

KUHDUNG

MATERIAL DER ZUKUNFT

Fakultät Architektur und Urbanistik
Bauhaus.Modul Material der Zukunft
Julian Pracht und Anna Wagner
WiSe 2020/21

Die Idee



Die Bauwirtschaft und insbesondere die Herstellung von Baumaterialien konsumieren einen erheblichen Anteil der weltweiten Energie, weshalb es alternative und regionale Herstellungswege und Techniken zu finden und zu fördern gilt. Dabei weist insbesondere die kontemporäre Materialpalette der Dämmstoffe eine erhebliche Umweltunverträglichkeit auf. Daher erscheint hier die Suche nach Alternativen als besonders dringlich. Auf der Suche nach einem vermeintlichen Abfallprodukt mit einer faserigen oder porösen Struktur, die sich zur Herstellung von Dämmstoffen eignet, trat unter anderem Kuhdung als lokale Ressource in den Fokus. Als ein natürlicher Rohstoff, einer Hinterlassenschaft der Milchwirtschaft in Europa, ist Kuhdung in großem Maßstab verfügbar.

Um das Material als potenziellen Dämmstoff zu qualifizieren, sollen verschiedene Proben durchgeführt werden, die das Material auf seine Struktur, Dämmfähigkeit, Belastbarkeit und Brennbarkeit hin untersuchen. Dabei wird um höhere Festigkeiten und den eventuellen Einsatz als monolithisches Baumaterial zu ermöglichen mit verschiedenen Bindemitteln experimentiert, wobei auch hier großer Wert darauf gelegt wird, dass ausschließlich natürliche Bindemittel zum Einsatz kommen. Die folgenden Versuche und Proben sind lediglich als Annäherung an das Material zu verstehen und stellen keine wissenschaftlich fundierten Methoden oder Ergebnisse dar.

Herkunft des Materials



Quelle: AG Pfiffelbach. <https://ag-pfiffelbach.de/neuer-kuhstall.html> (letzter Zugriff am 14.02.2021)

Regionale Materialbeschaffung ist einer der Schlüssel zu nachhaltigen Baumaterialien, weshalb der Kuhdung eines Milchbetriebes in Pfiffelbach, nahe Weimar, als geeigneter Rohstoff erscheint, um weitere Experimente vorzunehmen. Das trockene Material weist eine faserige Struktur auf, die an andere natürliche Dämmstoffe erinnert.

Im Stall wird die Gülle von den Oberflächen mittels eines Schiebers abgeführt und kurzzeitig in Silos unter den Lauf- und Liegeflächen zwischengelagert. In einem Gülleseparatord wird das Material abgepresst, sodass Feststoffe und Flüssigkeiten voneinander getrennt sind. Die abgepressten Feststoffe sind, ohne Urin, geruchsarm und weisen eine trocken bröselige und torfartige Konsistenz mit einer auffällig grasigen Struktur auf, die auf das Futter der Kühe zurückzuführen ist. In Pfiffelbach wird der abgepresste Dung als Einstreumaterial wiederverwendet, nachdem er mit einer Kalkbeimengung gegen Krankheitserreger behandelt wurde.

Für die Materialeexperimente wird lediglich der separierte, trockene und unbehandelte Kuhdung verwendet.

Versuchsaufbau



Zum Herstellen der Testkörper dienen Schalungen aus Brettsperrholz mit den Maßen (LxBxH) 16 x 8 x 9 cm, in die rund 250 g des locker geschütteten Rohmaterials hineinpassen. Die Testkörper haben somit ungefähr ein Volumen von 1150m³ Zusätzlich wurde eine runde Schalung hergestellt.



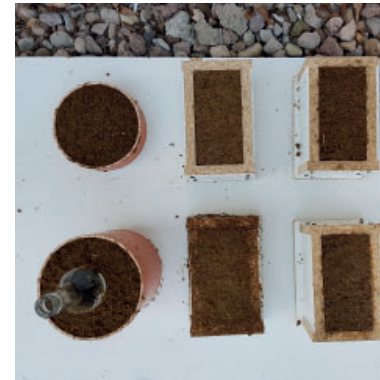
Das Masse wird daraufhin vollständig in die Schalungen eingefüllt und gleichmäßig verdichtet.

Bei der Verarbeitung ließ sich grundsätzlich beobachten, dass die Masse leicht zu verdichten ist, sich das Material jedoch ab gewisser Dichte wieder selbstständig ausdehnt.



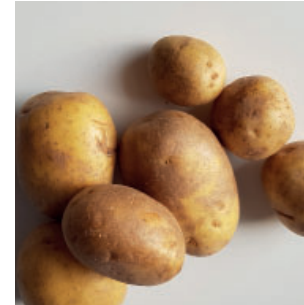
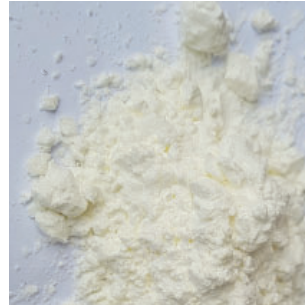
Für die Rezepturen wird das doppelte Volumen Kuhdung (500g, ca. 2l) sowie verschiedene natürliche und energiearm herzustellende Bindemittel verwendet, die zuvor in 400ml kaltem Wasser gelöst werden (siehe folgende Seite).

Die Masse wird mit den Zusatzstoffen vermengt, bis sie eine torfige Konsistenz hat.



Nach der Herstellung werden die Testkörper einen Monat lang getrocknet, bevor die Proben durchgeführt werden.

Versuchsrezepturen



Natur

Maisstärke

Kartoffelstärke

Hochverdichtet

Rezeptur

500 g Kuhdung
400 ml Wasser

500 g Kuhdung
400 ml Wasser
200 g Maisstärke

500 g Kuhdung
400 ml Wasser
50 g Kartoffelstärke

1000 g Kuhdung
800 ml Wasser

Mischungsverhältnis

5 : 4

5 : 4 : 2

5 : 4 : 0,5

5 : 4

Besonderheit im Verfahren

Keine Besonderheit

Stärke zuvor in Wasser gelöst, sehr leicht milchige Färbung der Masse sichtbar

Kartoffelstärke frisch gewonnen, unmittelbar weiter verarbeitet

Mit 80 kg verdichtet, da doppeltes Volumen des Kuhdungs

Strukturprobe

Vor dem Zerschneiden der Testkörper wird dessen äußeres Maße im Abgleich zum Maß der Form (16cm) genommen, um das Schwinden der verschiedenen Mischungen während der Trocknung zu dokumentieren. Beim Sägen der Testkörper sowie in der nachträglichen Betrachtung der Schnittflächen sollen ebenso weitere Eigenschaften beobachtet werden.

1



Natur

Struktur: bröselige Konsistenz, Kanten brechen aus

Verarbeitung: leicht zu sägen

Schwindverhalten: 12 mm

2



Maisstärke

Struktur: hohe Festigkeit
Sichtbares Absetzen der Stärke zum Boden der Probe hin

Verarbeitung: sehr schwer zu sägen

Schwindverhalten: 8 mm

3



Kartoffelstärke

Struktur: mittlere Festigkeit, porös

Verarbeitung: leicht zu sägen

Schwindverhalten: 11 mm

4



Hochverdichtet

Struktur: sehr hohe Festigkeit, dichte
Materialstruktur sichtbar

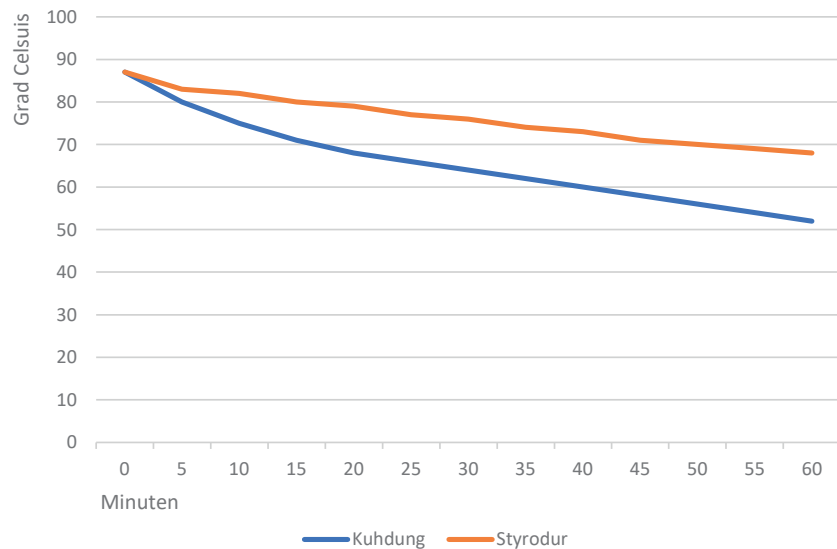
Verarbeitung: gut zu sägen

Schwindverhalten: 5 mm

Dämmprobe

Um die potentielle Dämmfähigkeit des Materials zu prüfen, wird ein verschleißbarer Körper aus Kuhdung mit einer Wandstärke von 4 cm hergestellt sowie ein Referenzkörper aus Styrodur. Beide Prüfkörper werden mit je einem 200 ml fassenden Glas mit 86 °C heißem Wasser bestückt. In der folgenden Stunde soll der Temperaturabfall in 5 min Zeitabständen dokumentiert werden.

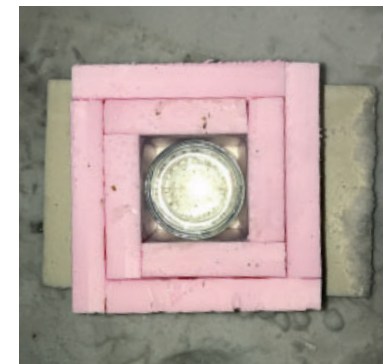
Anzumerken ist hierbei jedoch die schwerliche Vergleichbarkeit aufgrund des besonders hohen Dämmverhaltens von Styrodur. Ein vergleichbarer Naturfaserdämmstoff stand nicht zur Verfügung.



Kuhdung



Styrodur



Festigkeitsprobe

Für die Belastungsprobe werden Gewichte in 10 kg Schritten bis zu einer Belastung von 60 kg auf einen Testwürfel von 8 x 8 x 9 cm gestellt. Das Verhalten des Materials wird fotografisch dokumentiert und die Komprimierung bei 60 kg vertikaler Belastung gemessen. Ein letzter Test soll mit einer Belastung von 100 kg durchgeführt werden. Die Einheiten von 10 kg entsprechen einer Belastung von ca. 6,13 N/cm² bzw. 36,77 N/cm² bei 60 kg und 61,29 N/cm² bei 100 kg.

1



20 kg



40 kg



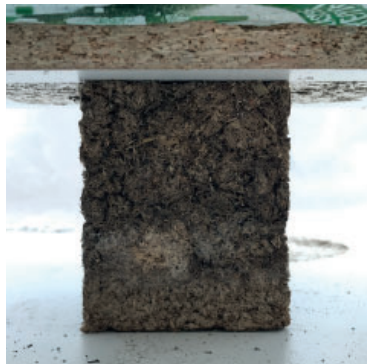
nach 60 kg

Natur

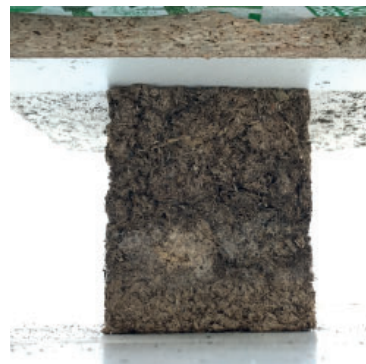
Versagen bei Belastung von: 60 kg

Komprimierung bei 60 kg von ursprünglich 9 cm auf: 4 cm

2



20 kg



60 kg



nach 100 kg

Maisstärke

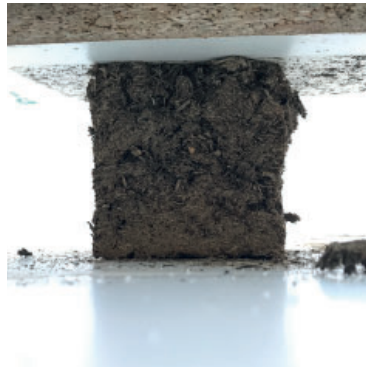
Versagen bei Belastung von: kein Versagen bis zur Belastung von 100kg

Komprimierung bei 60 kg von ursprünglich 9,0 cm auf: 9,0 cm

3



20 kg



60 kg



nach 80 kg

Kartoffelstärke

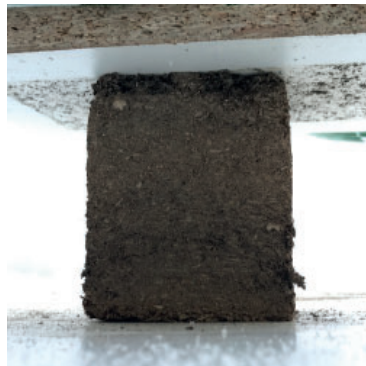
Versagen bei Belastung von: 80kg

Komprimierung bei 60 kg von ursprünglich 9,0 cm auf: 7,2 cm

4



20 kg



60 kg



nach 100 kg

Hochverdichtet

Versagen bei Belastung von: kein Versagen bis zur Belastung von 100kg

Komprimierung bei 60 kg von ursprünglich 9,7 cm auf: 9,5 cm

Brandprobe

Bei der Brandprobe werden die Testkörper jeweils 2 min lang der Flamme eines Gasbrenners aus 5 cm Entfernung ausgesetzt. Dabei soll die Verkohlung, die Rauchentwicklung und das Eigenständige Brennen sowie das fortdauernde Schwelen im Anschluss beobachtet werden.

1



Während Flammenaussetzung



Unmittelbar nach Brandbelastung



30 Minuten nach Brandbelastung

Natur

Brandverhalten:
entzündlich, brennt relativ schnell
und mit sichtbarer Flamme,
brennt selbstständig weiter

Rauchentwicklung: stark

Nach Flammenaussetzung:
schwelt lange weiter bis es
vollständig zerfällt

2



Während Flammenaussetzung



Unmittelbar nach Brandbelastung



30 Minuten nach Brandbelastung

Maisstärke

Brandverhalten:
entzündlich, schwelender Brand

Rauchentwicklung: gering

Nach Flammenaussetzung:
geringes Weiterschwelen

3



Während Flammenaussetzung



Unmittelbar nach Brandbelastung



30 Minuten nach Brandbelastung

Kartoffelstärke

Brandverhalten:
entzündlich, brennt mit sichtbarer
Flamme

Rauchentwicklung: relativ stark

Nach Flammenaussetzung:
eigenständiges weiterglühen,
sehr langes Weiterschwelen bis
zum Zerfall

4



Während Flammenaussetzung



Unmittelbar nach Brandbelastung



30 Minuten nach Brandbelastung

Hochverdichtet

Brandverhalten:
schwelender Brand

Rauchentwicklung: gering

Nach Flammenaussetzung: kaum
weiteres Schwelen

Ausblick



Die Proben der Testkörper auf verschiedene Eigenschaften haben besonders bei der Zugabe von Maisstärke und durch die starke Verdichtung zu auffällig positiven Ergebnissen geführt. Besonders die geringen Verformungen/ Komprimierungen bei hoher Belastung und das raucharme Brandverhalten mit fortdauernder Stabilität waren prägnant im Kontrast zu den Rezepturen mit Kartoffelstärke und dem naturbelassen, nur gering verdichteten Material.

Zusätzliche Hürden wären jedoch ein Schutz vor Insektenbefall, der sich in geringem Maße bereits nach dem Trocknungsprozess zeigte.

Abschließen konnte der besonders stark verdichtete Testkörper ohne zusätzlichen Bindemittel die besten Ergebnisse erzielen, weshalb hier eine eingehendere Forschung Potenzial bieten könnte.

KUHDUNG

Julian Pracht und Anna Wagner
WiSe 2020/21