



Bauen mit Hanf

- Wärmedämmung
- Latentwärme-Widerstand
- Hitzeschutz im Sommer
- Lärmschutz (Luftschall)
- Trittschalldämmung
- Brandschutz (B1)
- Standzeit: 100 Jahre
- Schutz vor Nagern und Insekten

Diffusionsoffenes Bauen

- Bauen ohne Folie
- Feuchtigkeit regulierend
- Diffusionsfeuchteaustausch
- kein PP, PES, PET, PS, PU, PF
- keine Bor/Halogen-Zusätze
- keine Sulfat/Phosphat-Zusätze
- keine Fungizide
- kein HBCD oder ähnliches



13.08.2018

Hanf direkt an Dachziegel

Die einfachen Lösungen sind meist die besten. Auch wenn viele Baunormen unzählige Bedingungen stellen. Die Erfahrungen sprechen eine eindeutige Sprache. Die angeführten Beispiele bedürfen aber des Rates eines Fachmanns vor Ort.

Hanf-Dämmwolle direkt an die Dachziegel ohne zweite Dachschaale oder Unterspannbahn

Über die letzten Jahre dämmten Bauherren immer öfter ihr Altbau-Dach ohne zusätzliche zweite Dachschaale oder Unterspannbahn mit Hanf-Dämmwolle direkt an die noch guten Dachziegel.

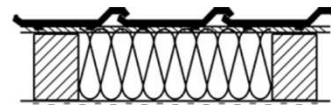
Durch die Fugen und Lücken zwischen den Dachziegeln kann zwar theoretisch Luft und auch Regen oder Schnee eindringen, jedoch der hohe Strömungswiderstand der Hanffasern verhindert größtenteils das Eindringen von Luft in der Praxis. Selbst wenn der Hanf einmal an den Fugen Feuchtigkeit bekommt, trocknet er alsbald wieder aus, ohne dass dann noch etwas bemerkt werden kann.

Immer den Fachmann zu Rate ziehen!

Im Neubau ist es üblich, eine "zweite" Dachschaale aus Holz oder Holzfaserverleimplatten auf die Sparren zu montieren, die dann die eigentliche Dacheindeckung als "erste" Dachschaale im Abstand einer Konterlattung trägt.

Im Altbestand findet sich oftmals nur eine Dacheindeckung ohne zweite Dachhaut (Hart-Unterdach oder Unterspannbahn). Viele Bauherren dämmten die Hanf-Dämmwolle direkt an die Dachziegel. Nirgends zeichnet sich über die Jahre ein Mängel oder gar ein Schaden ab.

Der hohe Strömungswiderstand der Hanf-Dämmwolle (1,2 kPa s/m²) minimiert das Eindringen von Wasser oder Schnee bei Wind. Dingen doch geringste Mengen Feuchtigkeit durch die Ziegel, so leidet die Hanf-Dämmwolle keinen Schaden, wenn sie innerhalb weniger Tage wieder abtrocknen kann.



HDW direkt hinter der Lärchenschalung

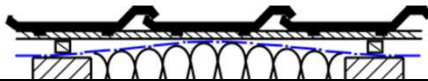


Immer den Fachman zu Rate ziehen!

Es ist nicht sicher, ob durch eine Holzschalung, zum Beispiel eine Lärchen-Deckelschalung, das Eindringen von Schlagregen in die Dämmung vollständig verhindert. Die Rechtsauffassung schließt daher einen direkten Verbind aus.

Es erwies sich aber in der Praxis als unproblematisch, ohne jedwede Hinterlüftungsebene den Hanf direkt hinter eine Lärchen-Deckelschalung zu dämmen. Die jahrelangen guten Erfahrungen machen diese Bauweise bereits zum Stand der Technik, jedoch sollte ein Fachmann zu Rate gezogen werden, der die Substanz des Gebäudes, die lokalen Witterungsverhältnisse und die Qualität der Baumaterialien in seine Empfehlung aufnimmt.

Nachträgliches Dämmen gegen eine alte Unterspannbahn



Wird ein Dach neu gedeckt und unterhalb der Konterlattung eine Unterspannbahn angebracht, so wird diese stramm verlegt. Das Einbringen von Hanf-Dämmwolle erfolgt ohne Kraft und daher bewirkt es kein Ausbeulen.

Reet-Dach mit Hanfdämmung



Ein Dachgeschoß unterhalb eines bestehenden Reet-Daches soll ausgebaut werden. Normalerweise reicht die Dämmqualität des Reetes. Gemäß Anlagen zur EnEV darf das Reet-Dach jedoch nur zur Hälfte in die Dämmwertberechnung einfließen. Daher sind einige Dinge zu beachten:

Ein Kaldtuch ist per Definition der Dachaufbau, der zwischen der Wärmedämmung und der Dachhaut eine Lüftungsebene hat. Das Reet-Dach ist Wärmedämmung und Dachhaut in einem und ist somit ein Warmdach. Wird nun eine Wärmedämmung mit Hinterlüftungsebene angebracht, so wird der Dachaufbau nicht nur nach Definition ein Kaldtuch, sondern die Funktion der Wärmedämmung wird auf die neu vorgesetzte Ebene

Warum brauchen wir keine Folie?

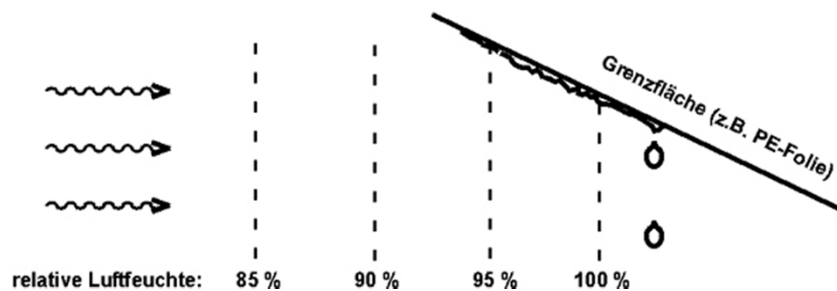
Wir halten es für töricht, eine Hanfdämmung in Folie einzupacken. Vielmehr stellt sich immer ein Gleichgewicht zwischen Materialfeuchte - Luftfeuchtigkeit – Umgebungsfeuchte in Abhängigkeit vom Temperaturgradienten, von Umgebung und Baukörper ein.

Man muss streng unterscheiden zwischen:

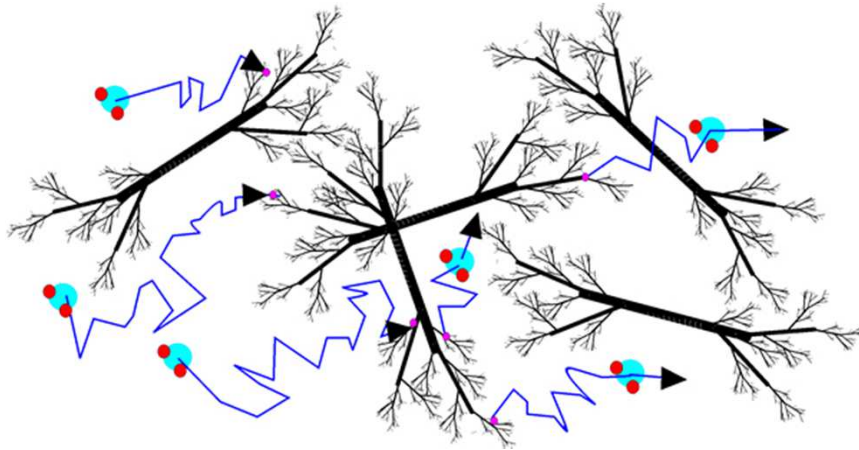
1. Materialfeuchtigkeit / Porenfeuchtigkeit (reversibel)
2. kondensiertes Wasser („ewiger“ Verbleibt)
3. gebundene Feuchtigkeit („ewiger“ Verbleib)

Diffusion und Kondensation

Bei 100% relativer Luftsättigung entsteht Nebel, oder H₂O kondensiert an Oberflächen / Grenzflächen.



Schnelle Wechselwirkung von Feuchtigkeit mit fraktalen Hanffasern ist nicht identisch mit Oberflächenfeuchtigkeit.



1. Kondensat innerhalb der Hanf-Dämmung fällt nicht an, was der Physik des Material geschuldet ist.

2. Wasser kann in der Hanfdämmung nicht zum „ewigen“ Verbleib gebunden werden.

Nach dauerhafter Konfrontation:

Umgebungsluft

40 % rL

65 % rL

80 % rL

95 % rL

Hanffaser (Stopfhanf)

9 % Gleichgewichtsfeuchte

12 % Gleichgewichtsfeuchte

22 % Gleichgewichtsfeuchte

30 % Gleichgewichtsfeuchte

Bei 30% Materialfeuchte fühlt sich Hanf immer noch nicht feucht an.

Theorem 1:

Nur an Stoffen mit träger Feuchtigkeits- Wechselwirkung fällt am Taupunkt Kondensat als Oberflächenfeuchtigkeit an.

Theorem 2 :

Stoffe mit guter Feuchtigkeits-Wechselwirkung entziehen feuchter Umgebungsluft H₂O. Es stellt sich ein Gleichgewicht zwischen Luftfeuchtigkeit und Materialfeuchte ein.

Die absolute Luftfeuchtigkeit sinkt.

Import von Feuchtigkeit in einen Baukörper:

- * Eintrag über Diffusion der Raumfeuchtigkeit
 - * Kapillareintrag von Oberflächenkondensat an kalten Ecken
 - * Kapillareintrag von Regenbeaufschlagung
 - * Kapillareintrag von Nebel
- etc.

Export von Feuchtigkeit aus einem Baukörper:

- * Verdunstung durch Sonneneinwirkung
- * Verdunstung durch Wind
- * Kapillare Gleichgewichtsabgabe an trockene Außenluft
- * Kapillare Gleichgewichtsabgabe an trockene Innenluft
- etc.

Bilanztheorie

Vermögens-Bilanz
Unternehmen

```
{
  Aktiva
  Anlagevermögen [€]
  Umlaufvermögen [€]
  Guthaben [€]
  ...
  Passiva
  Eigenkapital [€]
  Ergebnis GuV [€]
  - Inventurdifferenz
  Verbindlichkeiten [€]
}
```

GuV:

```
Erlöse[€]
Warenaufwand [€]
Personalaufwand [€]
Kapitaldienst [€]
...
```

Enthalpie-Bilanz
Flächenbauteil

```
{
  Aktiva
  thermisch gesp. Energie
  nichtthermische Energie
  ...
  Passiva
  Vortrag aus Vorzeiten
  Ergebnis von I_E
}
```

I_E:

```
gesp. Sonneneinstr
Oberflächenerwärmung
Strahlungsw. Heizung
Wandheizung
Wärmeverlust grad T
Wärmeverlust dT/dt
Enthalpieexport / Wind
```

Feuchte-Bilanz
Flächenbauteil

```
{
  Aktiva
  „ewiger“ Verbleib
  - kondensiertes Wasser
  - gebundenes Wasser
  Materialfeuchtigkeit
  Porenfeuchtigkeit
  ...
  Passiva
  Vortrag aus Vorzeiten
  Ergebnis I_E
  - Inventurdifferenz
}
```

I_E:

```
Import...
Export...
```

In einer Bilanztheorie kann sogar der
2. Hauptsatz der Thermodynamik berücksichtigt werden.

Das Feuchtigkeitsgleichmaß nimmt stetig, nicht monoton zu.
(Inventurverlust)

```
class krankenrahmen
{
struct konto[] // nach oben offenes array
{
    char name[ 20 ];
    int oberkonto = 0;
    long wert;
}
struct buchung[] // nach oben offenes array
{
    Time_t datum;
    account *konto, *gegenkonto;
    char verursacher[], grund[];
    long haben; // eigentlich „soll_und_haben“
    buchung *next;
}
public:
int Buchung( datum , *konto , *gegenkonto , verursacher[] , grund[] , haben )
{
    ... // öffnet und beschreibt eine Buchung &next im array buchung[]
    &konto.wert += haben;
    &gegenkonto.wert -= haben;
}
}
```

Erweiterung des Begriffs „Kontenrahmen“

```
kontenrahmen
{
    konto unterkonto[]
    public unterkonto( konto *oberkonto )
    {
        int unterkonto.oberkonto = &oberkonto;
    }
}
```

Feuchte-Bilanz eines Baukörpers

Unternehmens-Bilanz

konto:: Erlöse
 konto:: Erlöse. Schallschüttung
 konto:: Erlöse. Stopfhanf
 konto:: Erlöse. Dämmputz
 konto:: Erlöse. sonstiges

konto:: Aufwand
 konto:: Aufwand. Rohstoffeinkauf
 konto:: Aufwand. Fracht

Konto:: Rohertrag

GuV des Unternehmens

&Erlöse. Schallschüttung. haben = +100 €
&Erlöse. Stopfhanf. haben = +100 €

&Aufwand. Rohstoffeinkauf. haben = +150 €

print(&Rohertrag. haben)
...

Feuchte-Bilanz eines Baukörpers

```
class kontorahmen Feuchte-Bilanz ;  
  
konto :: Aktiva ( oberkonto=0 ) ;  
    konto :: kondensiertes_Wasser ( oberkonto= *Aktiva ) ;  
        konto :: gebundenes_Wasser ( oberkonto= *Aktiva ) ;  
    konto :: Materialfeuchte_reversibel ( oberkonto= *Aktiva ) ;  
    konto :: Porenlufftfeuchte ( oberkonto= *Aktiva ) ;
```

Verkürzte Schreibweise

```
konto :: Passiva ( oberkonto=0 ) ;  
    konto :: Passiva. Vortrag_Wasser ;  
    konto :: Passiva. I_E ;
```

Feuchte-Bilanz eines Baukörpers

```
konto :: I_E. Import // verkürzte Schreibweise „I“  
konto :: I_E. Export // verkürzte Schreibweise „E“  
Feuchteverhalten einer Außenwand eines gewohnten Innenraumes
```

```
konto:: Import  
    I. Schlagregenpenetration  
    I. kapillarer_Eintrag_Außenluftfeuchtigkeit  
    I. Tauwassereintrag_Bauteiloberfläche_innen  
    I. Diffusion_aus_Innenraum
```

```
konto:: Export  
    E. Diffusion_gemäß_Temperaturgradient  
    E. Verdunstung_durch_Wind  
    E. Feuchteausgleich_nach_innen  
    E. Verdunstung_durch_Sonneneinstrahlung
```

```
/* Interne Prozesse */  
konto:: I_E. Dampfdiffusion
```

int Buchung(datum , *konto , *gegenkonto , verursacher[] , grund[] , haben)

Bsp:

01.01.2018: „kalte Winternacht“ , „12 Stunden“ , „-10 °C“ , „windstill“

Wirkung:

Wärmetransport von innen nach außen gemäß Differenz von 30 °C

=> Feuchtediffusion von innen nach außen ?

=> Anfall von Kondensat am Taupunkt ?

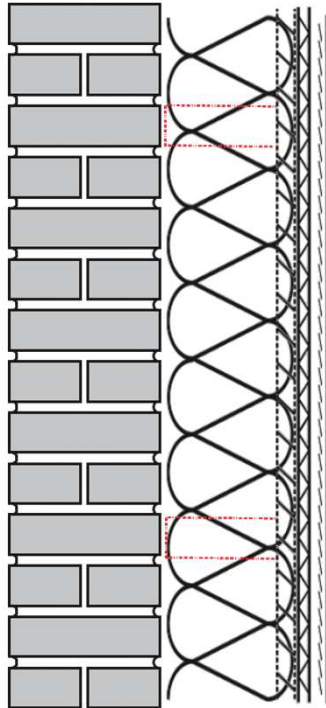
Buchung („01.01.2018“, & E. Diffusion_gemäß_Temperaturgradient,
& Materialfeuchtigkeit_reversibel, „“, „Frostentzug von Wasser“, {x>0})

```
{
E. Diffusion_gemäß_Temperaturgradient. haben += x;
Materialfeuchtigkeit_reversibel. haben -= x;
};
```

Buchung („01.01.2018“, & Porenluftfeuchte, & kondensiertes_Wasser, „“, „Frost“, {x>0})

```
{
Porenluftfeuchte. haben -= x ;
kondensiertes_Wasser. haben += x ;
};
```

Feuchte-Bilanz eines Baukörpers



Feuchte-Bilanz eines Baukörpers

Aktiva

„ewiger“ Verbleib

konto:: kondensiertes_Wasser

konto:: gebundenes_Wasser

Materialfeuchtigkeit

konto:: M.aussenputz // Porenluftfeuchte des Außenputzes

konto:: M.ziegelmauerwerk // Porenluftfeuchte der Ziegel

/* konto:: M.moertel // Porenluftfeuchte des Mörtels */

konto:: M.hanf // Feuchtigkeit enthaltener Luft m(im Hanf)

konto:: M.trockenbauplatte

konto:: M.haftundfeinputz

Passiva

I_E

I. Diffusion aus Innenraum

I. Sorption_Schlagregenpenetration

I. Sorption_Nebel

I. Sorption_Oberflächenkondensat_Innenwand

E. Diffusion gemäß Temperaturgradient

E. kapillarer_Entzug_durch_Wind

E. Feuchtausgleich_nach_innen

E. Verdunstung_durch_Sonneneinstrahlung

Feuchte-Bilanz eines Baukörpers

```
// Schlagregen
Buchung ( „01.01.2018“, &I.Sorption_Schlagregen, &M.aussenputz,
        „Wind+Regen“, „entspr. Wasseraufnahme des Aussenputzes“, x );

// Feuchteströme als Umbuchung
Buchung ( „01.01.2018“, &M.aussenputz, &M.ziegelmauerwerk,
        „kapillarer Transport“, „starker Nebel“, y );

// Diffusionsströme als Umbuchung
Buchung ( „01.01.2018“, &M.hanf, &M.ziegelmauerwerk, „Diffusion“,
        „Warme Innenluft“, „Frost“, z );
```

Feuchte-Bilanz eines Baukörpers

```
int schlagregen(){
int feuchtemenge[];
for ( Simulationszeit Sz = Anfangszeit; Sz < Endzeit ; Sz ++){
    hygthSim( &Bauteil, &Standort, Sz ...);
    Buchung( &Datum, &I.Schlagregen, &M.aussenputz, „kapillarer Eintrag
            Schlagregen“, „“, feuchtemenge );
    for ( Bauteilschicht ++ ){
        Buchung( &Datum, &(Bauteilschicht-1), &Bauteilschicht, „kapillarer
            Transport“, „“, Kapillaranteil(feuchtemenge) );
    }
}
}
```

// allgemeine Buchung entsprechend einer hygrothermischen Simulation

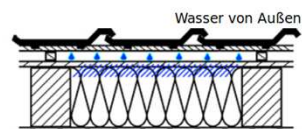
Buchung (date, &I.Sorption_Schlagregen, &M.aussenputz,
„Simulation“, „Wind+Regen“, ssr= S.f (date));

Offen bleibt heute:

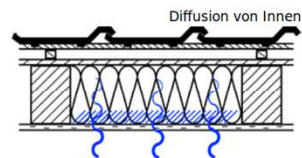
Wie wird aus einer hygrothermischen Simulation eine Feuchtebilanz?

Nasse Dachdämmung?

Auf der Suche nach Schadensursachen dürfen unterschiedliche Materialien nicht über einen Kamm geschert werden. Dämmstoffe aus Glas-, Mineral- oder verschiedene Kunststofffasern transportieren Feuchtigkeit über gebremste Konvektion, ohne dabei mit der Feuchtigkeit in Wechselwirkung zu treten. In diesen Fällen wird die sogenannte "Glaser"-Berechnung des Taupunktes, an dem die Feuchtigkeit zu Wassertropfen kondensiert, herangezogen. Gelangt Wasser, sei es von Außen oder sei es durch Diffusion von Innen in einen Dämmstoff, der eine Tropfenbildung zulässt, so neigt diese Tropfenbildung dazu, nach unten "abzutropfen", ungünstigenfalls bis auf den Kehlbaiken, der schlimmstenfalls unbemerkt anfängt zu verfaulen.



Hingegen in Dämmstoffen, die schnell Feuchtigkeit aus der Luft aufnehmen und Gleichgewichtszustände mit der Umgebungsfeuchte annehmen, findet der Feuchtetransport nicht oder nicht nur über Konvektion statt. Bei Hanf stellt sich abhängig von der Umgebungsluft eine Gleichgewichtsfeuchte ein. Eindringende Feuchtigkeit wird von Hanf aufgenommen, die Materialfeuchte nimmt zu. Eine Tropfenbildung ist ausgeschlossen. Gelangt hingegen Wasser in eine Hanf-Dämmwolle, wird dieses vom Hanf absorbiert. Die Dämmung wird feucht und trocknet entweder wieder, oder die Dämmung fängt schlimmstenfalls irgendwann an zu modern.



Hinweise zur Ursachensuche

Wasser- oder Feuchteschäden im Dach

Wenn sich erhöhte Feuchtigkeit oder Nässe in der Dach-Dämmung befindet, so tritt diese bei Hanf-Dämmwolle entweder außen oder innen auf. Nie in der Mitte.



Ursache und Wirkung

1. Diffusion aus dem Innenraum

Generell kann es zur Feuchtediffusion aus dem Innenraum in die Dachdämmung i.d.R. nur dann kommen, wenn Innen höhere Temperaturen als Außen sind. Je größer der Temperaturunterschied, je stärker die Diffusion. Im Sommer ist dieses also prinzipiell

Planungsfehler



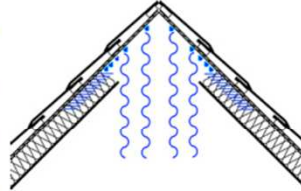
Zum Herbst oder Winter kondensiert H₂O am ungedämmten Spitzboden

Ein Bauschaden, der leider oft und unbedacht begangen wird, egal welche Materialien (Hanf, Mineralwolle, Polyesterfaser...) genutzt wurden, ist folgender:

Im Dachgeschoss wird eine Zwischensparrendämmung sachgerecht und unter Beachtung der jeweiligen Verarbeitungsvorschrift eingebaut. Dabei wird ein Spitzboden als Kaltboden abgetrennt. Inzwischen wurde es Herbst oder Winter und es beginnen verschiedene Innenarbeiten. Die Wände werden verputzt oder ein Nassestrich wird im Erdgeschoss eingebracht. Der Maurerbetrieb verlangt vom Bauherren, dass zu heizen ist, damit das Wasser dem Baukörper entzogen wird; anschließend sollen die Fenster geöffnet werden, damit das Wasser nach außen abtransportiert werden kann.

Jedoch schützt dieses Vorgehen unzureichend den rohfertigen Bau. Die meisten Baukonstruktionen sind nicht ausgelegt für die übermäßigen Feuchtigkeitsmengen, die beim Abtrocknen frischer Putze und Estriche auftreten. Selbst wenn die Fenster geöffnet werden, kann bei kalter Außenluft nicht sichergestellt werden, dass alle Feuchtigkeit direkt nach außen gebracht wird, vielmehr herrscht während der Abtrocknungsphase von frischen Putzen oder Estrichen eine feuchte Raumluft. Bei kalten Außentemperaturen kommt es nun zu unkontrollierbaren Kondensationen und Diffusionen im und am Baukörper. Die meisten Baukonstruktionen verkraften nicht, dass über mehrere Tage eine Luftfeuchte von 90 %rF und mehr bei (relativ) warmer Innentemperatur und kalter Außentemperatur vorliegen. Es sind also zusätzliche Maßnahmen zu ergreifen, um Bauschäden, insbesondere an Holzkonstruktionen, zu verhindern.

Sofern keine feuchtigkeitssperrenden Maßnahmen während der Abtrocknungsphase



Stand der Technik nach 1970

Einige der in den 70-er und 80-er Jahren gebauten Häuser sind inzwischen schon Sanierungsfälle. Nicht aus Gründen altersschwacher Bausubstanz - dieses ist nach 30 - 40 Jahren unwahrscheinlich -, vielmehr aufgrund zunehmender Klagen der Bewohner nach Modergeruch, Barackenklima, Schimmel an den Wänden etc.

1976 wurde dieses Haus in Mitteldeutschland gebaut - nach dem Stand der Technik: Mineralfaserdämmung mit innenseitiger Diffusionsperre, außenseitig verschlossen gegen Wetter und Feuchtigkeit.



Überall Schimmel, die Holzkonstruktion ist angegriffen:



Auf der Innenseite eine Dampfbremse, außen relative Diffusionen offen. Trotzdem trat Feuchtigkeit ein und verursachte das Wachsen von unbeliebten Kulturen:

Beispiele für nasse Dämmung

Ist die Dämmung oder die diffusionsoffene Bauweise schuld, wenn Nässechäden sichtbar werden? Hier einige Beispiele, die eindeutig auf Fehler bei der Bauausführung zurück gingen.

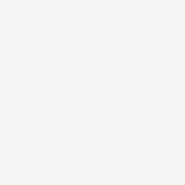
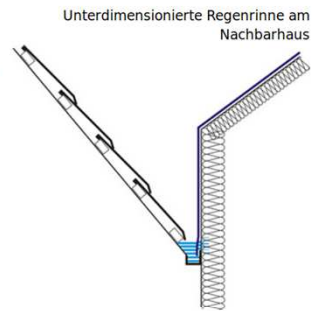
Bei starken Regenfällen fallen innerhalb weniger Stunden viele Liter /qm. Wenn diese nicht schnell und ungehindert abfließen können, gelangen Sie mitunter in die Dachdämmung oder in die Konstruktion angrenzende Wände. Ungedämmte Dächer und Wände bringen die falsche Bauausführung nicht zu Tage, da diese schnell wieder abtrocknen. Gut gedämmte Dächer oder Wände verhindern ein schnelles Austrocknen nasser Bereiche und offenbaren schnell den Bauschaden.

Sperrende Folien verschleiern Fehler einige Jahre; entsprechend ist das Erwachen nach Ablaufen der Gewährleistungszeit.

Starkregen (>10 mm/h) ist heute keine Seltenheit mehr. Für solche extremen Regenfälle sind keine Fallrohre ausgelegt. Die Rinne füllt sich dann zum Überlaufen. Dieses muss konstruktiv bedacht werden, ansonsten läuft das Wasser unter die Dachziegel.

Gut gedämmte Dächer, in die Regenwasser eindringt, geben dieses nicht wieder her; so entstehen Nässechäden. Als Dächer noch nicht gedämmt wurden, konnte eindringende Nässe innerhalb weniger Tage oder Wochen wieder austrocknen.

Daher führen heute mangelhaft ausgeführte Abflussrinnen und zu klein dimensionierte Fallrohre bei starken Regenfällen schnell zu Nässechäden.



Hanf - Genossenschaft



Werde Mitglied der Hanffaser Uckermark eG! [Satzung: ->hier](#) / [Beitrittserklärung: ->hier](#)

**Hanf ist der Stoff der Zukunft.
Heute heißt es, die Wege zu bereiten!**

Hanf-Genossenschaft heißt: Wir wollen uns mit Partnern und Mitstreitern zusammenschließen, und wir wollen ALLEN die Möglichkeit geben, in den nachhaltigen Stoff der Zukunft zu investieren: in Hanf.

Die Hanf-Genossenschaft ist ein Industrieprojekt im genossenschaftlichen Eigentum für alle, die das Ziel einer Rohstoffwende mit uns teilen.

Termine:

04. Mai 2019: Generalversammlung der Hanf-Genossenschaft
Wir verabschieden Jahresabschluss, Wirtschaftsplan und Gewinnausschüttung.

14. Juni 2019: Diskussionstag für Studenten und fachlich Interessierte
Wir laden zum 4. Diskussionstag in die Hanf-Fabrik ein.

03. August 2019 (u.V.): Sommerfest
Mit unserer Erntetechnik im Einsatz, mit Fabrikführung und Raucherlounge im Hanffeld.

06.-08. September 2019: Händlertreffen
Nur für unsere Leithändler.



Die Hanf-Genossenschaft steht für Innovation in Nachwachsende Rohstoffe.

Erntemaschine für das hochwertige Nahrungsmittel Hanfsamen

