



Holz und Ernährung

Oliver Kläusler, Emil E. Thybring & Ingo Burgert

ETH Zürich, IfB, Wood Materials Science

Empa, Dübendorf, Applied Wood Materials Lab

Informationsveranstaltung / Wissenschaftstagung: Erschliessung neuer Ernährungsquellen
ETH 15. September 2016

Wie können wir Holz zu uns nehmen
...und wie schmeckt es?



<http://www.philippweber.org/projects/human-termite/>

Der molekulare Aufbau des Holzes

Holzbestandteile:

- ZELLULOSE
- HEMIZELLULOSE
- LIGNIN
- EXTRAKTSTOFFE

Abbauprodukte des Holzes als Nahrungsquelle

Holzerstörende Pilze und Insekten

- Viele Pilze attackieren das Holz und setzen es in Nahrung um. Sie nutzen vornehmlich Enzyme für den Aufschluss.
- Larven von holzschädigenden Insekten bauen Holz ab.
- Termiten kauen Holz und überlassen Pilzen im Darm die Weiterverarbeitung zu Nahrung.

Vom Holz zum Nahrungsmittel

**Welche Holzbestandteile
können wir Menschen verwerten?**

Wie können wir sie gewinnen?

Traditionelles Aromatisieren mit Holz: Extraktstoffe

Whiskey
Cognac
Sake
Wein
etc.

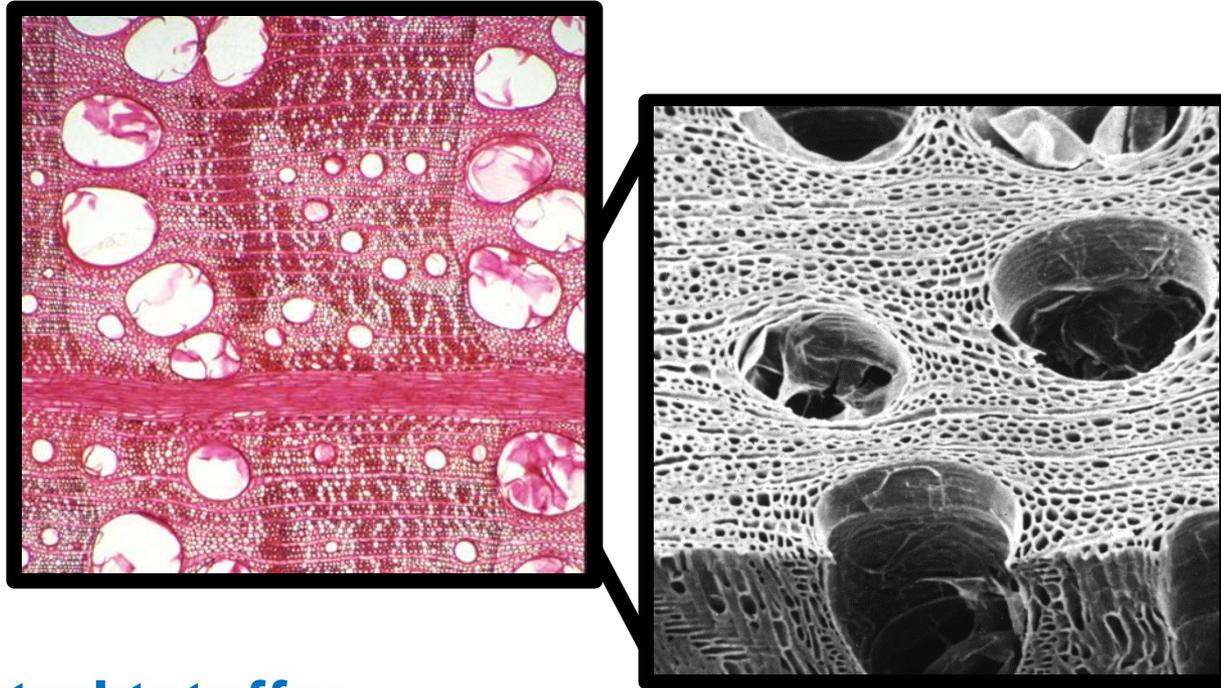


<http://malt-review.com/wp-content/uploads/2014/01/barrels.jpg>

«Modernes» Aromatisieren von Wein mit Holz

Holzspäne aus Eiche werden dem Wein beim Reifungsprozess zugefügt

Extraktstoffe: Der natürliche Holzschutz



Defintion Extraktstoffe:

- Nicht-strukturgebende chemische Komponenten
- Teil des natürlichen Abwehrsystems von Pflanzen gegen biologische Schädlinge (Pilze, Insekten, etc.)

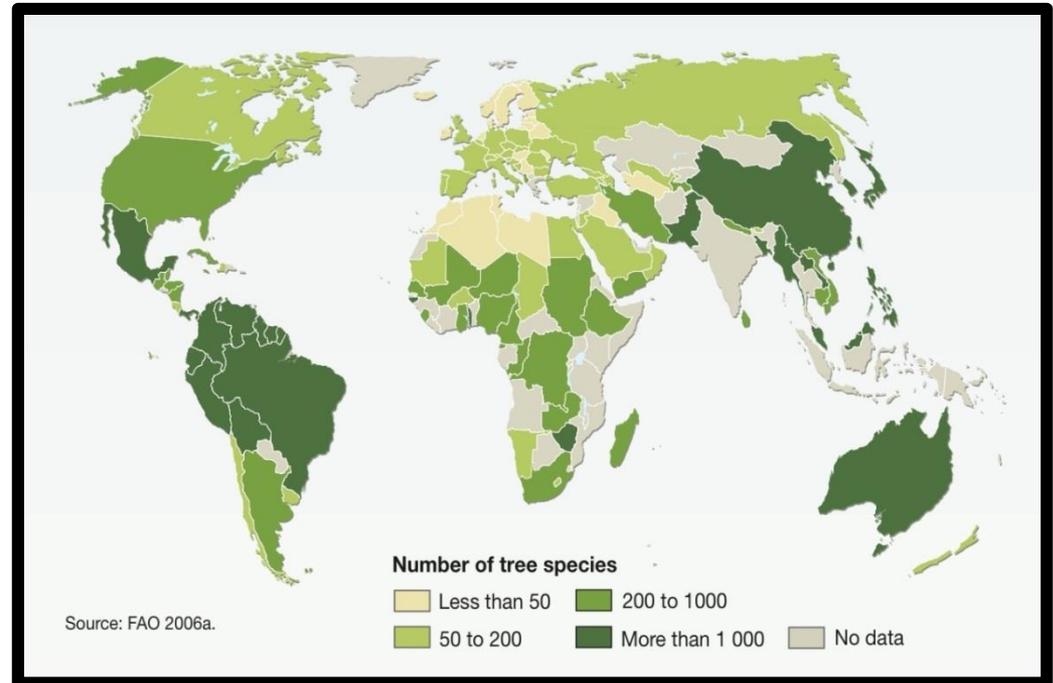
Extraktstoffe: Der natürliche Holzschutz

Lipophile und hydrophile niedermolekulare chemische Verbindungen

- **Fette**
 - **Wachse**
 - **Harze**
 - **Phenole**
-
- Extraktstoffe schützen das Holz, in dem sie toxisch auf die Schädlinge wirken.
 - Extraktstoffe können leicht aus dem Holz extrahiert werden, z.B. durch Wasser oder Alkohol (z.B. bei der Produktion alkoholischer Getränke).

Extraktstoffe: Eine natürliche Ressource für neue Aromen

- Es gibt Tausende von Baumarten, die noch nicht oder nur unzureichend chemisch charakterisiert wurden.
- Potentiell gibt es aber-tausende von unbekanntem natürlichen Aromen.



http://www.grida.no/graphicslib/detail/number-of-tree-species-per-country-in-the-world_11a4#



«Natürlich» ist aber nicht gleichbedeutend mit «unbedenklich», da viele Bäume giftige Extraktstoffe besitzen, um sich gegen Schädlinge zu schützen.

Rauch: Traditionelles Aromatisieren mit Holz

Fisch, Fleisch, Käse, Bier, etc...

Die Chemie des Holzrauches

- Bei der Verbrennung von Holz entsteht eine grosse Anzahl von chemischen Verbindungen, einige finden sich auch im Rauch.
- Die chemische Zusammensetzung des Rauches variiert stark zwischen den Holzarten.
- Es werden fast ausschliesslich Laubhölzer (Eiche, Buche, Hickory etc.) eingesetzt, da Nadelhölzer oft zu unangenehmen Aromen führen.

Die Chemie von Holzrauch

- Einige der vielen Chemikalien des Rauches können mit Fleisch, Fisch oder Käse reagieren.
- Dabei können sie ein komplett neues Aroma und einen neuen Geschmack bewirken.
- Dies macht Räuchern zu einem sehr komplexen Vorgang.

Vereinfachende Darstellung der Chemie des Rauches

Holzpolymer

Rauch-Produkt

Aroma

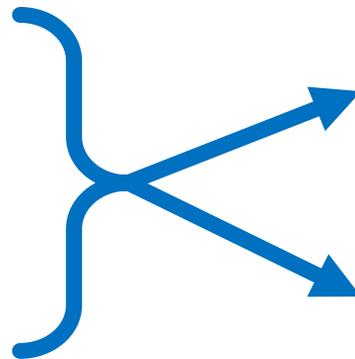
Lignin



Phenole

rauchig

Hemizellulose



Furane

süss, fruchtig,
grasig

Zellulose

Carbonyle

Karamel



Formaldehyd ist auch ein chemisches Nebenprodukt des Holzrauches und eine toxische Chemikalie.

Können wir auch die dominierenden, strukturgebenden chemischen Komponenten des Holzes nutzen?

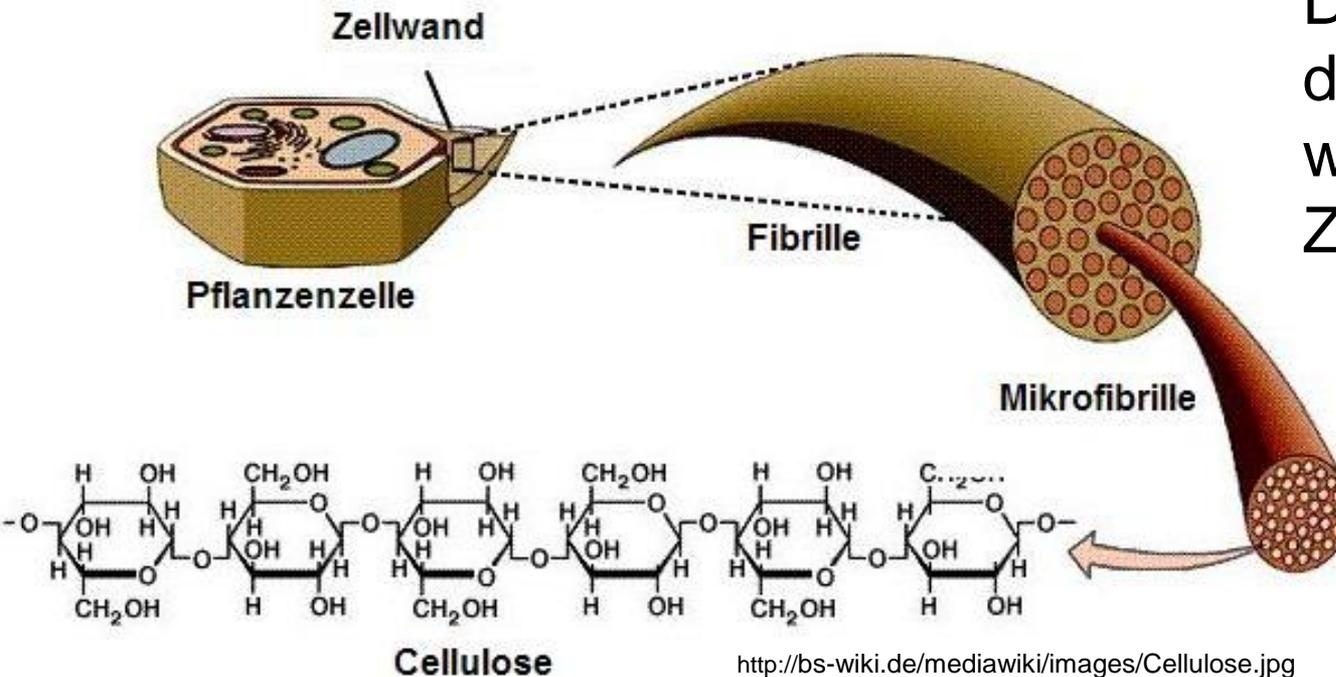
- Zellulose (38-50 %)
- Lignin (15-25 %)
- Hemizellulose (23-32 %)
- Extraktstoffe (0-10 %)

....es würde sich lohnen!

Zellulose:

Das häufigste Biomakromolekül der Erde

Die Gerüstsubstanz der pflanzlichen Zellwand aus nur einem Zuckerbaustein



Es bedarf aber eines grossen Aufwandes, Zellulose aus der sehr kompakten Holzzellwand zu isolieren...

Zellulose

Wir essen bereits eine grosse Menge an Zellulose

Gemüse und Obst beinhalten Zellulose. Aber auch Zellulose, die aus Holz gewonnen wurde, wird durch die Ernährungsindustrie genutzt.

Zellulose aus Holz wird genutzt als:

- **Emulgator**, um fettarme Speisen (Saucen, Yoghurt, Eiscreme) «cremiger» zu machen
- **Füller** und strukturgebende Komponente im Brot

Zellulose

Wir essen bereits eine grosse Menge Zellulose

Durch eine Kombination von chemischen und mechanischen Behandlungen ist es möglich, reine Zellulose in sehr kleinen Fragmenten zu gewinnen (Mikrokristalline Zellulose)

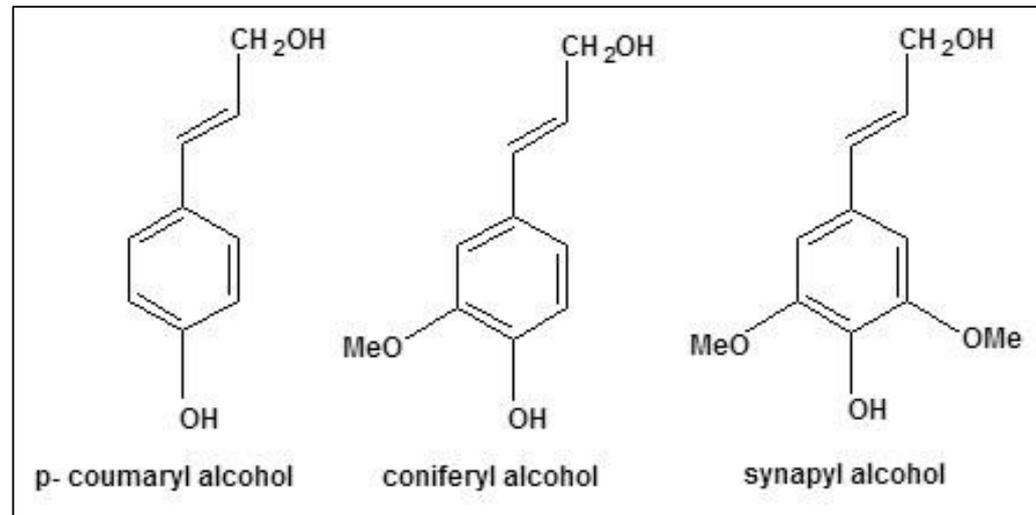


cdn3.volusion.com/fvabt.lvohs/v/vspfiles/photos/mcc1-2.jpg

Lignin:

Das zweithäufigste Biomakromolekül der Erde?

Lignin besteht aus nur drei Ausgangskomponenten, die zusammengefügt...

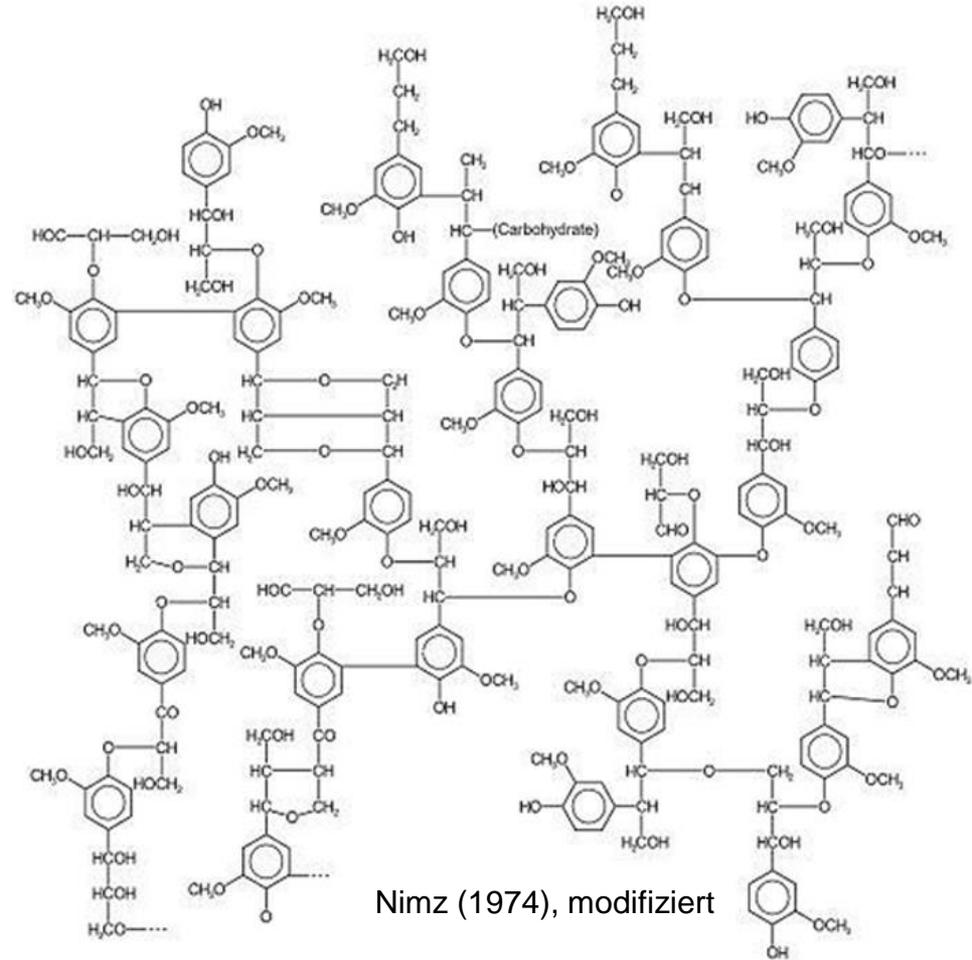


http://www.orientchem.org/wp-content/uploads/2013/12/Vol29_No3_Elect_Yilka_fig1.jpg

Lignin:

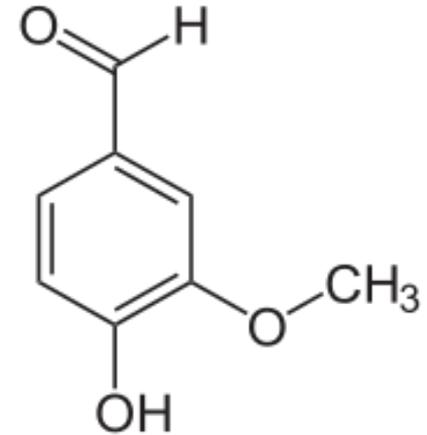
Das zweithäufigste Biomakromolekül der Erde?

...eine enorm
komplexe Struktur
in der Holzzellwand
bilden



Lignin wird für Vanille-Aromen genutzt

Das natürliche Extrakt der Vanille enthält Hunderte verschiedener Chemikalien. Das stärkste Aroma basiert auf dem **Vanillin**.



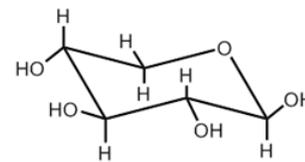
Synthetisches Vanillin wird umfangreich genutzt, um Speisen und Getränken Vanillearomen zu verleihen. Ursprünglich wurde es aus Lignin hergestellt, heutzutage kommt das meiste synthetische Vanillin aus der Petrochemie.

Hemizellulosen:

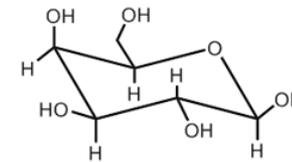
Multi-funktionale Makromoleküle

- Hemizellulosen sind wie die Zellulose Makromoleküle aus Zuckerbausteinen.
- Sie bestehen aber nicht nur aus Glukose, sondern aus einer Vielzahl unterschiedlicher Zucker.
- Zusätzlich bilden sie Seitenketten.

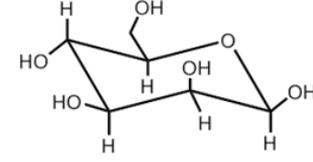
monomere Bestandteile der Hemicellulose



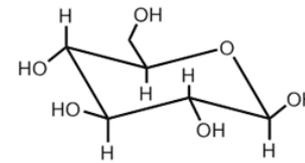
Glucose



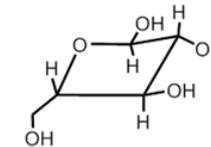
Galactose



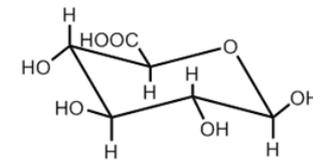
Mannose



Xylose

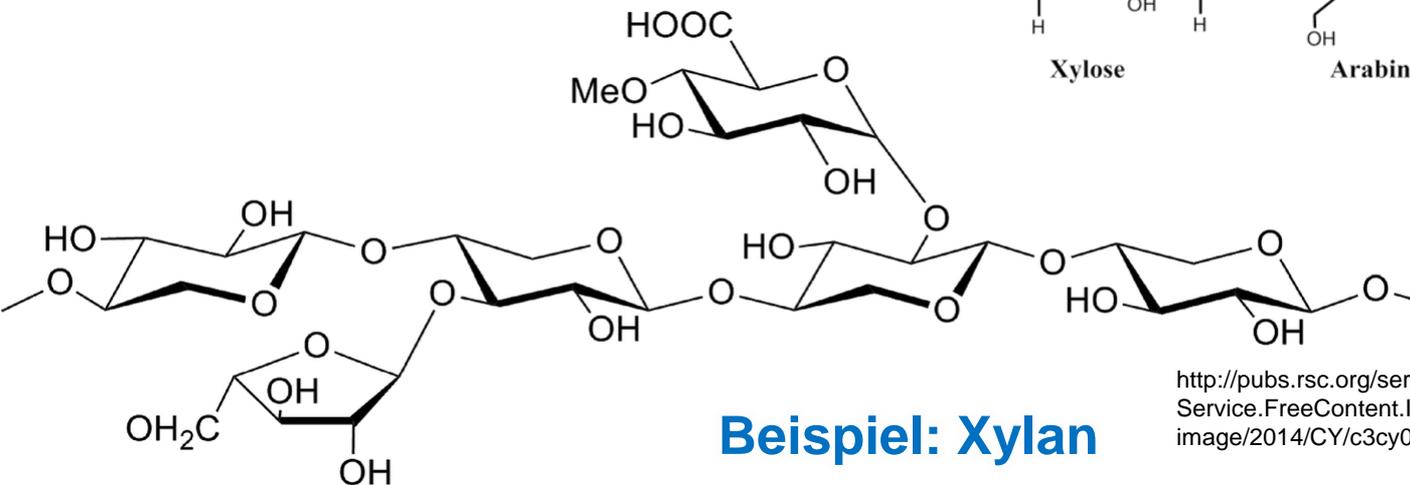


Arabinose



Glucuronic acid

Verendel et al. (2011)

**Beispiel: Xylan**

http://pubs.rsc.org/services/images/RSCpubs.ePlatform.Service.FreeContent.ImageService.svc/ImageService/Article/image/2014/CY/c3cy00933e/c3cy00933e-f1_hi-res.gif

Süßsen mit Hemizellulosen

- **Xylitol** ist ein artifizielles Süßungsmittel, welches von Xylose abgeleitet ist, einem der Grundbausteine der Hemizellulosen.
- Es kann aus Xylanen bspw. der Birke, aus Zuckerrohr oder Maiskolben gewonnen werden.
- **Xylitol** hat keinen negativen Einfluss auf den Blutzucker und schädigt nicht die Zähne.

Nachhaltige Ernährung basierend auf Holz?

Um als Nahrungsmittel dienen zu können, muss Holz in seine chemischen Komponenten zerlegt werden.

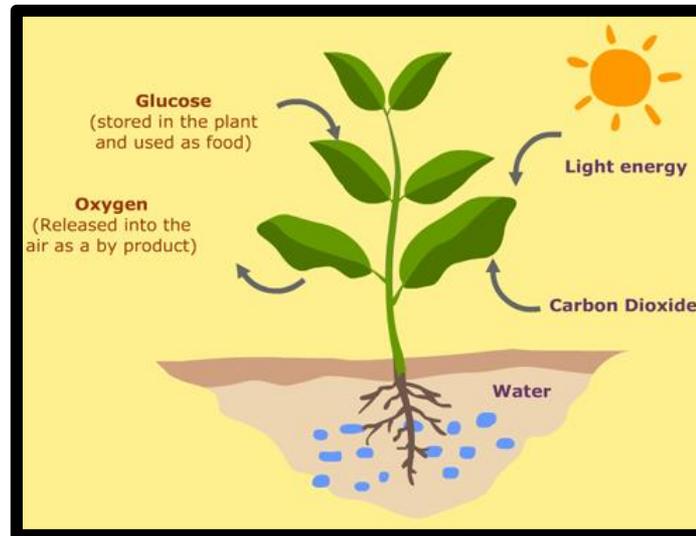
Die Gewinnung der Extraktstoffe ist etabliert und leicht möglich, es gibt aber noch eine Vielzahl unbekannter Aromen.

Die Holzzellwand ist sehr kompakt und schwer zugänglich. Daher benötigt man einen hohen Energieeinsatz, um sie zu zerlegen.

Ein hoher Energieeinsatz ist nicht vorteilhaft.

Nachhaltige Ernährung basierend auf Holz?

Die Natur nutzt Wasser, CO₂ und Sonnenenergie, um eine Zellwand zu bilden, die wir nutzen können...



<http://www.radixtree.com/wp-content/uploads/2015/02/diagram-of-photosynthesis.png>

...eventuell gilt es, alternative Prozesse zu finden, die für uns die Zellwand zerlegen und sie als Ernährungsgrundlage zur Verfügung stellen.

Nachhaltige Ernährung basierend auf Holz?



Schiffswurm (*Teredo navalis*)

Herkunft: Philippinen

Zubereitung: Mariniert in Essig, Chili und Zwiebeln

Geschmack: erinnert an Austern

Witchetty-Larve (Holzbohrerlarve)
(*Endoxyla leucomochla*)

Herkunft: Australien

Zubereitung: Leicht gegart in heisser Asche

Geschmack: nach gebratenen Eiern und Nüssen



Nachhaltige Ernährung basierend auf Holz?

Vielleicht nicht so abwegig, wie es scheint:

Wir kultivieren auch
Austernpilze
(*Pleurotus* sp.)
auf Holz.



[http://www.mykoweb.com/CAF/photos/large/Pleurotus_ostreatus\(fs-02\).jpg](http://www.mykoweb.com/CAF/photos/large/Pleurotus_ostreatus(fs-02).jpg)

Vielen Dank für die Aufmerksamkeit

