlich	ALLE KANTONEN
30	Gard	Intermediär	ALZON, GENOLHAC, LASALLE, SAINT-ANDRE-DE-VALBORGNE, SUMENE, TREVES, VALLERAUGUE, VIGAN
		Mäßig	ANDERE KANTONEN
31	Haute-Garonne	Empfindlich	BAGNERES-DE-LUCHON, SAINT-BEAT
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
32	Gers	Intermediär	ALLE KANTONEN
33	Gironde	Empfindlich	ALLE KANTONEN
34	Herault	Intermediär	BEDARIEUX, LA SALVETAT-SUR-AGOUT, LE CAYLAR, LODEVE, LUNAS, OLARGUES, OLONZAC, SAINT-GERVAIS-SUR-MARE, SAINT-PONS-DE-THOMIERES
		Mäßig	ANDERE KANTONEN
35	Ille-et-Vilaine	Empfindlich	LOUVIGNE-DU-DESERT
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
36	Indre	Intermediär	ALLE KANTONEN
37	Indre-et-Loire	Intermediär	ALLE KANTONEN
38	Isère	Empfindlich	ALLEVARD, DOMENE, GONCELIN, LE BOURG-D'OISANS
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
39	Jura	Empfindlich	ARBOIS, CHAMPAGNOLE, CLAIRVAUX-LES-LACS, CONLIEGE, LES BOUCHOUX, LES PLANCHES-EN-MONTAGNE, MOIRANS-EN-MONTAGNE, MOREZ, NOZERROY, ORGELET, POLIGNY, SAINT-CLAUDE, SAINT-LAURENT-EN-GRANDVAUX, SALINS-LES-BAINS, VOITEUR
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
40	Landes	Empfindlich	ALLE KANTONEN
41	Loir-et-Cher	Intermediär	ALLE KANTONEN

42	Loire	Empfindlich	SAINT-GEORGES-EN-COUZAN, SAINT-JUST-EN-CHEVALET
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
43	Haute-Loire	Intermediär	ALLE KANTONEN
44	Loire-Atlantique	Empfindlich	ALLE KANTONEN
45	Loiret	Intermediär	ALLE KANTONEN
46	Los	Intermediär	ALLE KANTONEN
47	Lot-et-Garonne	Intermediär	ALLE KANTONEN
48	Lozère	Intermediär	ALLE KANTONEN
49	Maine-et-Loire	Intermediär	ALLE KANTONEN
50	Ärmel	Empfindlich	BARENTON, BRECEY, BREHAL, CERISY-LA-SALLE, COUTANCES, GAVRAY, JULLOUVILLE, JUVIGNY-LE-TERTRE, LA HAYE-DU-PUITS, LA HAYE-PESNEL, MONTMARTIN-SUR-MER, MORTAIN, PERCY, SAINT-HILAIRE-DU-HARCOUET, SAINT-MALO-DE-LA-LANDE, SAINT-POIS, SAINT-SAUVEUR-LENDELIN, SARTILLY, SOURDEVAL, TESSY-SUR-VIRE, VESLY, VILLEDIEU-LES-POELES
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
51	Marne	Intermediär	ALLE KANTONEN
52	Haute-Marne	Intermediär	ALLE KANTONEN
53	Mayenne	Intermediär	ALLE KANTONEN
54	Meurthe-et-Moselle	Empfindlich	BADONVILLER, CIREY-SUR-VEZOUZE
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
55	Maas	Intermediär	ALLE KANTONEN
56	Morbihan	Empfindlich	ALLE KANTONEN
57	Mosel	Empfindlich	LORQUIN, PHALSBURG, SARREBOURG
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
58	Nièvre	Empfindlich	CHATEAU-CHINON, CORBIGNY, LORMES, MONSAUCHE-LES-SETTONS, MOULINS-ENGILBERT
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
59	Norden	Empfindlich	ALLE KANTONEN
60	Oise	Intermediär	ALLE KANTONEN
61	Orne	Empfindlich	DOMFRONT, FLERS SUD, PASSAIS, TINCHEBRAY
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
62	Pas-de-Calais	Empfindlich	ALLE KANTONEN
63	Puy-de-Dôme	Empfindlich	AMBERT, ARDES, BESSE-ET-SAINT-ANASTAISE, BOURGLASTIC, HERMENT, LA TOUR-D'Auvergne, OLLIERGUES, ROCHFORT-MONTAGNE, SAINT-AMANT-ROCHE-SAVINE, SAINT-AMANT-TALLENDE, SAINT-GERMAIN-L'HERM, SAINT-REMY-SUR-DUROLLE, TAUVES
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
64	Pyrénées-Atlantiques	Empfindlich	ALLE KANTONEN
65	Hautes-Pyrénées	Empfindlich	ARGELES-GAZOST, ARREAU, AUCUN, BAGNERES-DE-BIGORRE, BORDERES-LOURON, CAMPAN, LOURDES EST, LOURDES OUEST, LUZ-SAINT-SAUVEUR, SAINT-PE-DE-BIGORRE, VIELLE-AURE
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
66	Pyrénées-Orientales	Intermediär	ARLES-SUR-TECH, MONT-LOUIS, OLETTE, PRADES, PRATS-DE-MOLLO-LA-PRESTE, SAILLAGOUSE, SAINT-PAUL-DEFENOUILLET, VINCA
		Mäßig	ANDERE KANTONEN
67	Bas-Rhin	Empfindlich	BARR, MOLSHEIM, ROSHEIM, SAALES, SCHIRMECK, VILLE, WASSELONNE
		Intermediär	ANDERE KANTONEN

68	Hochrhein	Empfindlich	GUEBWILLER, LAPOUTROIE, MASEVAUX, MUNSTER, SAINT-AMARIN, SAINTE-MARIE-AUX-MINES, SOULTZ-HAUT-RHIN
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
69	Rhone	Intermediär	ALLE KANTONEN
70	Haute-Saône	Empfindlich	CHAMPAGNEY, FAUCOGNEY-ET-LA-MER, LURE NORD, LURE SUD, LUXEUIL-LES-BAINS, MELISEY, SAINT-LOUP-SUR-SEMOUSE, SAINT-SAUVEUR
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
71	Saône-et-Loire	Empfindlich	LUCENAY-L'EVEQUE, SAINT-LEGER-SOUS-BEUVRAY
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
72	Sarthe	Intermediär	ALLE KANTONEN
73	Savoyen	Empfindlich	BOURG-SAINT-AURICE, LA CHAMBRE, LA ROCHETTE, LANSLEBOURG-MONT-CENIS, LE CHATELARD, MODANE, MOUTIERS, SAINT-MICHEL-DE-MAURIENNE
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
74	Hochsavoyen	Empfindlich	ABONDANCE, ANNECY-LE-VIEUX, BONNEVILLE, CHAMONIX-MONT-BLANC, CLUSES, EVIAN-LES-BAINS, LE BIOT, SAINT-GERVAIS-LES-BAINS, SAINT-JEOIRE, SALLANCHES, SAMOENS, TANINGES, THONES, THONON-LES-BAINS EST, THORENS-GLIERES
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
75	Paris	Intermediär	ALLE KANTONEN
76	Seine-Maritime	Intermediär	ALLE KANTONEN
77	Seine-et-Marne	Intermediär	ALLE KANTONEN
78	Yvelines	Intermediär	ALLE KANTONEN
79	Deux-Sèvres	Intermediär	ALLE KANTONEN
80	Summe	Empfindlich	ALLE KANTONEN
81	Tarn	Intermediär	ALLE KANTONEN
82	Tarn-et-Garonne	Intermediär	ALLE KANTONEN
83	Var	Intermediär	ALLE KANTONEN
84	Vaucluse	Intermediär	ALLE KANTONEN
85	Vendée	Empfindlich	ALLE KANTONEN
86	Wien	Intermediär	ALLE KANTONEN
87	Haute-Vienne	Empfindlich	EYMOUTIERS
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
88	Vogesen	Empfindlich	ANDERE KANTONEN
		Intermediär	BAINS-LES-BAINS, BULGNEVILLE, CHARMES, CHATEL-SUR-MOSELLE, CHATENOIS, COUSSEY, DARNEY, DOMPAIRE, EPINAL, EPINAL OUEST, LAMARCHE, MIRECOURT, MONTHUREUX-SUR-SAONE, NEUFCHATEAU, RAMBERVILLERS, SIANT-DIDIER-DES-VOSGES, VITTEL
89	Yonne	Empfindlich	QUARRE-LES-TOMBES
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
90	Territoire de Belfort	Empfindlich	GIROMAGNY
		Intermediär	ANDERE KANTONEN
91	Essonne	Intermediär	ALLE KANTONEN
92	Hauts-de-Seine	Intermediär	ALLE KANTONEN
93	Seine-Saint-Denis	Intermediär	ALLE KANTONEN
94	Val-de-Marne	Intermediär	ALLE KANTONEN
95	Val-d'Oise	Intermediär	ALLE KANTONEN

- Datierte Konformitätsbescheinigung für die Anwendung von Außen- und Innenbeschichtungen auf Hanfbeton :



LIEFERUNGSBESCHEINIGUNG Nr. in Datum vom

**Handwerker/Anwendungsunternehmen:**  
 ..... **Bauherr:**  
 .....

**Bauleiter:**.....

**.. Bauart:**.....  
 .....

**Standort:**  
 .....  
 .....

**Verwendung von Hanfbeton :**  
 .....

**..... Implementierungsdaten :**

**Start:** .....

**Ende:** .....

**Letzter Besuch als Lieferbescheinigung/Gutschein zum Verschließen :**

Der Unterzeichner.....der für die Anwendung des Hanfbetons verantwortlich ist, dass der Hanfbeton erfüllt die in den Berufsregeln festgelegten Verarbeitungsbedingungen. der Ausführung von vertikalen Wänden (Wände, Trennwände und Ausfachungen) aus Hanfbeton. Ich bestätige, dass am .....der Hanfbeton konform ist für die Anwendung der Außen- und/oder Innenbeschichtungen auf diesem.

**Hinweise auf Vorsichtsmaßnahmen, die dem Bauherrn und/oder Hauptauftragnehmer mitgeteilt wurden :**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

---

## **Bauen mit Hanf**

Verein unterliegt dem Gesetz vom 1.<sup>er</sup> Juli 1901 - SIREN 438812901  
140, rue Chevaleret - 75013 Paris - 06 48 11 38 53 - [contact@construire-en-chanvre.fr](mailto:contact@construire-en-chanvre.fr)