

Champost als bouw materiaal

Deel A: Champost als traditioneel plaatmateriaal (Universiteit van Göttingen)

Deel B: Mycelial bonding (Hogeschool InHolland, Bamboe8)

November 2013

Met financiële ondersteuning van het Productschap Tuinbouw,
Sikes Champignons en het ministerie van EZ (SBIR programma Agrologistiek)



Contactpersoon voor deze publicatie:

Peter Oei

info@spore.nl

www.spore.nl

HR Holststraat 44

4103 VB Culemborg

tel: 06 515 42 882



Ministerie van Economische Zaken

Productschap  Tuinbouw

Samenvatting

De Nederlandse champignonsector produceert per jaar ca. 800.000 ton champost, waarvan 500.000 ton zuivere compost en 300.000 ton dekaarde. De verwijderingskosten bedragen jaarlijks 8 tot 10 miljoen euro. De sector zoekt daarom naar alternatieven voor het gebruik van de compost. Vanwege het hoge ligninegehalte is het persen van de compost en het smelten van de lignine bij een hogere temperatuur tot een plaatmateriaal een mogelijke verwerkingsroute voor de compost. Bij de Universiteit van Göttingen zijn diverse manieren getest om bouw materiaal uit compost te maken. Technisch is het mogelijk een plaatmateriaal te fabriceren, maar de fysische eigenschappen daarvan bleken slechter dan van houtspaanders. Deel B van het onderzoek door Hogeschool InHolland en Bamboe8 richtte zich enerzijds op een methodiek om compost aan elkaar te kitten met behulp van mycelium (Mycelial bonding), anderzijds op een goedkope droogtechniek. De meest haalbare oplossing op dit moment lijkt het droogpersen en verwerken van de compost tot pellets, als er een betaalbare manier van stikstof- en fosfaatverwijdering uit het perswater beschikbaar is. Met Mycelial bonding is het mogelijk een onkruidwerende tegel te maken van ongedroogde (maar wel doodgestoomde) compost.

Internetsamenvatting

Onderzocht zijn de mogelijkheden om van zuivere compost (na verwijderen van de dekaarde) een alternatief product te maken voor de bouwsector. Een traditionele behandeling zoals die voor spaanplaten in gebruik is, leidt tot een plaat met inferieure eigenschappen en is niet geschikt voor de meubelindustrie. Een alternatieve manier om vochtige compost te enten en het mycelium als bindmiddel te gebruiken, biedt kansen voor een product als een onkruidwerende en biologisch afbreekbare plaat, die de bodem langzaam bemest. Een alternatief is een plantenpot van champost. Tevens is onderzocht welke methode zinvol is voor het efficiënt drogen van compost.

Deel A: Champost als traditioneel plaatmateriaal

Uitvoering

Deel A van dit onderzoek is uitgevoerd in Duitsland bij:
Prof. Dr. Holger Militz
Abt. Holzbiologie und Holzprodukte
Wood Biology and Wood Products
Georg-August-Universität Göttingen
Büsgenweg 4
37077 Göttingen/ Germany
Tel.: + 49-551-3933541
Fax: + 49-551-399646

Inleiding

De volgende experimenten hebben als doel om uit champost, een afvalproduct uit de champignonindustrie, een plaatvormig bouw materiaal te creëren. Hiervoor wordt de champost ten eerste met riet gemengd en ten tweede bij verschillende vochtigheden en lijmgelates van het materiaal tot een plaat gepest. Als referentie word een één laag spaanplaat van industriële spaanders gebruikt, die met de zelfde parameters geperst wordt.

Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Stichting ECO Consult, in het kader van het meerjarige onderzoeksprogramma naar verwaarding van champost, dat ECO Consult met cofinanciering van verschillende partijen (Ministerie van EZ, Rabobank, Productschap Tuinbouw, Sikes Champignons) heeft opgezet.

2 Materiaal en methodes

2.1 Materiaal

Champost/Riet/Industriële spaanders/water/UF lijm: K350 (BASF)/verharder:
ammoniumsulfaat 33%

2.2 Drogen

De champost en het riet werden op metalen platen uitgebreid en in de droogkast bij 80 graden Celsius voor circa 2 dagen gedroogd. (vochtegehalte: circa. 8%)

2.3 Verkleinen

Het riet werd door een hamermolen zonder zeef verkleind.

De champost werd vervolgens door een zeef met mazenbreedte 1cm gezeefd. Het overgebleven materiaal werd met behulp van een snijmolen (mazenbreedte 1 cm) verkleind en door de andere champost gemengd.

2.4 Zeefanalyse

Van champost, riet en spaanders werd door middel van een zeeftoeren de verdeling van de korrelgrote vastgesteld.

Mazenbreedte: 0,50mm/1,60mm/3,15mm/5,0mm; Gewicht van: 1500g; looptijd: 6 min; omwentelingen: 800rpm

2.5 Bepaling van as en zandgehalte

De champostmonsters werden met 550 graden C in de moffeloven verast, in de exsiccator afgekoeld en gewogen, waardoor men het as gehalte kon berekenen. Vervolgens werd aan de as 20 ml half geconcentreerd zoutzuur (18,5%) toegevoegd en opgekookt. Na drie keer spoelen met gedestilleerd water werd het residu in de droogkast (103 °C) gedroogd, in de exsiccator afgekoeld en gewogen, waardoor het zandgehalte te berekenen viel.

2.6 Het maken van platen

Zonder lijm: Het materiaal werd in een lijmtrommel met een vochtigheid van 30 % door benevelen met water bevochtigd.

Looptijd lijmtrommel: 15 min.

Met lijm: 10 % vochtigheid: het materiaal werd in een lijmtrommel met lijm beneveld (4% en 8% lijm in betrekking tot droog materiaal). Aan de lijm werd het bijhorende verschil aan water toegevoegd. Looptijd lijmtrommel: 15 min.

30% vochtigheid: het materiaal werd vervolgens in een lijmtrommel door benevelen met het benodigde water verrijkt en vervolgens met lijm besproeit (4% en 8% lijm in betrekking tot droog materiaal). Looptijd lijmtrommel: 7,5 min bevochtigen en 7,5 min belijmen.

De belijmde / bevochtigde spaanders werden in een lijst (45 cm x 45 cm) op een drukblad gestrooid en met behulp van een pneumatische drukpers koud samengeperst (streefbulkdichtheid: 800 kg/m³). Afstandstrips, die rechts en links naast de plaat tussen de drukbladen gelegd werden, bepaalden de uiteindelijke dikte van de platen (hier: 10 mm).

Drukparameters in de verwarmde pers		10 % vochtigheid	30 % vochtigheid
	Temperatuur [°C]	200	200
	Tijd [sec/mm]	20	40
	Totale tijd [sec]	200	400

2.7 Varianten

Tabel 1: bestandsdelen van de varianten

Varianten	Spaanders [%]	Champost [%]	Riet [%]	Vochtigheid [%]	Lijmgehalte [%]
10%_UF8%_Spaanders	100	-	-	10	8
10%_UF8%_gezeeft	-	100 ^{gezeeft}	-	10	8
10%_UF8%	-	100	-	10	8
10%_UF4%	-	100	-	10	4
30%_UF8%	-	100	-	30	8
30%_UF4%	-	100	-	30	4
30%_H2O	-	100	-	30	-
10%_UF8%_Riet	-	50	50	10	8
10%_UF4%_Riet	-	50	50	10	4
30%_UF8%_Riet	-	50	50	30	8
30%_UF4%_Riet	-	50	50	30	4
30%_H2O_Riet	-	50	50	30	-
Triplex*	30 ^{DS}	70 ^{MS}	-	10	11 ^{DL} ,8 ^{ML}

* Triplex met dekkingsspaanders en champost in de middelste laag (zie bijlage)
^{gezeefd} Materiaal uit de zeefanalyse, zonder fracties < 0,5 mm ^{DL} Deklaag ^{ML} Middelste laag

2.8 Monstername

De oppervlakten van de platen werden geslepen, op 41cm x 41cm bijgesneden en volgens het volgende knippatroon gesneden:

B1	Q1	B2	A3	B3	I5	B4
	A1		I3		Q6	
	I1		Q4		I6	
	Q2		A4		Q7	
	A2		I4		I7	
	I2		Q5		Q8	
	Q3		A5		I8	

B	Buigbestendigheid	5 cm x 41 cm
Q	Zwelling	5 cm x 5 cm
I	Treksterkte	5 cm x 5 cm
A	Restant	5 cm x 5 cm

De monsters B1 – B4 werden na het testen op buigbestendigheid en treksterkte tot monsters voor formaldehyde-emissiebepaling gesneden doormiddel van flessenmethode (2,5 cm x 2,5 cm).

2.9 Testmethodes

Vochtigheid volgens DIN EN 322

Bulkdichtheid volgens DIN 52 182

Hechtsterkte volgens DIN EN 319

Buigsterkte volgens DIN EN 310

Zwelling volgens EN 317

Formaldehyde-emissie volgens DIN EN 717-3

3. Resultaten

Variant 30%_H2O_Riet kon niet zonder breken gevormd worden

3.1 Zeefanalyse

Terminologie:

Späne = spaanders

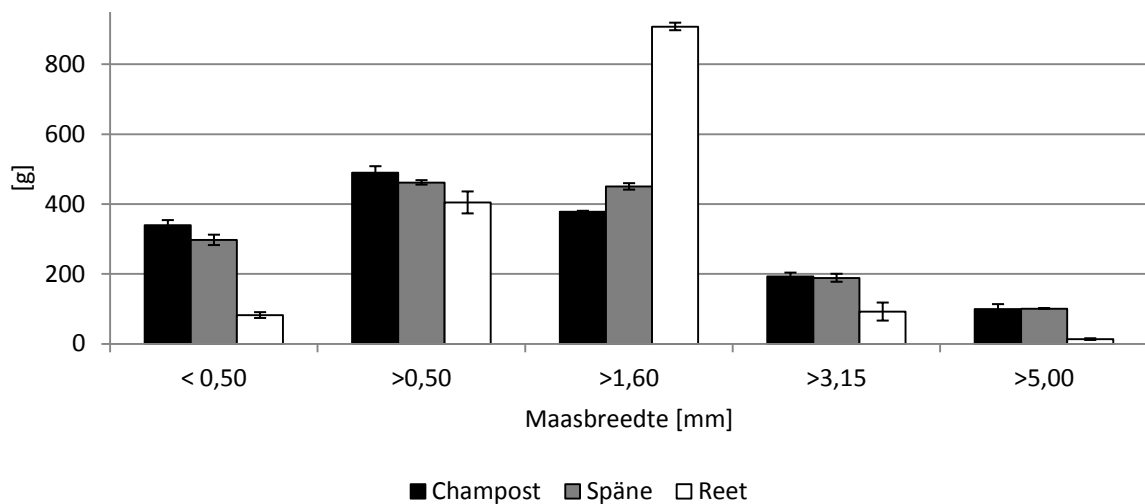
Reet = riet

Gesiebt = gezeefd

Sand = zand

Asche = as

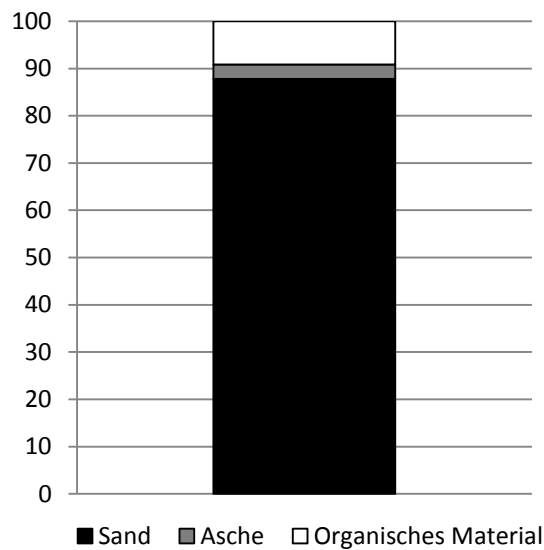
Organisches Material = organisch materiaal



Afbeelding 1: Zeefanalyse (gemiddelde uit drie herhalingen; standaardafwijking)

De verdeling bij riet is anders dan de verdeling bij champost en spaanders. Champost en spaanders tonen dezelfde trend, waarbij champost veel meer kubieke/ronde deeltjes gevonden zijn. Het verkleinde riet heeft een grotere slankheid (verhouding tussen lengte en dikte) dan de spaanders.

3.2 Bepaling van as- en zandconcentratie

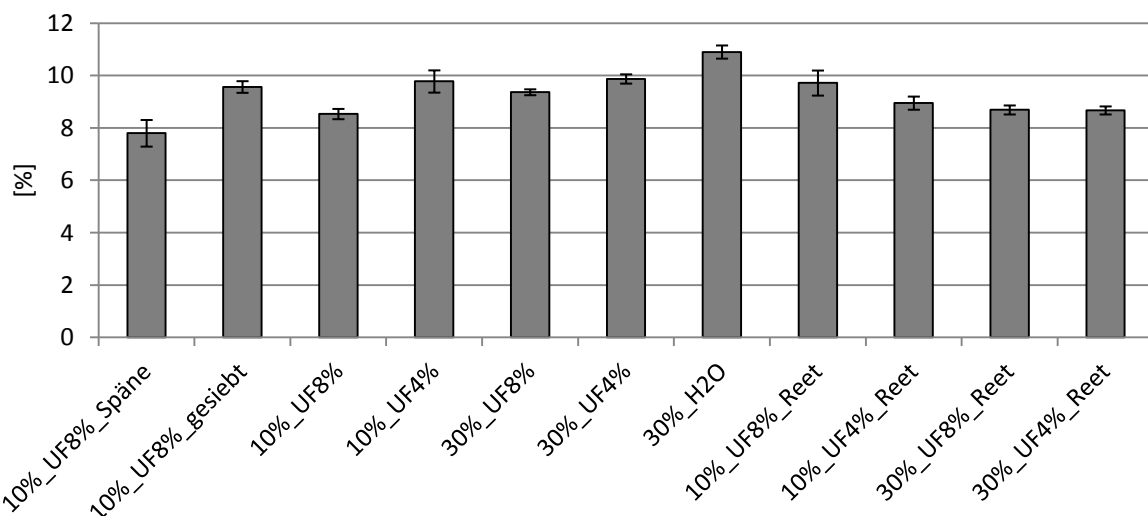


Afbeelding 2: as- en zandanalyse [%]

De champost heeft, in betrekking tot droog materiaal, een zeer hoog aandeel aan niet te pyrolyseren, zuuroplosbaar anorganisch materiaal (circa 88%), een zeer klein in zuur oplosbaar asgedeelte (circa 2%) net zoals een klein aandeel aan pyrolyseerbaar organisch materiaal (10 %)

Deze resultaten komen niet overeen met de gegevens die bekend zijn van champost. Bij deze gegevens werden 50-60 % organische substanties betrokken tot de droogmassa vernoemd.

3.3 Vochtigheid volgens DIN EN 322

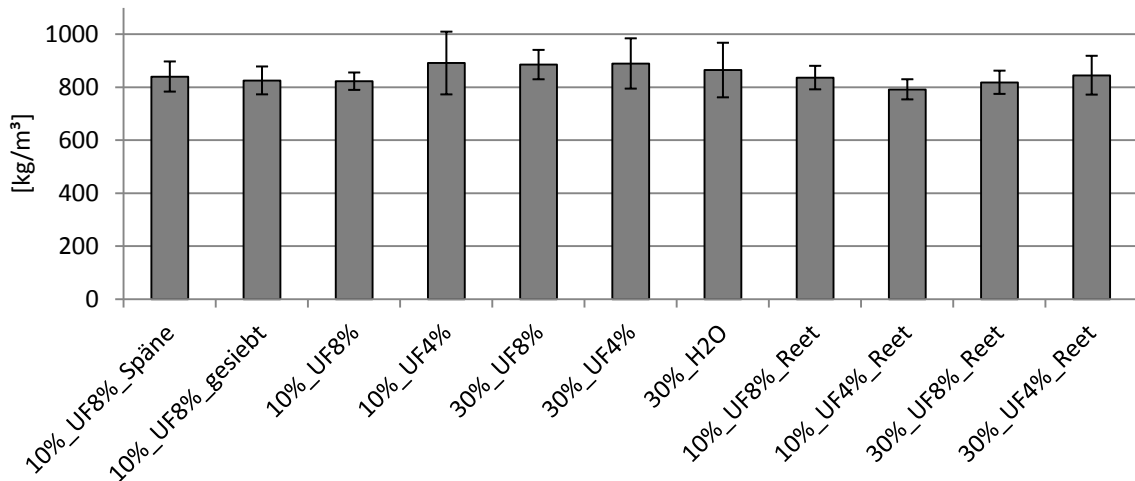


Afbeelding 3: Vochtigheid na opslag in klimaat (20°C / 65 % relatieve luchtvochtigheid) [%]

Het vochtgehalte van de platen na opslag in de klimaatkamer verschilden beperkt.

Er is geen directe samenhang tussen de varianten en het vochtgehalte te herkennen.

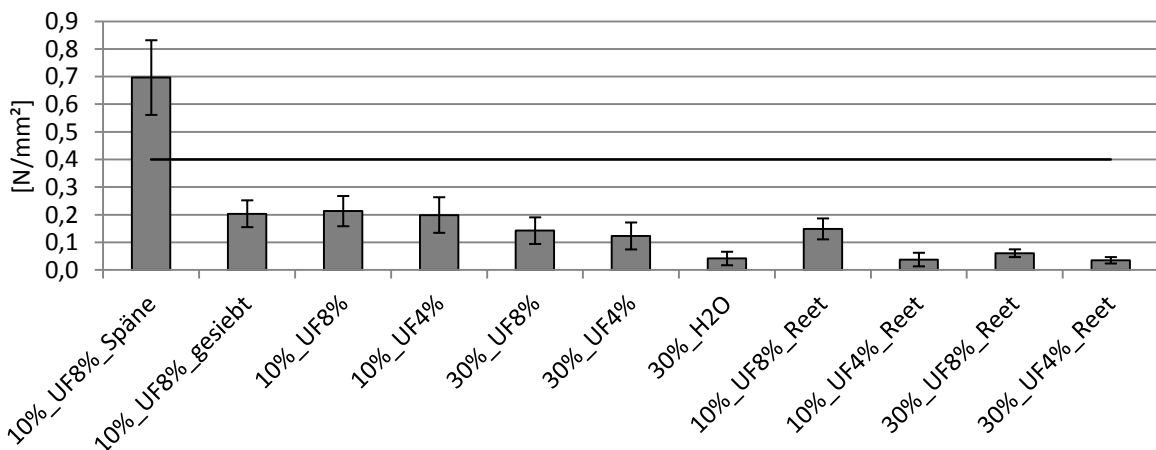
3.4 Bulkdichtheid volgens DIN 52 182



Afbeelding 4: Bulkdichtheid volgens DIN 52 182 [kg/m³]

De bulkdichtheden liggen weliswaar licht boven de nagestreefde bulkdichtheid van 800 kg/m³, maar het verschil tussen de varianten is klein. Verschillen tussen de eigenschappen zijn hierom dus niet door de bulkdichtheid, maar door de materiaal- en proceskeuze te verklaren.

3.5 Hechtsterkte volgens DIN EN 319



Afbeelding 5: Dwars treksterkte volgens DIN EN 319 [N / mm²]; limiet volgens EN 312 (Platentype P2 - platen voor interieur (inclusief meubilair) voor gebruik in droge omstandigheden)

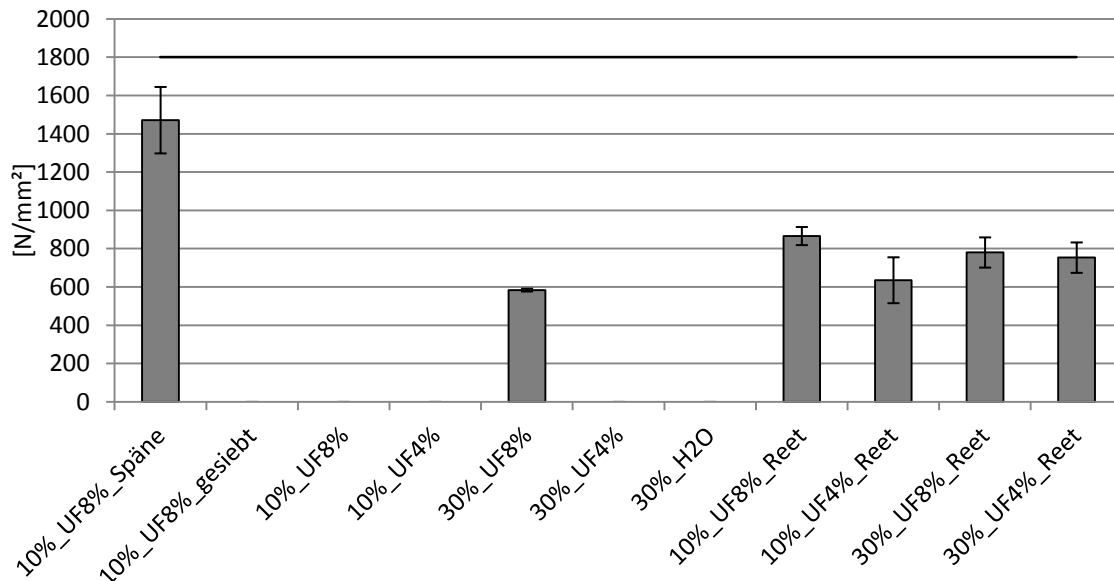
De variant 10%_UF8%_Spaanders verandert weliswaar sterk binnen de varianten, maar ligt aanzienlijk boven de champost-waarden en ook boven de eis volgens EN 312 (0,4 N/mm²).

Ter vergelijking: de 10%_UF8%_spaanders bij 174% liggen rond 174 % volgens de standaardvoorschriften , terwijl de champost varianten met maximaal circa. 50 % duidelijk er onder liggen.

Zet men de varianten met champost uit tegen de variant 10%_UF8%_spaanders, dan bereiken de varianten met champost maximaal 30 % van de vastheid van de spaanplaat.

3.6 Buig-E-module en buigsterkte volgens DIN EN 310

3.6.1 E-module



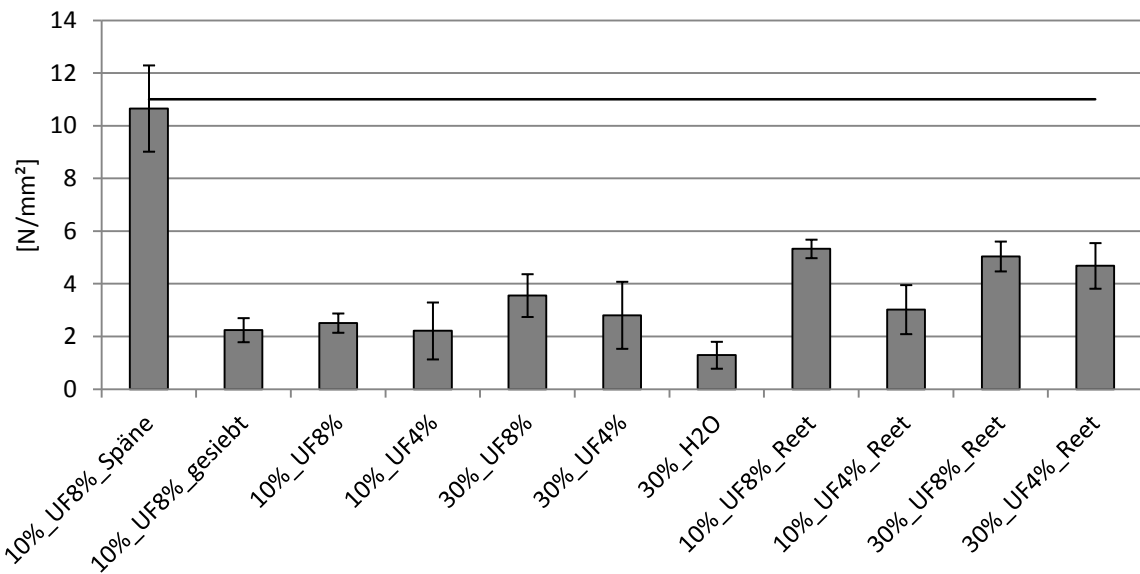
Afbeelding 6: Buig-E-Module volgens DIN EN 310 [N/mm²]; Grenswaarde volgens EN 312 (Platentype P2 - platen voor interieur (inclusief meubilair) voor gebruik in droge omstandigheden)

Het was niet mogelijk om voor alle varianten de buig-e-module te bepalen. Als de maximale kracht van minstens 50 N niet werd bereikt, dan was een bepaling niet mogelijk (zie tabel bijlage).

Vergeleken met de eisen volgens EN 312 (1800N/mm²) ligt 10%_UF8%_spaanders met 82% net onder de opgegeven waarde. 30%_UF8% bereikt maar 30% van de eis; de varianten met riettoevoeging bereiken 40-60 % van de gestelde eis.

Vergeleken met 10%_UF8%_spaanders liggen de andere varianten op 40 - 60% van de buigmodulus.

3.6.2 Buigsterkte

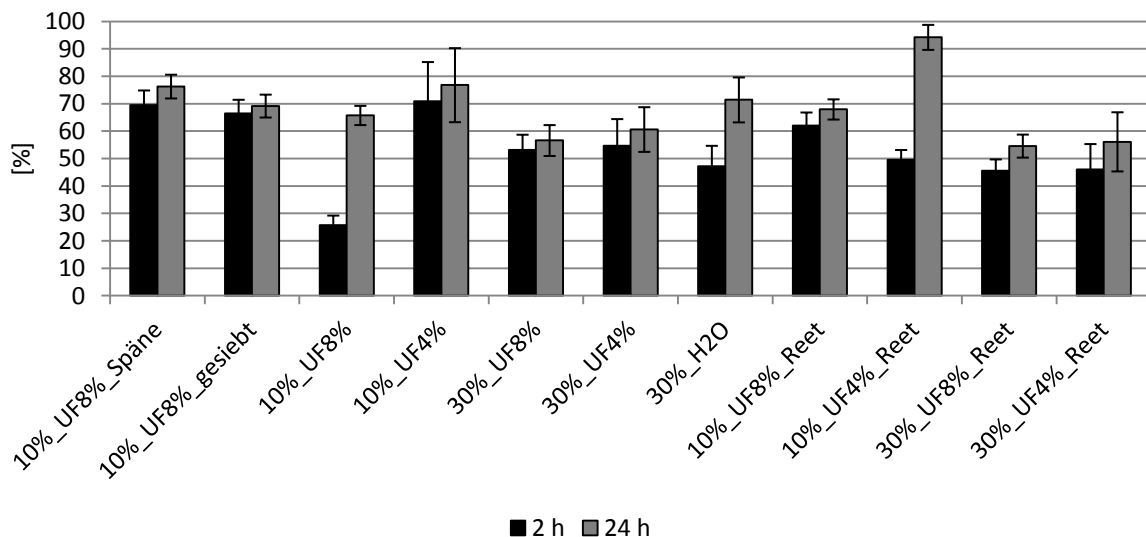


Afbeelding 7: Buigsterkte volgens DIN EN 310 [N/mm²]; Grenswaarde volgens EN 312 (Platentype P2 - platen voor interieur (inclusief meubilair) voor gebruik in droge omstandigheden)

Met $10,66 \text{ N/mm}^2$ zit 10%_UF8%_spaanders rond 97% van de eisen volgens EN 312 (11 N/mm^2), terwijl de champost varianten met maximaal circa. 48% duidelijk hier onder lagen.

3.7 Wateropname volgens EN 317

3.7.1 Massatoename

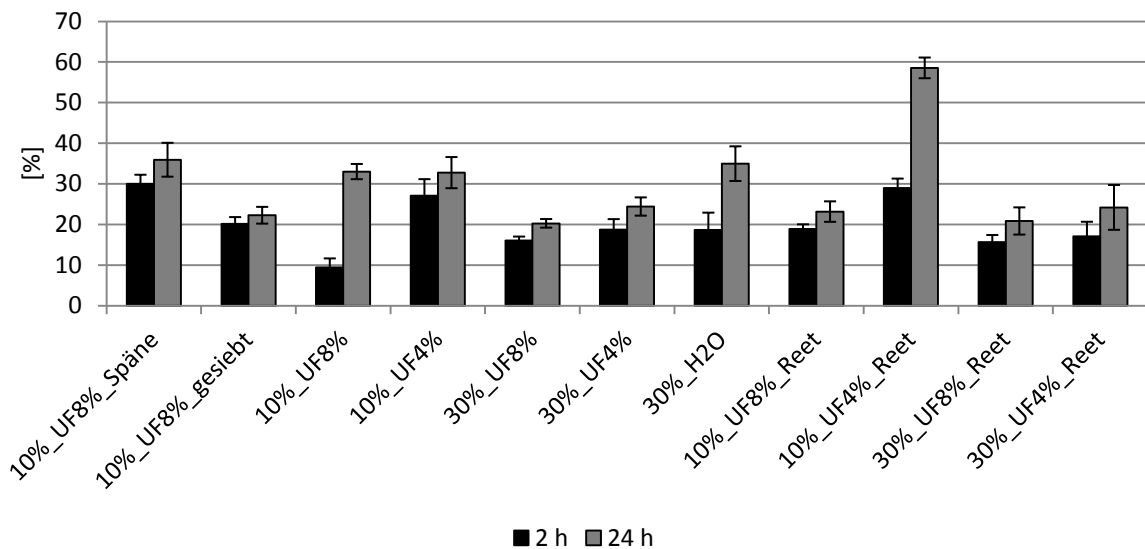


Afbeelding 8: massatoename [%] na 2 uur en 24 uur in betrekking tot het startgewicht

Er zijn deels grote verschillen in het wateropnamegedrag van de varianten te herkennen. De varianten, behalve variant 10%_UF8% en 10%_UF4%_riet, nemen bijvoorbeeld in de eerste twee uur met circa 90 % van de totale massatoename toe.

Als men de totale watertoename [%] van de varianten na 24 uur beschouwd is te zien dat de massatoenames van alle varianten zeer gelijk zijn. Alleen variant 10%_UF4%_riet ligt met ongeveer 94% massatoename significant boven de andere methoden, die gemiddeld ongeveer 60-70% massatoename hebben. Variant 30%_H2O die zonder lijm werd samengeperst, verschilt in massatoename niet met de met lijm geperste varianten. Er is ook geen verschil met de referentieplaat (10%_UF8%_spaanders).

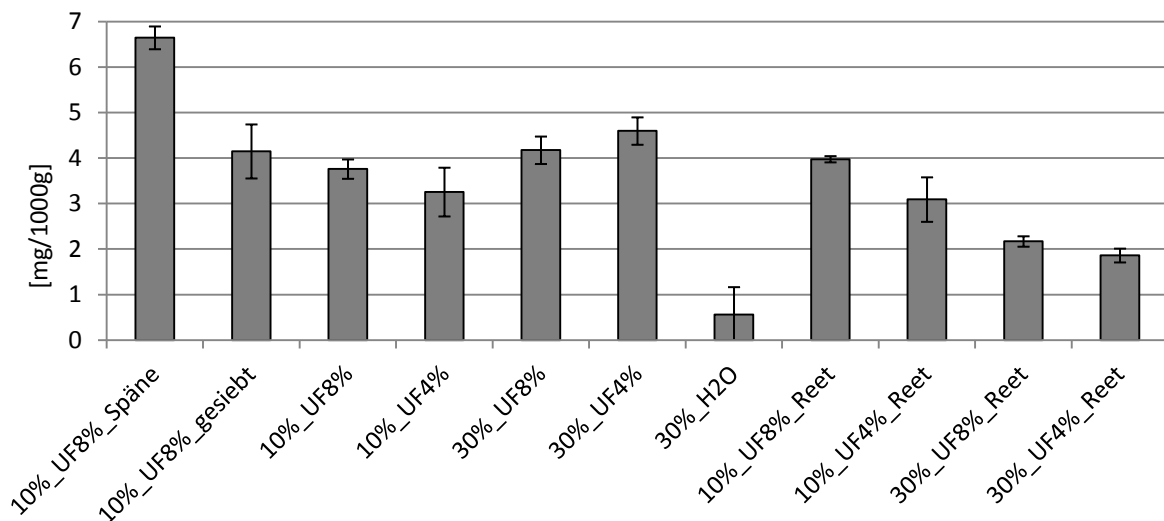
3.7.2 Diktezwellling



Afbeelding 9: diktezwellling [%] volgens EN 317 na 2 uur en 24 uur in betrekking tot de startdikte

De diktezwellling van de champostplaten is kleiner dan die van de referentieplaat (10%_UF8%_spaanders). De reden hiervoor is dat in de spaanplaat veel meer zwelbaar materiaal aanwezig is, aangezien de champost al sterk afgebroken is. Het riet laat eveneens een kleiner zwelvermogen zien dan de spaanders. Zoals bij de massatoename is de totale diktezwellling na 24 uur bij variant 10%_UF4%_riet met bijna 60 % duidelijk hoger dan de andere varianten.

3.8 Formaldehyde-emissie volgens DIN EN 713-3



Afbeelding 10: Formaldehyde-emissie volgens DIN EN 713-3 [mg/1000g]

De referentieplaat heeft in dit geval de hoogste waarde, alle varianten met champost liggen met minstens 2 mg/1000g formaldehyde-emissie hier onder. Zoals te verwachten is de waarde van de lijmloos verkleefde platen het laagste. Een kleine belijming lijdt, behalve bij de champostvarianten met 30 % vochtigheid, tot een lagere emissie. Bij de varianten met riettoevoeging had de perstijd, die bij de varianten met 30 % vochtigheid hoger lag, een positieve invloed op de formaldehyde-emissie. Bij de pure champostvarianten is geen verschil te zien.

4. Markt

Grondstofmix van de spaanplaten (Mantau 2012)

53% resten van zaagindustrie
 23% afvalhout
 14% naaldhout houtpulp
 8% loofbos houtpulp
 Resten schors, anderen

Om een idee over de haalbare prijs te krijgen, bekijkt men de prijs van zaagsel, die volgens EUQID (2013) rond 13 €/srm (ca. 60 €/t_{atro}) ligt. Alhoewel men met deze prijschatting nog wel erg hoog ligt, aangezien de platen met champost slechtere materiaaleigenschappen hebben. Het verbruik van ruw en resthout van spaanplaatwerken in Duitsland lag in 2011 rond 11.973.000 rm industrieel resthout en 4.705.000 rm industrieel hout (BMELV 2012).

5. Eindresultaat

Voordat de champost gebruikbaar is, moet hij onder 10% gedroogd worden, wat bij het natte materiaal een aanzienlijke hoeveelheid energie kost. Bovendien leiden de in het materiaal aanwezige stenen (tot circa. 5 cm doorsnede) tot problemen bij alle machines in een

spaanfabriek. Ook het hoge zandgehalte werkt nadelig en verlaagt de levensduur van zagen en slijpbanden enorm.

Spaanplaten worden voornamelijk gebruikt voor interieur (meubels, uitbouw, ...). Hier is champost als houtvervanging vanwege zijn intensieve geur minder geschikt. Bovendien liggen de eigenschappen, zowel de dwarse trek- en ook buigeigenschappen en de buig-e-module duidelijk onder de eigenschappen van een houtspaanplaat. Een voordeel ontstaat door de formaldehyde-emissie, die in betrekking tot de referentieplaat duidelijk kleiner zijn.

Aangezien champost binnenshuis niet inzetbaar is, zou het mogelijk zijn champost in te zetten als hulpstuk bij plantenbakken. Men bereikt ook zonder toevoeging van lijm een sterkte die voor deze taak voldoende zou moeten zijn. Bovendien speelt de geur bij gebruik in de buitenlucht geen rol, en het materiaal verrot zonder residu na het planten. Echter zouden vanwege de bovengenoemde redenen ook hier de stenen verwijderd moeten worden.

6. Literatuur- / normtabel

BMELV (2012)	HOLZMARKTBERICHT 2011; Abschlussergebnisse für die Forst- und Holzwirtschaft des Wirtschaftsjahres 2011 (01.01.2011 – 31.12.2011); Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV); Juni 2012; S. 22
EUWID (2013)	EUROPÄISCHER WIRTSCHAFTSDIENST 2013; Holz und Holzwerkstoffe; 4.2013; Jahrgang 87; Deutschland: Sägerestholz; S. 11
MANTAU (2012)	Holzrohstoffbilanz Deutschland, Entwicklungen und Szenarien des Holzaufkommens und der Holzverwendung 1987 bis 2015, Hamburg, 2012, 65 S.
DIN EN 310	Holzwerkstoffe – Bestimmung des Biege-Elastizitätsmoduls und der Biegefestigkeit; 1993
DIN EN 319	Spanplatten und Faserplatten – Bestimmung der Zugfestigkeit senkrecht zur Plattenebene; 1993
DIN EN 322	Holzwerkstoffe – Bestimmung des Feuchtegehaltes; 1993
DIN EN 717-3	Bestimmung der Formaldehydabgabe; Teil 3: Formaldehydabgabe nach der Flaschenmethode; 1996
DIN 52 182	Bestimmung der Bulkdichtheid; 1976
EN 312	Particleboards – Specifications; 2010
EN 317	Spanplatten und Faserplatten –Bestimmung der Dickenquellung nach Wasserlagerung; 1993

7. Afbeeldingen / Tabellen

Afbeelding 1: Zeefanalyse	4
Afbeelding 2: As- en zandanalyse [%]	5
Afbeelding 3: Vochtigheid na opslag in klimaat (20°C / 65 % rh) [%]	5
Afbeelding 4: Bulkdichtheid volgens DIN 52 182 [kg/m ³]	6
Afbeelding 5: Dwars treksterkte volgens DIN EN 319 [N / mm ²]	6
Afbeelding 6: Buig-E-Module volgens DIN EN 310 [N/mm ²]	7
Afbeelding 7: Afbeelding 7: Buigsterkte volgens DIN EN 310 [N/mm ²]	8
Afbeelding 8: massatoename [%] na 2 uur en 24 uur in betrekking to het startgewicht	8
Afbeelding 9: diktezwelling [%] volgens EN 317 na 2 uur en 24 uur in betrekking to de startdikte	9
Afbeelding 10: Formaldehyde-emissie volgens DIN EN 717-3 [mg/1000g]	10
 Tabel 1: Samenstellingen van de varianten	 3

8. Bijlage

Vochtigheid

Vochtigheid na opslag in klimaat (20°C / 65 % rh) [%]

	MW	STABW
10%_UF8%_Spaanders	7,798	0,508
10%_UF8%_gezeefd	9,565	0,223
10%_UF8%	8,533	0,196
10%_UF4%	9,776	0,425
30%_UF8%	9,365	0,112
30%_UF4%	9,872	0,177
30%_H2O	10,900	0,251
10%_UF8%_Riet	9,716	0,479
10%_UF4%_Riet	8,949	0,251
30%_UF8%_Riet	8,689	0,172
30%_UF4%_Riet	8,671	0,154

Bulkdichtheid

Bulkdichtheid volgens DIN 52 182 [kg/ m³]

	MW	STABW
10%_UF8%_Spaanders	840	57
10%_UF8%_gezeefd	825	53
10%_UF8%	822	33
10%_UF4%	891	118
30%_UF8%	885	55
30%_UF4%	889	95
30%_H2O	864	103
10%_UF8%_Riet	836	44
10%_UF4%_Riet	792	38
30%_UF8%_Riet	818	44
30%_UF4%_Riet	845	73

Dwars treksterkte

Dwars treksterkte volgens DIN EN 319 [N/mm²]

	MW	STABW
10%_UF8%_Spaanders	0,70	0,14
10%_UF8%_gezeefd	0,20	0,05
10%_UF8%	0,21	0,05
10%_UF4%	0,20	0,06
30%_UF8%	0,14	0,05
30%_UF4%	0,12	0,05
30%_H2O	0,04	0,02
10%_UF8%_Riet	0,15	0,04
10%_UF4%_Riet	0,04	0,02
30%_UF8%_Riet	0,06	0,01
30%_UF4%_Riet	0,04	0,01

Sterkte [%] in betrekking tot (10%_UF_8%_Spaanders) zoals vereist in de norm (0,4 N/mm²)

	Maximumwaarde	Eis volgens norm
10%_UF8%_Spaanders	100	174
10%_UF8%_gezeefd	29	51
10%_UF8%	31	53
10%_UF4%	29	50
30%_UF8%	20	36
30%_UF4%	18	31
30%_H2O	6	10
10%_UF8%_Riet	21	37
10%_UF4%_Riet	5	9
30%_UF8%_Riet	9	15
30%_UF4%_Riet	5	9

Buigsterkte en buig-e-module

Buigsterkte (MOR) en buig-e-module (MOE) volgens DIN EN 310

	MOE		MOR	
	MW	STABW	MW	STABW
10%_UF8%_Spaanders	1471,67	173,60	10,66	1,64
10%_UF8%_gezeefd	-	-	2,25	0,46
10%_UF8%	-	-	2,51	0,37
10%_UF4%	-	-	2,22	1,08
30%_UF8%	584,29	123,59	3,56	0,81
30%_UF4%	-	-	2,81	1,27
30%_H2O	-	-	1,29	0,51
10%_UF8%_Riet	866,43	47,22	5,33	0,35
10%_UF4%_Riet	635,67	119,83	3,03	0,93
30%_UF8%_Riet	780,57	78,82	5,04	0,57
30%_UF4%_Riet	753,71	79,39	4,68	0,87

Sterkte [%] in betrekking tot (10%_UF_8%_Spaanders) zoals vereist in de norm (0,4 N/mm²)

	Maximumwaarden		Eis volgens norm	
	MOE	MOR	MOE	MOR
10%_UF8%_Spaanders	100	100	82	97
10%_UF8%_gezeefd		21		20
10%_UF8%		24		23
10%_UF4%		21		20
30%_UF8%	40	33	32	32
30%_UF4%		26		26
30%_H2O		12		12
10%_UF8%_Riet	59	50	48	48
10%_UF4%_Riet	43	28	35	28
30%_UF8%_Riet	53	47	43	46
30%_UF4%_Riet	51	44	42	43

F_{max} [N]

	MW	STABW
10%_UF8%_Spaanders	210,00	31,55
10%_UF8%_gezeefd	44,10	11,05
10%_UF8%	23,27	8,64
10%_UF4%	42,21	20,89
30%_UF8%	62,29	14,67
30%_UF4%	48,56	21,27
30%_H2O	23,27	8,64
10%_UF8%_Riet	104,89	8,40
10%_UF4%_Riet	60,95	17,48
30%_UF8%_Riet	93,36	10,50
30%_UF4%_Riet	88,08	15,59

Zwelling

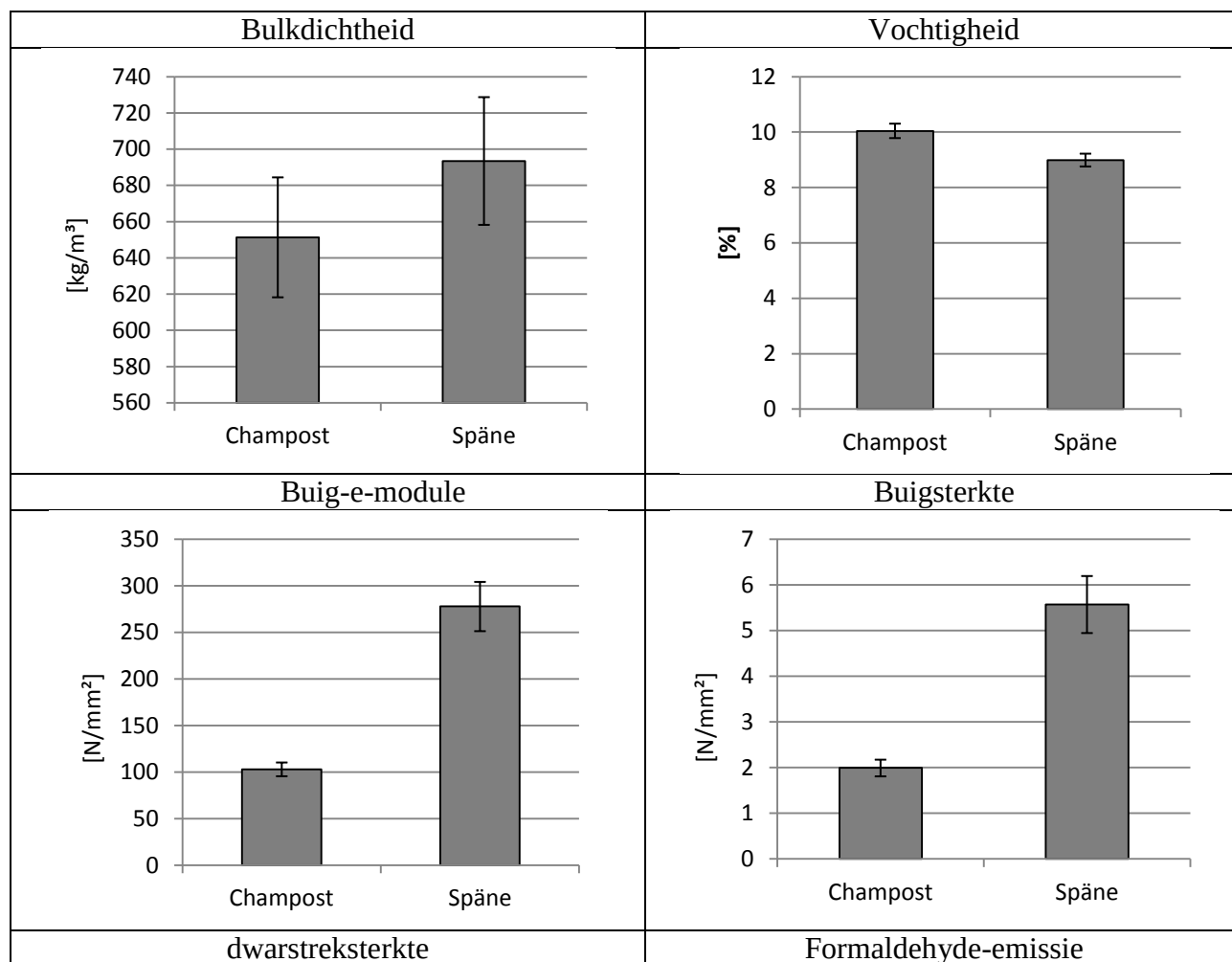
Gemiddelde en standaardafwijking van de massatoename [%] in betrekking tot het startgewicht

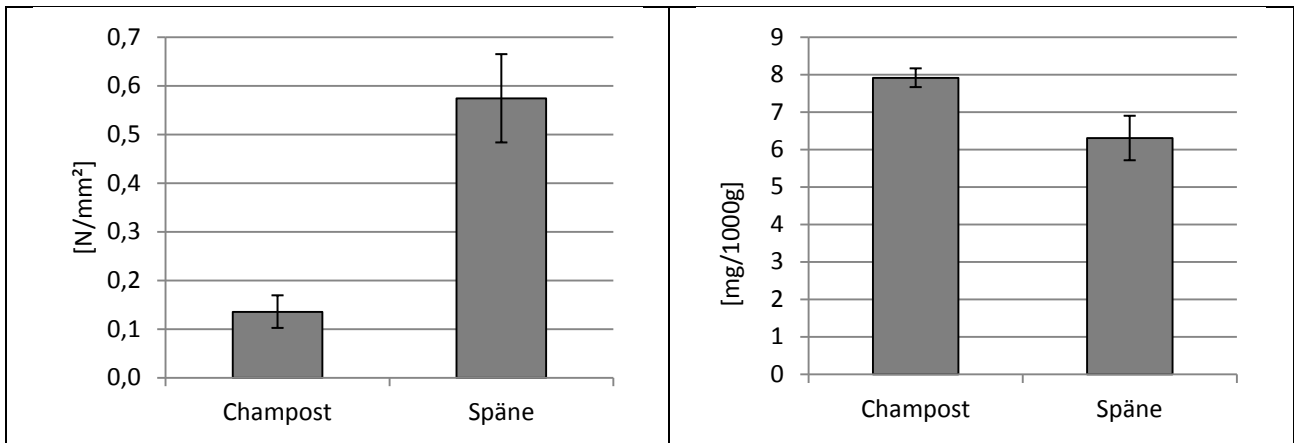
	MW 2h	STABW 2h	MW 24h	STABW 24h
10%_UF8%_Spaanders	69,44	5,40	76,27	4,33
10%_UF8%_gezeefd	66,44	5,01	69,16	4,18
10%_UF8%	25,68	3,55	65,74	3,50
10%_UF4%	70,83	14,38	76,78	13,49
30%_UF8%	53,11	5,60	56,60	5,63
30%_UF4%	54,62	9,79	60,61	8,15
30%_H2O	47,19	7,47	71,41	8,19
10%_UF8%_Riet	62,02	4,80	67,93	3,69
10%_UF4%_Riet	49,53	3,62	94,21	4,56
30%_UF8%_Riet	45,54	4,17	54,56	4,19
30%_UF4%_Riet	46,04	9,27	56,11	10,79

Gemiddelde en standaardafwijking van de diktekwelling [%] in betrekking tot het startgewicht

	MW 2h	STABW 2h	MW 24h	STABW 24h
10%_UF8%_Spaanders	30,04	2,19	35,92	4,17
10%_UF8%_gezeefd	20,14	1,67	22,26	2,06
10%_UF8%	9,44	2,20	33,01	1,87
10%_UF4%	27,12	4,03	32,75	3,83
30%_UF8%	16,09	0,92	20,27	1,06
30%_UF4%	18,75	2,56	24,41	2,25
30%_H2O	18,69	4,21	34,96	4,26
10%_UF8%_Riet	18,88	1,15	23,16	2,52
10%_UF4%_Riet	29,01	2,27	58,54	2,55
30%_UF8%_Riet	15,66	1,73	20,85	3,35
30%_UF4%_Riet	17,05	3,60	24,19	5,52

Vergelijking drielaagse platen





De middelste laag van een drielaagse spaanplaat met champost vervangen lijdt niet tot vergelijkbare noch voldoende eigenschappen. Met de verminderde eigenschappen is tegelijkertijd de formaldehyde-emissie verhoogd, wat door de slechtere compositie in de middelste laag komt.

Deel B: Mycelial bonding

Uitvoering onderzoek: Stichting ECO Consult, Hogeschool InHolland, Bamboe8

1. Inleiding

Champignonkwekerijen kweken hun product op compost. De grondstoffen hiervoor zijn; paardenmest, kuikenmest, stro, kalk, veen en schuimaarde. Bovenop de compost komt een deklaag. Deze deklaag heet dekaarde. De compost die bij de kweek overblijft, wordt champost genoemd. Sinds 1 januari 2006 valt champost onder dierlijke mest. Dit heeft als gevolg dat bij elke geleverde vracht mestbonnen opgemaakt moeten worden. Zo worden de vervoerder en afnemer geregistreerd. Een recente ontwikkeling is het scheiden van de dekaarde en de onderliggende compost, waardoor er meer kansen zijn om waarde toe te voegen aan de zuivere stromen. De champignonsector wil weten wat de mogelijkheden zijn om producten te maken van champost en of dit rendabel is.

De volgende probleemstelling is geformuleerd:

Toepassingen zoeken voor biobased materiaal uit champost. Onder de biobasedeconomy word een economie verstaan die gebaseerd is op het zo efficiënt mogelijk gebruik maken van gewassen en biomassa voor voeding, veevoer, materialen, chemicaliën, energie en brandstof. Uit eerder onderzoek (zie deel A van deze rapportage) blijkt dat bouw materiaal in de vorm van platen uit champost niet geschikt is vanwege beperkte buig- en treksterkte en de geur.

Voor het onderzoek zijn een hoofdvraag en deelvragen geformuleerd.

Hoofdvraag:

Hoe kan de bindkracht van champost verhoogt worden met behulp van een natuurlijk middel, ten behoeve van toepassingen in eindproducten?

Deelvragen:

1A: Welke eerdere inventarisatie is er gedaan om een toepassing uit champost te realiseren?

1B: Zijn er patenten aangevraagd die met een natuurlijk middel de bindkracht van champost verhogen?

2: Welke natuurlijke middelen zijn geschikt om de bindkracht van champost te verhogen?

3: Is er potentie in de consumenten- of B2B markt, voor toepassingen die van champost gemaakt zijn?

4: Welke partijen zijn bereid om producten te produceren die champost als grondstof hebben?

2. Methode en technieken

Dit hoofdstuk beschrijft welke methode, technieken en materialen zijn gebruikt voor de totstandkoming van dit verslag. Dit is beschreven per deelvraag.

3.1: Welke eerdere inventarisatie is er gedaan om een toepassing uit champost te realiseren?

Voor het beantwoorden van deze deelvraag is gebruik gemaakt van het document Eindrapportage fase 4 champost. In dit document staat een opsomming van verschillende toepassingen voor champost.

3.2: Zijn er patenten aangevraagd die met een natuurlijk middel de bindkracht van champost verhogen?

Voor het opzoeken van de patenten is gebruik gemaakt van verschillende databases, zoals www.espacenet.nl, www.patentscope.wipo.int en www.delphion.com.

3.3 : Welke natuurlijke middelen zijn geschikt om de bindkracht van champost te verhogen en als vulmiddel te gebruiken?

Uit deskresearch en contacten met verschillende bedrijven zijn de verschillende technieken geïnterpreteerd:

1. Drogen van het ligninerijke materiaal en persen en gelijktijdig verhitten om de lignine te smelten (zie onderzoeksdeel A in deze rapportage)
2. Mycelial bonding: doodstomen van de champost, al dan niet opmengen met bijvoorbeeld houtsnippers, enten met een mycelium dat het materiaal goed aan elkaar bindt
3. Drogen van het materiaal en als vulmiddel gebruiken in een bioplastic van bijvoorbeeld PLA (60% vulmiddel-40% PLA)

Voor dit onderzoek is met name de tweede optie uitgewerkt en in twee rondes van experimenten zijn plaatvormige materialen gemaakt.

Het New Yorkse bedrijf Evocative heeft producten op de markt gebracht die bestaan uit een substraat, dat door mycelium aan elkaar gekit is. Hiervoor gebruiken ze nog geen champost, maar reststromen uit de landbouw zoals maisstro en houtsnippers.

NPSP is een bedrijf dat natuurlijke en chemische composieten produceert. Op de website van NPSP staan een aantal natuurlijke materialen die geschikt die door dit bedrijf gebruikt worden om als bindmiddel te dienen.

Stappenplan onderzoek naar Mycelial bonding

Om te testen of het materiaal geschikt is voor bouw doeleinden, is met behulp van een textureanalyser getest of het aan eisen voor bouw materiaal voldoet. Om het materiaal te kweken is het volgende stappenplan opgesteld.

Stap 1.

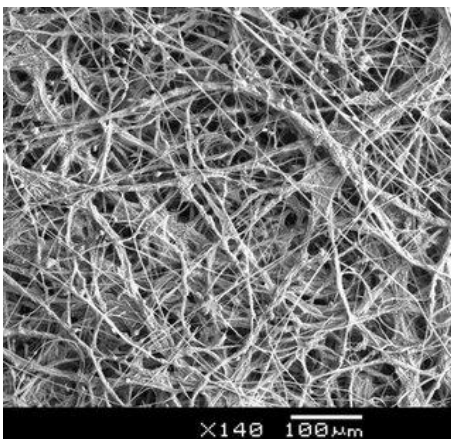
De champost die gebruikt gaat worden zal eerst doodgestoomd moeten worden. Zo kunnen ongewenste micro organismen niet de groei van de Gele Oesterzwam verstoren. De champost die gebruikt gaat worden is wel doodgestoomd.

Stap 2.

Het broed van de gele oesterzwammen wordt geënt op de doodgestoomde, champost. Met schone, steriele handen wordt het broed van de gele oesterzwam vermengd met de champost. De verhouding zal 5% broed op volumebasis zijn. Dus voor 1 L = 1000 ml word 50 ml broed gebruikt. Afmetingen van de plastic bakjes zijn 18,2 x 14,1 x 8,2 cm met een inhoud van 1L. Uit elk bakje zullen twee samples gehaald worden.

Stap 3.

Het nu ontstane materiaal wordt met de hand samengedrukt tot er een plakkaat ontstaat van 5 cm. Met een oppervlakte dat groot genoeg is om te benutten in texture analyzer.. Dit plakkaat wordt in een plastic zak gestopt en doorgroeit bij kamertemperatuur voor een periode van ca. twee weken zodat de mycelium van de gele oesterzwam de champost volledig kan koloniseren. Om te voorkomen dat het mengsel anaeroob word, zal op elke 20 cm² een viertal gaatjes in het plastic worden geprikt. Zo kan er een klein beetje lucht bij komen. Na twee weken word het materiaal met behulp van een magnetron of oven 'doodgemaakt'. Dit stopt de groei van het mycelium.



(Figuur 3, microscopische weergave Mycelium).



(Figuur 4, sample eerste week champost met gele oesterzwam)

Stap 4.

Het plakkaat wordt getest met behulp van de textureanalyzer op de parameters:

- elasticiteit
- hardheid
- breek eigenschappen
- stevigheid

Voor elke parameter zullen drie samples gebruikt worden om de test drie keer te herhalen. Dit wordt gedaan om te kijken of dezelfde resultaten worden behaald bij elke test. Er zullen in totaal minimaal 48 samples nodig zijn. Twaalf voor de vochtige variant, twaalf voor de droge variant, 12 voor een variant met papier aan beide zijden, om zo een kartonachtig materiaal te krijgen en 12 voor een variant met houtkorrels door de champost gemengd om zo te kijken of de gele oesterzwam beter groeit en/of een steviger eindproduct geeft.

De resultaten worden in een grafiek weergegeven. Er zullen metingen gedaan worden van twee types materiaal. De vochtige variant en een gedroogde variant. Van elke variant zal met een sample het vochtgehalte worden gemeten.

Stap 5.

Het materiaal zal vergeleken worden met de textureanalyzer, met andere platen die in de bouwsector gebruikt worden. Dit zijn o.a. gipsplaten en houten bouwplaten.

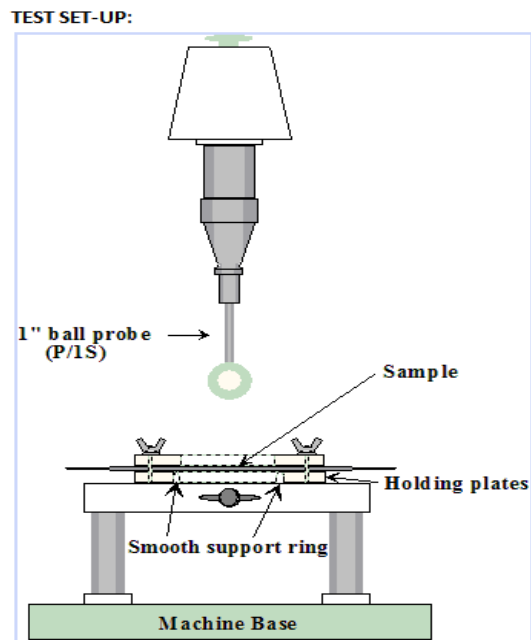
(Tabel 2, schematische weergave stappenplan).

Gedroogd product	Nat product	Laminaatpapier product	Houtsnippers variant
Steriel maken product	Steriel maken product	Steriel maken product	Steriel maken product
Na steriliseren droge stof gehalte bepalen	Na steriliseren vochtgehalte bepalen		
Product terug drogen tot droge stof gehalte van 60-80%			Product terug drogen tot droge stof gehalte van 60-80%
Bakje met product in drie stukken verdelen	Bakje met product in drie stukken verdelen	Bakje met product in drie stukken verdelen	Bakje met product in drie stukken verdelen
Analyseren met textureanalyser op vooraf gestelde parameters*.	Analyseren met textureanalyser op vooraf gestelde parameters*.	Analyseren met textureanalyser op vooraf gestelde parameters*.	Analyseren met textureanalyser op vooraf gestelde parameters*.

*Parameters.

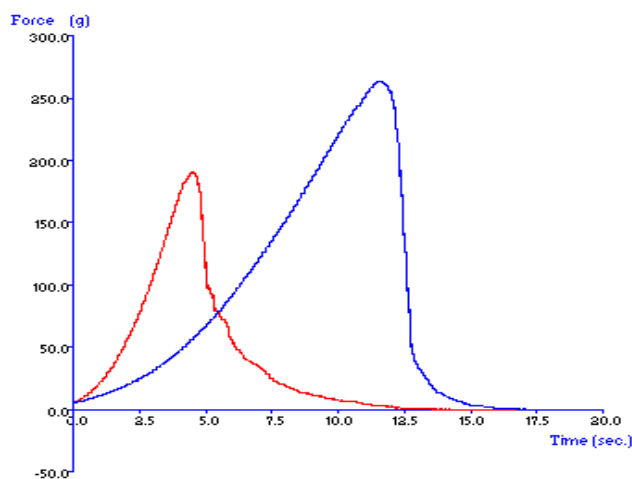
- elasticiteit
- hardheid
- breek eigenschappen
- stevigheid

Voor het testen van het gekweekte materiaal en de gipsplaat is gebruik gemaakt van de texture analyzer. In de software van de analyzer staan al voorbeeldproeven die gebruikt kunnen worden. De proef die gebruikt is, kan worden gebruikt voor het vergelijken van de hardheid van een materiaal. Onderstaande afbeelding geeft de opzet weer van de probe die gebruikt is voor het testen van de hardheid.



(Figuur 1, test opzet texture analyzer)

De resultaten van de test word uitgebeeld zoals in onderstaande grafiek.



(Figuur 2, voorbeeld resultaten texture analyzer)

Eenvoudig gezegd: de grafiek laat zien dat het materiaal met de blauwe lijn meer kracht aan kan dan het materiaal dat is weergegeven met de rode lijn.

3.4: Is er potentie in de consumenten- of B2B markt, voor toepassingen die van champost gemaakt zijn?

Deze deelvraag is beantwoord aan hand van adviezen die tijdens het afstuderen aan de student zijn gegeven door mensen uit het bedrijfsleven.

3.5: Welke partijen zijn bereid om producten te produceren die champost als grondstof hebben?

Via het internet zal een inventarisatie worden gemaakt van potentiële bedrijven. Dit zijn bedrijven die opereren in de sectoren zoals composieten, bioplastics, isolatie en bouwmaterialen.

3. Resultaten

3.1: Welke eerdere inventarisatie is er gedaan om een toepassing uit champost te realiseren?

Er zijn eerdere pogingen gedaan om van champost een product te maken. Deze zijn weergegeven in het rapport Eindrapportage fase 4 champost. In dit hoofdstuk zijn alleen de toepassingen weergegeven en welk advies er is gegeven. Het gaat hier alleen om de toepassingen met champost en niet de toepassingen met dekaarde.

Opwerken tot bodemverbeteraar	Door middel van drogen is een goedkoper te transporteren meststof te fabriceren, die bovendien sterk bodemverbeterende eigenschappen heeft vanwege het hoge organische stofgehalte. Nieuwe methodieken om varkensmest tegen lage kosten met omgevingswarmte te drogen, kunnen leiden tot een nieuw product voor de akkerbouw dat tegen veel lagere kosten te transporteren is.	Proeven uit te voeren met een nieuwe drogingsmethodiek en de kosten per ton te bepalen van het drogen.
Component in de potgrondsector	Bekend was dat de champost teveel zouten bevatte om direct in te zetten als component in potgrond. Zelfs na uitloggen met water blijkt de EC waarde te hoog, zodat het voor maximaal 5% als component in te zetten zou zijn. Het hoge gehalte aan gips zorgt voor verder voor een ongewenst hoge pH. Gehydrolyseerde champost bleek sterk aan structuur in te boeten en niet wezenlijk minder voedingszouten te bevatten dan uitgespoelde champost.	Af te zien van verder onderzoek in deze richting.
Ontwikkelen phytopathologische compost	Uit kleinschalige proeven blijkt dat champost een positieve invloed heeft op de bescherming van koolachtigen tegen Knolvoet. Daarnaast blijkt het mogelijk <i>Paecilomyces</i> (biologische bestrijding van Sklerotinia) te kweken op champost, na menging met specifieke voedingsstoffen. Als derde mogelijkheid kan de champost de drager zijn van sporen van <i>Coniothyrium</i> (tegen nematoden), die in de bodem gemengd moeten worden om effectief te zijn tegen de nematoden. De waarde van de champost neemt daarmee aanzienlijk toe. Voor het op de markt brengen als biologische bestrijding is een meerjarig onderzoeksprogramma benodigd.	Marktonderzoek te verrichten naar de waarde van verrijkte compost voor verschillende akkerbouwgebieden. In samenwerking met instituten in Duitsland onderzoek doen naar de waarde van champost in specifieke gebieden en veldproeven op te starten om de werkzaamheid van de champost in de praktijk aan te tonen tegen Knolvoet en andere plagen van akkerplanten.
Papiersector	Tot veler verrassing bleek het mogelijk ca. 45% van de champost als nuttige vezels voor de papiersector te kunnen inzetten. Belangrijk is om een toepassing te vinden voor de	Gezamenlijk met de papier- en kartonsector te onderzoeken welk

	resterende 55% Algen bijvoorbeeld kunnen een rol spelen bij het verwijderen van voedingszouten uit het drainwater. De traditionele pulpprocessen zijn zwaar milieuvervuilend; in Nederland heeft de papiersector geen enkele pulpinstallatie staan. De papiersector in Noord-Limburg bevindt zich nabij de champignonsector zodat de logistieke kosten gunstig uit kunnen vallen. Vezels uit de champost moeten kunnen concurreren met pulp uit hout of kringlooppapier.	pulpprocedé geschikt is voor de champost. Het Kenniscentrum Papier en Karton is bereid laboratoriumtesten uit te voeren.
--	--	---

Algenteelt op effluent  <i>Separator van grof materiaal uit algenwater</i>	Het drainwater van uitgespoelde champost blijkt niet geschikt om direct in te zetten voor algen, de groei ondervindt teveel beperkingen van zwevende organische stofdeeltjes. De nutriëntconcentraties dalen langzaam en de productiviteit blijft achter omdat er te weinig licht kan doordringen. In algenvijvers kan de organische stof niet bezinken vanwege de continue waterbeweging die nodig is om de algen niet te laten bezinken. Het is eenvoudig mogelijk door centrifugatie of filtratie de vrij zwevende deeltjes te verwijderen. Het afvangen van die organische stof kan ertoe leiden dat de algen die op het gezuiverde water groeien, een hogere waarde krijgen omdat ze dan niet op dierlijke mest groeien, maar op opgeloste voedingszouten.	Kleinschalige experimenten doen om te bepalen of gecentrifugeerd drainwater voldoende groeisnelheid biedt voor algen. In samenhang met het onderzoek door de papier- en kartonsector bekijken in hoeverre het afvalwater als grondstof voor algenteelt kan dienen.
Dierlijk eiwit kweken	Verschillende organismen blijken zich te kunnen voeden met champost, waaronder springstaartjes en meelwormen. Of het lukt om met een rendabel proces te komen, hangt af van de omzettingsgraad en de toepassingsmogelijkheden voor de resterende champost.  <i>Meelwormen op onbehandelde champost</i>	In samenwerking met de aquacultuursector onderzoek doen naar systemen om rendabele combinaties van champostverwerking en aquacultuur (bijv. paling) te maken.
Vergisting van gehydrolyseerde champost	Van champost zelf was al bekend dat de energie opbrengst in een vergister te laag was voor een	Af te zien van verder onderzoek in deze

	rendabele exploitatie. Een hydrolytische processtap voorschakelen leverde nog altijd te weinig opbrengst op. Met een maatkolproef is de opbrengst van het materiaal bepaald door bijmenging in een gestandaardiseerd actief slib uit een vergister. De gehydrolyseerde champost heeft een slechte gasproductie van slechts 25m³ per ton, een factor 8 lager dan snijmais. Het asgehalte is met 10% hoog, waardoor bezinking in de reactor op kan treden.	richting.
--	---	-----------

Plaatmateriaal	Het bleek niet mogelijk verse (vochtige) champost te persen tot een platmateriaal. Het materiaal verpulpt dan en de pers drukt het via de ontwateringsgaatjes weg. Als het materiaal is gedroogd tot een vochtgehalte lager dan ca. 30% is het wel mogelijk een plaat te persen. Een alternatief proces is het gelijktijdig persen en verhitten om de lignine te activeren en te ontvochtigen.	Gezamenlijk met de bouwindustrie onderzoek te doen naar proces en type bouwcomponent. Het overheidsbeleid voor Biobased economy biedt aangrijpingspunten voor cofinanciering.
----------------	--	---



Voor dit onderzoek is gekozen om de mogelijkheid met plaatmateriaal verder uit te werken. Het idee is naar boven gekomen om champost te versterken met het broed van de Gele Oesterzwam. De uiteindelijke zwam heeft een sterke vleesachtige structuur. Het broed heeft ook een sterke structuur. Door het broed van de Gele Oesterzwam te vermengen met champost, zal het mycelium hier doorheen gaan groeien. De hypothese was dat de eigenschappen van de Gele Oesterzwam tot een materiaal zullen leiden, dat toepasbaar is in de bouwsector.

3.2: Zijn er patenten aangevraagd die met een natuurlijk middel de bindkracht van champost verhogen?

Het bedrijf Ecovative, dat is gevestigd in de VS, heeft een 8-tal patenten aangevraagd. Een uitvinding is pas octrooibaar indien deze nieuw, inventief en industrieel toepasbaar wordt geacht. Een uitvinding wordt nieuw geacht als deze uit geen enkel openbaar toegankelijke informatiebron bekend is. Een uitvinding is in principe niet inventief wanneer deze een voor de hand liggende combinatie is van twee informatiebronnen. Om inventief te zijn kan iets van een vakgebied worden toegepast op een ander vakgebied.

Met behulp van www.nl.espacenet.com is nagegaan of de patenten ook echt van kracht zijn en nog belangrijker; zijn de patenten geldig in Nederland Het gaat om de volgende patenten:

1. Eben Bayer, McIntyre Gavin: Method of growing mycological biomaterials. US2013263500 (A1) 10-10-2013. Prioriteitsdatum: 05-04-2012
2. Eben Bayer, McIntyre Gavin: Fabricated panel. US2013224840 (A1) 29-08-2013. Prioriteitsdatum: 15-12-2006
3. Eben Bayer, McIntyre Gavin: Method of producing tissue culture media derived from plant seed material and casting of mycological biomaterials. US2013095560 (A1) 18-04-2013. Prioriteitsdatum: 14-09-2011
4. Eben Bayer, McIntyre Gavin: Composite material for absorbing and remediating contaminants and method of making same Dec, 13 2012: US 2013095559 (A1) 18-04-2013. Prioriteitsdatum: 14-09-2011.
5. Eben Bayer, McIntyre Gavin: Substrate composition and method for growing mycological materials. US2012315687 (A1) 13-12-2012. Prioriteitsdatum: 08-06-2011
6. Eben Bayer, McIntyre Gavin. Method for making dehydrated mycelium elements and product thereby. WO2012148995 (A1). 01-11-2012. Prioriteitsdatum: 25-04-2011.
7. Bayer Eben, McIntyre Gavin. Method of producing a chitinous polymer derived from fungal mycelium. WO2012122092 (A2). Prioriteitsdatum: 07-03-2011
8. Bayer Eben, McIntyre Gavin. Method for producing rapidly renewable chitinous material using fungal fruiting bodies and products made thereby. WO2010005475 (A1). Prioriteitsdatum: 16-06-2008

(www.worldwide.espacenet.com)

In onderstaande tabel zijn de acht patent aanvragen weergegeven. In de kolom 'van kracht' is aangegeven of het patent daadwerkelijk van kracht is. In de laatste kolom staat weergegeven of het patent ook is ingediend in Nederland.

(Tabel 1, patent aanvragen Eben Bayer)

Indiener(s)	Datum	Patent nummer	Van kracht	Geldig in NL
Bayer, McIntyre	05-04-2012	US2013263500 (A1)	Nee	Nee
Bayer, McIntyre, Swersy	15-12-2006	US2013224840 (A1)	Nee	Nee
Bayer, McIntyre	18-04-2013	US2013095560 (A1)	Nee	Nee
Bayer, McIntyre	14-09-2011	US 2013095559 (A1)	Nee	Nee
Bayer, McIntyre	08-06-2011	US2012315687 (A1)	Nee	Nee
Bayer, McIntyre	25-04-2011	WO2012148995	Nee	Ja
Bayer, McIntyre, Flagg	07-03-2011	WO2012122092 (A2)	Nee	Ja
Bayer, McIntyre	16-06-2008	WO2010005475 (A1)	Nee	n.b.

(www.patentscope.wipo.int)

(www.delphion.com)

Alle patenten op één na staan geregistreerd onder A1. Wanneer een Europese octrooiaanvraag met het nieuwheidsrapport wordt gepubliceerd, is het een A1 publicatie. Wanneer de aanvraag zonder het nieuwheidsrapport wordt gepubliceerd, is het een A2 document. Het nieuwheidsrapport wordt dan later gepubliceerd als een A3 document. Wanneer het patent verleend is, wordt het gepubliceerd als B document. In Nederland krijgt het patent geen B status maar heet het een C status. Alle patenten van Eben Bayer zijn dus nog niet toegekend. Van de acht patenten zijn er twee waarvan de patentrechten zijn beschermd in Nederland. Deze twee zijn in bovenstaande tabel met grijsblauw geaccentueerd.

(www.worldwide.espacenet.com)

(www.snelpatent.nl)

3.3 : Welke natuurlijke middelen zijn geschikt om de bindkracht van champost te verhogen en als vulmiddel te gebruiken?

Om de bindkracht van de champost te verhogen is gekozen voor het gebruik van het broed van de Gele Oesterzwam. Voor de toepassing op industriële schaal is in deze deelvraag van elke variant beschreven, welke stappen er moeten worden genomen om dit te realiseren en wat de kosten zijn. De kosten die niet direct achterhaald konden worden zijn geschat.

3.3.1 Resultaten: texture analyzer.

De variant die gekweekt zijn met de houtkorrels vertoonde de beste doorgroeiing. Het materiaal voelde sterker aan dan de proefkweek en het mycelium was beter doorgroeit. Onderstaande foto's geven het resultaat weer van de proefkweek. Het mycelium is niet goed er door heen gegroeid en vertoont schimmelvorming. Het materiaal is niet stevig en kan gemakkelijk uit elkaar getrokken worden. Dat het niet goed doorgroeid was, komt waarschijnlijk doordat de omgeving te droog was en dat het materiaal uitdroogde.

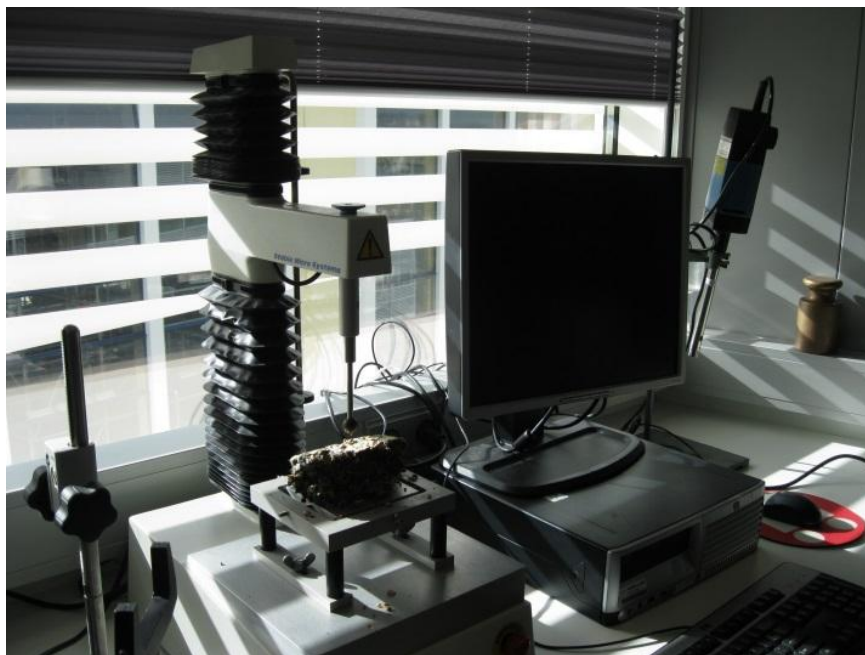


(Figuur 5 en 6, resultaat eerste kweek)

Onderstaande foto's tonen de tweede kweek. Het mycelium is nu veel beter doorgroeid. In deze versie zijn ook vochtige houtkorrels toegevoegd. Door het vocht kon het mycelium er nog beter door heen groeien. Dit materiaal voelde steviger aan dan het boven getoonde materiaal, maar ook nu was het gemakkelijk uit elkaar te trekken.

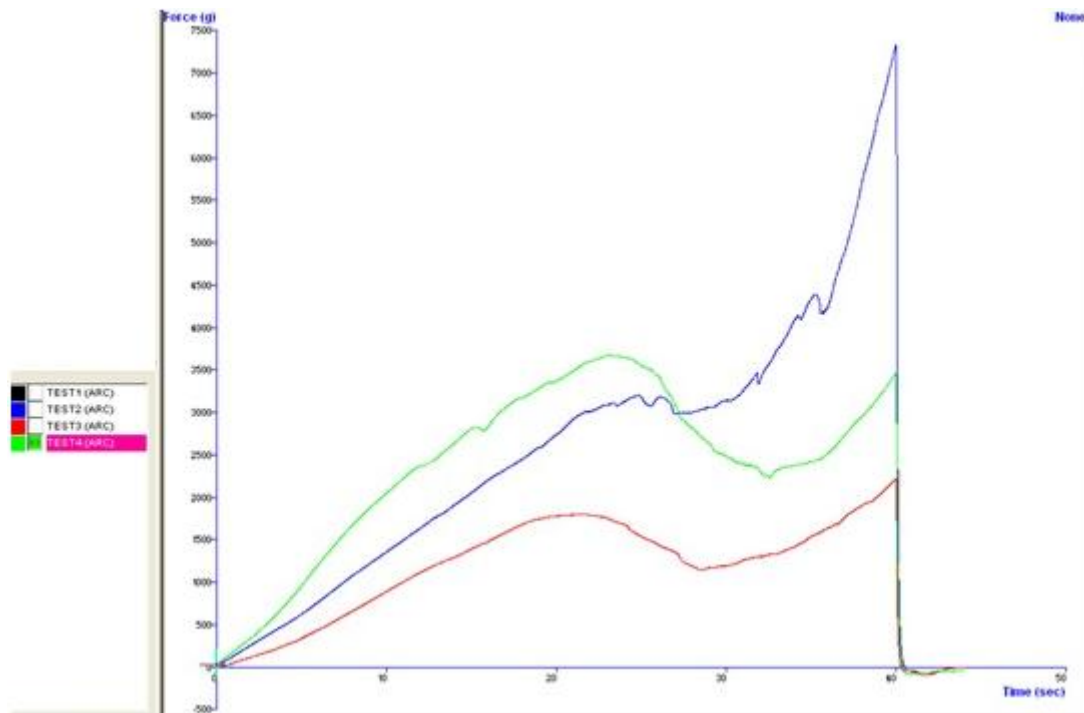


(Figuur 7 en 8, resultaat tweede kweek).



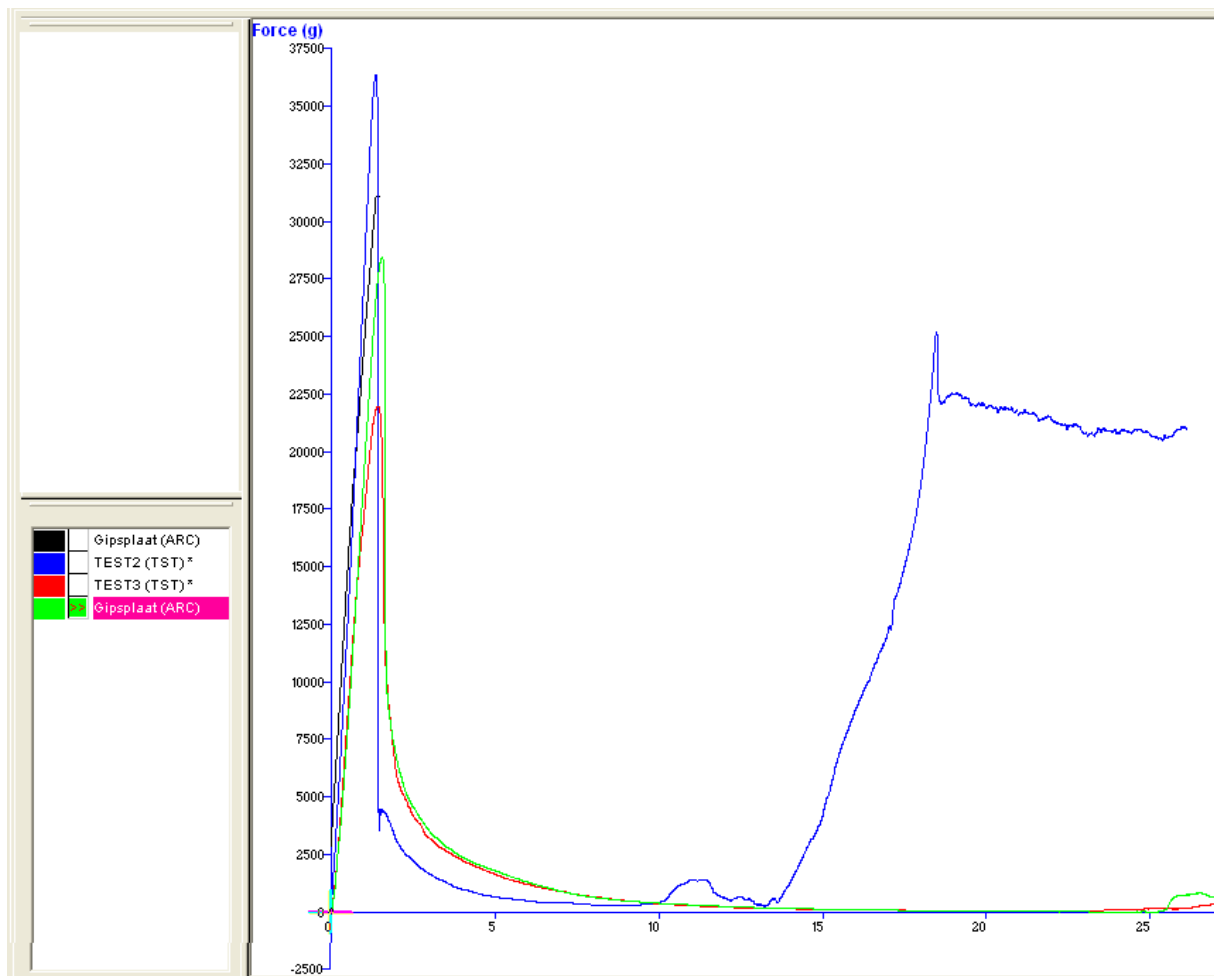
(Figuur 9, texture analyzer met sample).

Bovenstaande foto toont de texture analyzer met een sample champost materiaal. Tijdens de tweede kweek zijn niet alle bakjes goed doorgroeid. Niet alle parameters konden worden getest. Uiteindelijk is alleen de hardheid van het materiaal getest. Het was ook al visueel vast te stellen dat het materiaal niet stevig genoeg was.



(Figuur 10, resultaat champost texture analyzer).

Bovenstaande grafiek laat zien wat de hardheid is van het gekweekte materiaal. De lijnen geven aan dat de probe in de eerste 3 seconden, het meeste kracht er op kan uitoefenen. Dit komt omdat bij dit sample de groei van het mycelium voornamelijk bovenin zit. Dit is dus het stevigste gedeelte. Vanaf 3 seconden heeft de probe weer wat meer weerstand omdat het materiaal samengedrukt is en dus wat meer weerstand biedt. Na 4 seconden is de test afgelopen.



(**Figuur 11**, resultaat gipsplaat texture analyzer)

Bovenstaande grafiek geeft dezelfde test weer, maar dit keer met een stukje gipsplaat als materiaal. Dit is gedaan om een vergelijking te maken tussen het champost materiaal en een ander bouw materiaal. De grafiek laat zien dat het gipsplaat in het begin van de test, meer kracht aankan dan de gele oesterzwam. Er is duidelijk een piek te zien. De lijn omhoog aan het eind van de blauwe grafiek komt doordat het stukje gipsplaat door midden brak en de probe weerstand ondervond van de door midden gebroken stukjes. Bij de rode en groene lijn is dit niet te zien omdat toen de doorgebroken stukjes snel werden weggehaald. De tijd die nodig is voor de test, is langer dan het champost materiaal.

Conclusie

Het gekweekte materiaal is op dit moment niet geschikt om te gebruiken als bouw materiaal. Visueel is al vast te stellen dat dit niet het geval is. Het materiaal valt uitelkaar en is met de hand gemakkelijk door midden te breken. De grafieken wijzen uit dat gipsplaat meer kracht aan kan dan het champost materiaal. Gipsplaat kan zeker tot 37500 g kracht aan tot het sample breekt. Champost kan 7500 g aan. Het champost materiaal breekt niet echt, maar word in elkaar geduwd.

3.3.2 Processtappen voor het drogen van champost

Voor een aantal toepassingen kan gedroogde champost een grondstof zijn, zoals vochtopnemende pellets, of pellets als energiebron voor biomassa kachels. De verschillende processtappen zijn hieronder weergegeven.

Stap 1:

Leeg halen van de cellen met champost. Scheiden van de dekaarde en de champost met de dekaardescheider.

Stap 2:

Na scheiding vervoer per vrachtwagen. Kosten hiervoor zijn afhankelijk van de afstand tot het bedrijf waar de droging en/of persing plaats vindt. Vrachtwagen moet een keer heen en ook weer terug rijden. De heenweg zal de vrachtwagen leeg zijn. De kosten hiervoor zijn het uurtarief voor de vrachtwagenchauffeur, brandstofkosten, onderhoud en afschrijving. De gemiddelde salariskosten van een vrachtwagenchauffeur worden geschat op tussen bruto €1460 – €2200 euro per maand. Dit is afhankelijk van de werkervaring. Dit is tussen €38,50 – €58,- per uur. De dieselprijs op 20-09-2013 is €1.50 per liter. Een vrachtwagen die gemiddeld 100.000 km per jaar rijdt, verbruikt 1 liter diesel per 4 km. De prijs van €1.50 gedeeld door 4 is afgerond €0,38.

1 vrachtwagen bevat 30 ton champost. Hiervan is 75% vocht. Dit is 22,5 ton. Het droge stof gehalte is 7,5 ton. Met behulp van een pers is het droge stof gehalte te reduceren tot 50%.

Het vocht dat overblijft, is perswater dat onder meer fosfaat en stikstof bevat. Dit kan niet zomaar op het oppervlaktewater worden gestort, of in het riool worden gespoeld.

Voor het persen van de champost is een zware pers nodig. In onderstaande tabellen staat weergegeven wat de verwerkingskosten zijn per ton compost bij twee schaalgroottes, te weten 300 en 1500 ton zuivere compost per week.

(Tabel 3, verwerkingskosten per ton).

Hoeveelheid:	Ton/week	300	1500
DS-input:	% DS	25%	25%
Soortgelijk gewicht:	Ton/m ³	0.85	0.85
DS na ontwatering:	% DS	50%	50%
Hoeveelheid koek:	Ton/week	127.5	637.5
Hoef. perswater:	Ton/week	172.5	862.5
Capaciteit: verwerkte hoeveelheid	Ton input/uur	3	15
Draaiuren	Operat. Uren/week	100	100
Energieverbruik per uur	kWh	45	75

	300 ton/week	1500 ton/week
Totale investering	€408.750	€485.700
Waarvan:		

Ontwateringsinstallatie:	€323.400	€360.700
In- + afvoersysteem:	€60.350	€100.000
Besturing:	€25.000	€25.000

		300 ton/week	1500 ton/week
Afschrijving	Per jaar:	€45.393	€69.386
Onderhoud	Per jaar:	€28.275	€45.070
Hoeveelheid	Ton input/jaar	15.000	75.000
Hoeveelheid koek	Af te zetten/jaar	6.375	31.875
Verwerkingskosten	Per ton input:	€4.91	€1.53

		300 ton/week	1500 ton/week
Hoeveelheid koek	Af te zetten per jaar	6.375	31.875

Noot: deze verwerkingskosten zijn nog exclusief arbeid (ca. 2 mensuur/ dag) en de verwerking van het perswater.

Een struvietreactor kan het fosfaat verwijderen, literatuurstudies geven aan dat de verwerkingskosten echter hoog zijn: in de orde van 20 – 30 Euro per kubieke meter. Biologische zuivering door middel van eendenkroos en algen is technisch mogelijk, bij Groot Sievert draait sinds kort een dergelijke eendenkroosvijver op digestaat. De laatste resten stikstof zijn door middel van een helofytenfilter te verwijderen. Cruciaal is een kostentechnisch haalbare oplossing.

3.3.3 Marktkansen Mycelial bonding

In tegenstelling tot relatief dure bioplastics heeft een biocomposiet bestaande uit champost relatief goedkope grondstoffen. Bij een soortelijk gewicht van ca. 750 kg / m³ en geschatte productiekosten van 160 Euro per ton kost een kubieke meter aan elkaar gekit materiaal 1200 Euro. Er zullen echter grote afnamehoeveelheden nodig zijn om een efficiënte productielijn op te zetten. Mogelijke producten zijn: onkruidremmende biobased 'tegels' die de bodem bemesten, duurzame plantenpotten inclusief bemesting, als vulmateriaal voor isolatiepanelen.

Naar verwachting is een oudere kwekerij, die niet meer rendabel is, de aangewezen locatie voor het produceren van platen materiaal volgens de methodiek Mycelial bonding. Dekarde en champost dienen met een scheidingsmachine te zijn geschieden. De bedden in de cellen kunnen drie lagen van elk 10 cm materiaal bevatten. De champost wordt met gele oesterzwam geënt. De kosten voor de gele oesterzwam zijn inclusief transportkosten ca. €2,- per kg. Er is ca. 5% broed benodigd, per ton materiaal kost dat 100,-. De verwachting is dat de periode dat het geënte broed moet doorgroeien, twee weken is. Dit is nog niet exact vastgesteld. Bij de experimenten is er een groei geweest van 2 weken. Het materiaal was toen nog niet sterk genoeg. Het is dus mogelijk dat de periode van doorgroeïng langer moet zijn dan 2 weken. Over elke bed wordt geperforeerd plastic gelegd, zodat het broed nog kan ademen.

De verwachting is dat er een sterk materiaal ontstaat dat kan worden gebruikt als duurzaam bouw materiaal of grondstof voor andere producten zoals een onkruidwerende tegel.

Voor het proces zijn beperkt mensen nodig. Dit brengt arbeidskosten met zich mee. Omdat het geen arbeid is van een hoog niveau wordt het minimumloon gerekend. Het minimumloon is niet wettelijk per uur vastgesteld. Er is wel een wettelijk minimum maandloon. Vanaf 23 jaar en ouder is dit €1586.95 per maand (incl vakantietoeslag). Uitgaande van een 40-urige werkweek, is het uurloon $\text{€}1586.95 / (40 \cdot 4) = \text{€}9,91$ per uur.

(www.loonwijzer.nl)

Het stroomverbruik is per maand verschillend omdat de kweekomstandigheden aangepast worden aan de klimaatomstandigheden buiten. Het CO2 percentage mag vrij hoog zijn (1200 – 2500), zodat de hoeveelheid te verversen lucht beperkt kan blijven.

3.4: Is er potentie in de consumenten- of B2B markt, voor toepassingen die van champost gemaakt zijn?

Voor het op de markt brengen van een bouwplaat is het materiaal nog niet geschikt. Het materiaal zou wel geschikt kunnen zijn voor gebruik als isolatiemateriaal of als onkruidwerende plaat, die de bodem bemest. Het isolatiemateriaal kan als opvulling tussen twee platen van ander materiaal worden aangebracht. Er moet dan gedacht worden aan karton, gips of hout.

Een bedrijf dat producten op basis van champost wil aanbieden zal met het argument komen dat er wel vraag moet zijn vanuit de markt.

Belangrijk is om op te merken dat het isolatiemateriaal nog niet getest is op wat er gebeurd als bijv. de luchtvochtigheid toeneemt. Dit kan gebeuren als het isolatiemateriaal in een badkamer of keuken wordt aangebracht, of in een ruimte voor industrieel gebruik waar veel vocht vrijkomt of gebruikt wordt.

De gedroogde champost kan gebruikt worden om er pellets van te maken. Deze korrels zouden bijvoorbeeld gebruikt kunnen worden als kattenbakkorrels. Het voordeel van pellets, is dat ze in bulk kunnen worden aangeboden en geleverd. Zo kan de grote stroom van champost makkelijker worden verwerkt. Als deze productie eenmaal gerealiseerd is kan er gewerkt worden aan onderzoek naar een hoogwaardiger gebruik. Er moet dan gedacht worden aan biologisch afbreekbaar plastic en composieten.

Een oplossing zou kunnen zijn dat van de champost tegels worden gemaakt, die als bemesting in moestuinen en planten en bloembakken worden gebruikt. Deze tegels kunnen verkocht worden in tuincentra.

3.5: Welke partijen zijn bereid om producten te produceren die chamoost als grondstof hebben?

Voor partijen die producten zouden willen produceren met chamoost als grondstof, moet gedacht worden aan producenten van composieten, bouwplaten, isolatiematerialen en bioplastics.

4.1 Plantypot.

Het bedrijf Plantypot is gevestigd in Udenhout. Het bedrijf maakt plantenpotten uit restproduct van de aardappelindustrie. Volgens Plantypot is er genoeg materiaal om alle 3.000.000.000 plantenpotten die jaarlijks geproduceerd worden op basis van aardolie te vervangen door plantenpotten die van agrarische reststromen zijn gemaakt.

(www.plantypot.eu)

4.2 Ecovative.

Dit bedrijf is gevestigd in de Verenigde Staten van Amerika en is gericht op het ontwikkelen van natuurlijke composieten op basis van mycelium. Dit ter vervanging van op aardolie gebaseerde plastics en piepschuim. De productgroepen die ze maken zijn o.a. bouwmaterialen, verpakkingen en automaterialen. Het bedrijf verwerkt tot nu toe nog geen chamoost.

4.3 NPSP composieten.

NPSP maakt duurzame, vezelversterkte kunststoffen. Partners van NPSP zijn o.a. Albert Heijn, ANWB, Nuon, ministerie van VROM, LNV en TNO. NPSP maakt gebruik van natuurlijke vezels zoals vlas, hennep, kokos, jute en sisal. (Sisalvezels worden gewonnen uit bladeren die behoren tot het geslacht van agaveplanten). NPSP ontwikkelt ook biohars. Deze hars wordt gemaakt van restproducten van de suikerindustrie, natuurlijke oliën of melkzuur. Dit is zeer interessant voor het maken van een composiet uit chamoost omdat de bedoeling is om er een zo natuurlijk mogelijk materiaal uit te maken.

(www.npsp.nl)

4.4 CemPlaat

CemPlaat is een importeur die gespecialiseerd is in cementgebonden producten. De producenten van de geïmporteerde producten hebben allemaal het ISO 9001 certificaat. CemPlaat importeert onder meer vlasgoed. Dit materiaal is van grondstof tot afvalverwerking milieuveilig, energiearm bij productie en energiebesparend tijdens gebruik. Vlasgoed vormt geen risico voor de gezondheid van mens, dier of plant. Van het vlasgoed is 80% vlaswol, 10% aardappelzetmeel. Het aardappelzetmeel is het bindmiddel dat zorgt voor een optimale binding van de vezels onderling en de stabiliteit. De overige 10% wordt gevormd door een brandvertragend en schimmelwerend middel op basis van boraatzout. Boraatzout is in toxisch opzicht te vergelijken met keukenzout.

(www.CemPlaat.nl)