

Sojaverbundstoffe

Yuhang Ke, MA, Anpassungsstudium 1. Semester





HUADOU Soy Concept Store in Berlin Credit: Huadou GmbH

Reststoffe aus einem Soja Café

Der Ausgangspunkt meines Projekts stammt aus die Reststoffe von einem Soja Concept Store in Berlin. Sie verwenden die traditionelle chinesische Steinmühlen, um Sojamilch herzustellen. In HUADOU werden verschiedene Sojabohnensorten zur Herstellung von Sojamilch verwendet z.B Rotesojabohnen, Schwarzsojabohnen. Außerdem wird Sojamilch als Ersatz von normaler Milch verwendet, um Kaffee zuzubereiten. Der Ausgangspunkt meines

Projekts stammt aus die Reststoffe von einem Soja Concept Store in Berlin. Sie verwenden die traditionelle chinesische Steinmühlen, um Sojamilch herzustellen. In HUADOU werden verschiedene Sojabohnensorten zur Herstellung von Sojamilch verwendet z.B Rotesojabohnen, Schwarzsojabohnen. Außerdem wird Sojamilch als Ersatz von normaler Milch verwendet, um Kaffee zuzubereiten.

2018 hat das Designstudio YUUE in Berlin, wo ich als Praktikant gearbeitet habe, die traditionelle chinesische Steinmühle für HUADOU neu gestaltet. Alle Sojamilch in HUADOU wird von dieser neuen Steinmühle handgefertigt. Einerseits behält HUADOU die traditionellste Methode zur Herstellung von Sojamilch bei, andererseits entsteht es bei der Herstellung von Sojamilch weniger Energieverbrauch. Ein weniger Energieverbrauch bedeutet, dass es in Bezug auf die CO₂ Bilanzierung neutraler ist.

Weniger Energieverbrauch



Chinesische traditionelle Steinmühle redesigned by YUUE Credit: Huadou GmbH



Verschiedene Sojamilch aus verschiedenen Sojabohnen Credit: Huadou GmbH

Reststoffe als Faserstoffe



getrockneter Sojasatz



getrockneter Kaffeesatz (verbraucht)

Pflanzbasierte Matrixstoffe



Kiefernharz $C_{19}H_{29}COOH$



Alginat (Abformmasse) $(C_6H_8O_6)_n$

Zusatzstoffe (optional)



Calciumpropionat $C_6H_{10}CaO_4$ für Korrosionsbeständigkeit



Calciumhydroxid $Ca(OH)_2$ als Trockenmittel

Auf pflanzlicher Basis

Jetzt haben wir zwei pflanzbasierte Reststoffe, Sojasatz und Kaffeesatz, die für die weitere Entwicklung verwendet werden können. Diese beiden Materialien müssen vor der Herstellung getrocknet werden. Sie trockneten 50 Minuten in einem Ofen bei $100^{\circ}C$. Wir können es auch in der Sonne trocknen, damit keine übermäßige Energieverschwendung entsteht. Wir müssen sie nicht vollständig trocknen, eine kleine Menge Feuchtigkeit hat während des

Produktionsprozesses keine allzu großen Auswirkungen. Danach habe ich zwei pflanzliche Materialien als Bindermittel gewählt, Kiefernharz und Alginat. Pflanzbasiert ist sehr wichtig spät in der CO_2 Bilanzierung.

Zusätzlich werden zwei Materialien als Zusatzstoffe genommen. Calciumpropionat ist ein essbares Konservierungsmittel, das während des Materialherstellungsprozesses nur eine geringe Menge benötigt. Calciumcarbonat oder Kalkwasser Pulver wird als Trockenmittel verwendet, aber nicht in dem Material.

Sojaverbundenstoffe mit Kiefernharz

Komposition:
Kiefernharz 40g
Sojasatz 35g
Kaffeesatz 25g
Calcium Propionate 5g

Werkzeuge:
Kocher/Herd/Kochplatte, Waage,
Rührlöffel, Behälter oder Schüssel,
Mold, Kochtopf



Fassade



Rückseite

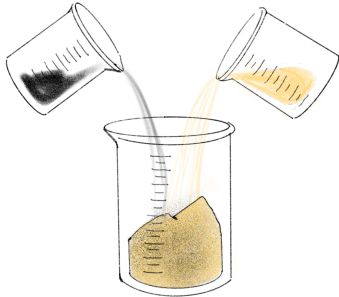


Verformt nach einem Porzellanbecher

Da die Mischung aus Sojasatz und Kaffeesatz vollständig mit dem flüssigen Kiefernharz gemischt ist und die Oberflächentemperatur der Mischung viel niedriger als die Innentemperatur ist, ist die Mischung zu diesem Zeitpunkt in der Lage, 3D-Plastizität zu erzielen. Wenn diese Mischung in eine Form eingespritzt oder unter eine positive und negative Form gepresst wird, kann sie eine dreidimensionale Form erhalten.

Sojaverbindenstoffe mit Kiefernharz

Verfahren



1. Sojasatz, Kaffeesatz und Calciumpropionat in einen Behälter geben und gut umrühren.



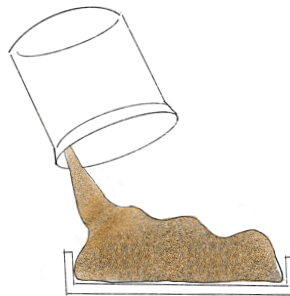
2. Kiefernharz in einem Zwei-Topf-Verfahren erhitzen (220°C) und rühren Sie es langsam um, bis sich das gesamte Kiefernharz in einem flüssigen Zustand.



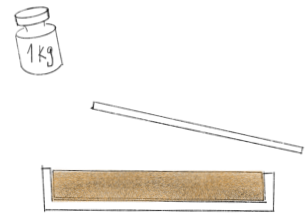
3. Langsam die Mischung von 1. in Kiefernharz geben und schnell umrühren.



4. Nach gründlichem Mischen noch 1 Minute erhitzen, dabei langsam rühren, damit die Mischung flüssig bleibt.



5. Erhitzen aufhören und die Mischung innerhalb innerhalb 3 Minuten in die Form gießen. Das Material in die Form pressen.



6. Das Material nach 15 Minuten aus der Form entfernen und in Raumtemperatur abkühlen.



Fassade

Sojaverbundenstoffe mit Alginat

Komposition:

Alginat 40g

Wasser (23°C-30°C) 80ml

Sojasatz 30g

Kaffeesatz 20g

Calcium Propionate 5g

Werkzeuge:

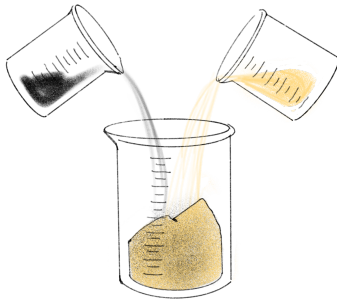
Ofen, Waage, Rührlöffel, Behälter
oder Schüssel, Mold



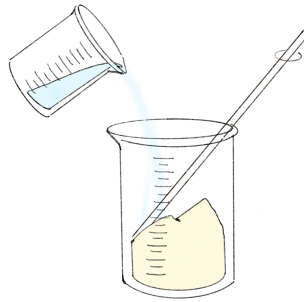
Wenn das Wasser zu kalt ist.

Alginat kann seine maximale Haftung nur in einer Umgebung mit einer Wassertemperatur von 25°C bis 30°C zeigen. Wenn die Wassertemperatur zu niedrig ist, kann die Mischung aus Alginat keine ausreichende Haftung ausüben (wie oben gezeigt). Wenn die Wassertemperatur zu hoch ist, führt dies dazu, dass Alginat versagt und keine adhäsive Wirkung erzeugt.

Sojaverbundenstoffe mit Alginat Verfahren



1. Sojasatz, Kaffeesatz und Calciumpropionat (Mischung 1) in einen Behälter gießen, gut mischen.

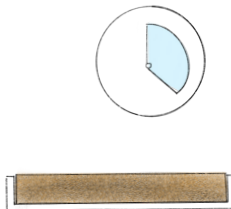


2. Alginat in einen Behälter geben und dann Wasser bei 23°C eingießen (Mischung 2), schnell und gut umrühren.

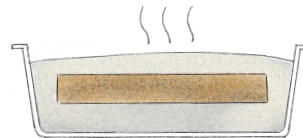


3. Mischung 1 in Mischung 2 gießen, schnell und gut umrühren. Die fertige Mischung in 3-5 Minuten in die Form geben.

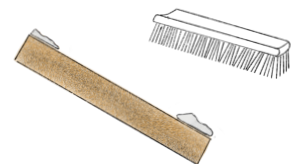
Sojaverbundenstoffe mit Alginat Trockenverfahren (optional)



4. Die Form 15-20 Minuten lang auf Raumtemperatur legen, damit sie sich zu einem Feststoff verfestigen kann.



1. Das Material aus der Form entfernen und es in einer Mischung aus Calcium Hydroxide und Calciumpropionat (1:4) vergraben.



2. Diesen Behälter 30 Minuten lang in den Ofen (100°C) stellen. Das Material von Mold ausnehmen und die Oberflächenbefestigung mit einem Pinsel entfernen.

Da Alginat ein Bindemittel auf Wasserbasis ist, wäre der Trocknungsprozess sehr wichtig. Natürlich können wir das Material bei Raumtemperatur lagern und es mit einer Metallplatte mit Löchern befestigen und dann ein Gewicht darauf legen, um die Feuchtigkeit zu trocknen. Wenn wir das Material je-

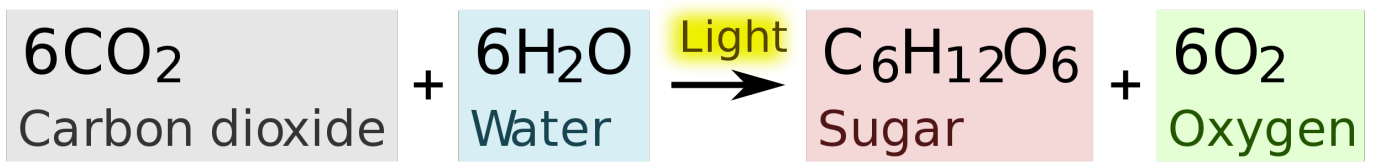
doch schnell im Ofen erhitzen wollen, reißt das Material häufig aufgrund ungleichmäßiger Beanspruchung. Hier möchte ich kurz meinen Trocknungsversuch vorstellen.

CO₂ Neutralität:

Vorbereitung für CO₂ Bilanzierung

Als Nächstes wird es gezeigt, wie in diesem Materialdesignprojekt eine CO₂-Neutralisierung erreicht werden kann. Es ist nicht bekannt, ob die Energie, die ich bei der Herstellung von Materialien verwende, sauber ist, es ist auch nicht bekannt, wie viel CO₂ zur Erzeugung dieser Energiequel-

len verbraucht wird. Aber ich finde, dass ich mich möglicherweise auf eine Berechnung von CO₂ als eine Vorbereitung in dem Material für eine weitere CO₂ Bilanzierung beschäftigen kann.



Photosynthese Credits: ZooFari von Wikipedia

Prinzip der CO₂-Berechnung

Mit Chemie Wissenschaftler Herr Weiqi Wang

Diese CO₂ Berechnung wird mit Chemie Wissenschaftler Herr Weiqi Wang zusammen gemacht. Herr Wang meinte, dass unter den uns derzeit bekannten Wege die Photosynthese von Pflanzen die effizienteste Methode zur Umwandlung und Aufbewahrung von CO₂ ist. Zu erste kommt die Energie von der Sonne, und zweitens werden durch Photosynthese CO₂ 100% in Pflanzen aufgenommen. und

das entstehende Nebenprodukt ist nur Sauerstoff. d.h. wenn wir wissen, wie viele Kohlenstoffatome das Endmaterial enthält, können wir dann berechnen, wie viel CO₂ die Pflanze dafür aufgenommen hat.

Dann können wir zu rechnen anfangen. Da Sojasatz ein Komplex mit wasserunlöslichen Proteinen, Fette und Kohlenhydrate enthält, müssen wir einige vorhandene Forschungsergebnisse

verwenden, um den Kohlenstoffgehalt jedes Teils separat zu berechnen. Zuerst müssen wir den Anteil jeder Substanz in Sojasatz kennen, dann müssen wir noch den Anteil des Kohlenstoffgehalt in verschiedene Substanzen berechnen. Schließlich können wir die äquivalente Menge an CO₂ berechnen, die pro 100g getrocknetem Sojasatz durch Photosynthese absorbiert wird.

Berechnung der Kohlendioxidaufnahme

1. Kohlenstoffgehalt in getrocknetem Sojasatz

1.1

Kohlenstoffgehalt in Fett: $C\%(\text{fat}) = 9\% \sim 19\%$

Kohlenstoffgehalt im Protein: $C\%(\text{protein}) = 32\% \sim 46\%$

Kohlenstoffgehalt in Kohlenhydraten: $C\%(\text{CH}_2\text{O}) = 40\%$

1.2

Fett als Prozentsatz von Sojasatz: $m(\text{fat}) = 8\% \sim 15\%$

Protein als Prozentsatz von Sojasatz: $m(\text{protein}) = 24\%$

Kohlenhydrate als Prozentsatz von Sojasatz:

$m(\text{CH}_2\text{O}) = 60\% \sim 67\%$

1.3

Kohlenstoffmasse in Sojasatz:

$m(\text{C}) = C\%(\text{fat}) * m(\text{fat}) + C\%(\text{protein}) * m(\text{protein}) + C\%(\text{CH}_2\text{O}) * m(\text{CH}_2\text{O}) = 0.324 \sim 0.407$

Äquivalenter Kohlendioxid-Massenprozentsatz:

$m(\text{CO}_2) = m(\text{C}) * 44/12 = 1.19 \sim 1.49$

Die Masse der äquivalenten CO_2 -Absorption pro 100g getrockneten Sojasatzs beträgt 119g bis 149g.

“Gln is a major source of both carbon and nitrogen for developing soybeans. Our culture experiments revealed that approximately 10% to 23% of all carbon (32%–46% of amino acid carbon and 9%–19% of carbon in fatty acids) and 63% to 91% of all nitrogen comes from Gln, values that are greater than in other plant systems.”

Quelle: www.plantphysiol.org

“Okara that is firmly packed consists of 3.5 to 4.0% protein, 76 to 80% moisture and 20 to 24% of solids. When moisture free, the gritty okara contains 8 to 15% fats, 12 to 14.5% crude fiber and 24% protein, and contains 17% of the protein from the source soybeans. It also contains potassium, calcium, niacin. Most of the soybean isoflavones are left in okara, as well as vitamin B and the fat-soluble nutritional factors, which include soy lecithin, linoleic acid, linolenic acid, phytosterols, tocopherol, and vitamin D.”

Quelle:

[en.wikipedia.org/wiki/Okara_\(food\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Okara_(food))

Dies ist nur das Ergebnis unserer Berechnung. Wir müssen unsere Berechnung auch durch Experimente überprüfen. Herr Wang schlug vor, dass ich den Sojasatz in eine Pfanne geben und ihn direkt auf einem offenen Flammenherd erhitzen. Das sind die darin enthaltenen Proteine, Fette und Kohlenhydrate, die zu Kohlenstoff verkocht werden. Die letzte schwarze Substanz ist Kohlenstoff. Durch diesen Versuch erhielt ich 19 g Kohlenstoff aus 50 g getrocknetem Bohnenabfall. Die Ergebnisse liegen im Rahmen unserer Berechnungen.



Aus 50g Sojasatz werden 17g Kohlenstoff



2. Kohlenstoffgehalt in getrocknetem Kaffeesatz

2.1

Kohlenstoffmasse in Kaffeesatz:

$$m(C) = 16.91 \cdot 2.79 / 100 = 0.472$$

Äquivalenter Kohlendioxid-Massenprozentsatz:

$$m(CO_2) = 0.472 \cdot 44 / 12 = 1.730$$

Die Masse der äquivalenten CO₂-Absorption pro 100g getrockneten Kaffeesatz beträgt 172g.

3. Kohlenstoffgehalt in Kiefernharz

3.1

Kiefernharz: C₁₉H₂₉COOH

Kohlenstoffmasse in Kiefernharz:

$$m(C) = (19+1) \cdot 12 / ((29+1) \cdot 1 + 2 \cdot 16 + (19+1) \cdot 12) = 0.795$$

Äquivalenter Kohlendioxid-Massenprozentsatz:

$$m(CO_2) = 0.795 \cdot 44 / 12 = 2.914$$

Die Masse der äquivalenten CO₂-Absorption pro 100g getrockneten Kiefernharz beträgt 291g.

4. Kohlenstoffgehalt in Alginat

4.1

Alginat: (C₆H₈O₆)_n

Kohlenstoffmasse in Alginat:

$$m(C) = 6 \cdot 12 / (6 \cdot 12 + 8 \cdot 1 + 6 \cdot 16) = 0.409$$

Äquivalenter Kohlendioxid-Massenprozentsatz:

$$m(CO_2) = 0.409 \cdot 44 / 12 = 1.500$$

Die Masse der äquivalenten CO₂-Absorption pro 100g getrockneten Alginats beträgt 291g.

Table 1 Chemical composition of spent coffee grounds and coffee silverskin

Chemical components	Composition (g/100 g dry material)	
	Spent coffee grounds	Coffee silverskin
Cellulose (Glucose)	12.40±0.79	23.77±0.09
Hemicellulose	39.10±1.94	16.68±1.30
Arabinose	3.60±0.52	3.54±0.29
Mannose	19.07±0.85	1.77±0.06
Galactose	16.43±1.66	3.76±1.27
Xylose	nd	7.61±0.02
Lignin	23.90±1.70	28.58±0.46
Insoluble	17.59±1.56	20.97±0.43
Soluble	6.31±0.37	7.61±0.16
Fat	2.29±0.30	3.78±0.40
Ashes	1.30±0.10	5.36±0.20
Protein	17.44±0.10	18.69±0.10
Nitrogen	2.79±0.10	2.99±0.10
Carbon/nitrogen (C/N ratio)	16.91±0.10	14.41±0.10
Total dietary fiber	60.46±2.19	54.11±0.10
Insoluble	50.78±1.58	45.98±0.18
Soluble	9.68±2.70	8.16±0.90

Quelle:

Lina F. Ballesteros & José A. Teixeira & Solange I. Mussatt, Table 1, Chemical, Functional, and Structural Properties of Spent Coffee Grounds and Coffee Silverskin, 2014.05.28.

Analog können wir den Kohlenstoffgehalt im Kaffeesatz nach Gebrauch berechnen. Wir haben auch den Kohlenstoffgehalt in Kiefernharz und Alginat berechnet. Da Kiefernharz eine natürliche Hochpolymer ist, ist seine Kohlenstoffaufbewahrung tatsächlich die höchste. Jetzt, da wir den Kohlenstoffgehalt jedes Rohmaterials kennen, können wir die äquivalente Menge an Kohlendioxid berechnen, die in einem Stück Material absorbiert wird.

Im Vergleich



Sojaverbundenstoffe mit Kiefernharz

Komposition:
Kiefernharz 40g
Sojasatz 35g
Kaffeesatz 25g
Calcium Propionate 5g

Äquivalente Menge an absorbiertem CO₂:
 $m(\text{CO}_2) = 40 \cdot 2.91 + 35 \cdot 1.34 + 25 \cdot 1.72 = 206.3\text{g}$

Nachteile:
mehr Energieverbrauch, teurer

Vorteile:
mehr CO₂ Aufbewahrung, kürzere Betriebszeit



Sojaverbundenstoffe mit Alginat

Komposition:
Alginat 40g
Wasser (23°C-30°C) 80ml
Sojasatz 30g
Kaffeesatz 20g
Calcium Propionate 5g

Äquivalente Menge an absorbiertem CO₂:
 $m(\text{CO}_2) = 40 \cdot 1.50 + 30 \cdot 1.34 + 20 \cdot 1.72 = 134.6\text{g}$

Nachteile:
weniger CO₂ Aufbewahrung, längere Betriebszeit

Vorteile:
weniger Energieverbrauch, günstiger

Aus den umfassenden Berechnungsergebnissen von CO₂, dem Materialherstellungsprozess und den Eigenschaften können wir die Vor- und Nachteile der aus den beiden Bindemitteln hergestellten Materialien vergleichen.

Wir können sehen, dass die beiden Materialien ihre eigenen Vor- und Nachteile haben und komplementäre Ergebnisse zeigen. Dies bedeutet, dass sie in verschiedenen Szenarien verwendet werden können. Darüber hinaus habe ich auch gelernt, dass

wir das Gesetz der Energieeinsparung befolgen und dann wissenschaftlich, rational und geduldig durch viele Tests und Experimenten die am besten geeigneten Materialien zur CO₂ Neutralität finden zu können.

Hauptseminar: „DECARB“ | Finaler Entwurf



Sojaverbundenstoffe mit Kiefernharz



Sojaverbundenstoffe mit Alginat



Verwendung in HUADOU Soy Concept Store

Vielen Dank:
Prof. Holger Neumann
WM Steffen Herm

Chemie Wissenschaftler
Herr Weiqi Wang

HUADOU Soy Concept Store Berlin
Huadou GmbH

