



Stoffliche Nutzung von Lignocellulose

Verfahrensentwicklung und Skalierung



Erbenhofer

P01441F100

Lignocellulose-Bioraffinerie

Aufschluss von Holz und stoffliche Nutzung von Lignin

Um Herausforderungen wie steigenden Rohstoffpreisen und begrenzten Erdölressourcen zu begegnen, wird die Verwertung nachwachsender Rohstoffe zunehmend wichtiger. Zur nachhaltigen Gewinnung von Basis- und Feinchemikalien bereiten wir in unserer Pilotanlage Holz in einem Bioraffinerie-Prozess auf.

Lignocellulose: Wertvoller nachwachsender Rohstoff

Lignocellulose, das Strukturmaterial in der Zellwand aller holzigen Pflanzen, ist der am häufigsten vorkommende nachwachsende Rohstoff. Lignocellulose ist Hauptbestandteil von Reststoffen wie Stroh oder Holz, die als Ausgangsmaterial für Chemiegrundstoffe nicht mit der Nahrungsmittelproduktion in Konflikt stehen. Lignocellulosehaltige Materialien bestehen im Wesentlichen aus polymeren C6- und C5-Zuckern (Cellulose, Hemicellulose) sowie dem Biopolymer Lignin. Damit stellt Lignocellulose eine nachwachsende Rohstoffquelle für Faserstoffe auf Basis von Cellulose und Plattformchemikalien auf der Basis von Zuckern oder Phenolen dar.

Lignocellulose-Aufschluss für Nutzung aller Bestandteile

Lignocellulose ist gegenüber einem enzymatischen Angriff aufgrund ihrer kompakten Struktur und ihres Ligninanteils sehr beständig. Um die in der Lignocellulose gebundenen Zucker und das Lignin aus lignocellulosehaltigen Pflanzenmaterialien gewinnen zu können, ist daher ein Aufschluss des Materials erforderlich. Harsche physikalisch-chemische Aufschlussverfahren allerdings führen zum Verlust oder einer Qualitätsminderung einzelner Fraktionen. Daher sind eine Reihe neuer Methoden und Methodenkombinationen notwendig, um zu technisch verwertbaren Bausteinen für chemische Folgeprodukte zu gelangen. Am Fraunhofer IGB und unserem Institutsteil in Leuna, dem Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP erarbeiten wir Nutzungswege für die Lignocellulose-Bioraffinerie.

links:

Um Lignocellulose als Rohstoff nutzen zu können, muss Holz in seine Bestandteile getrennt werden

Titel:

Holzabfälle sind ein wertvoller Rohstoff

Pilotanlage am Fraunhofer CBP

Im Rahmen des vom BMEL geförderten Verbundvorhabens »Lignocellulose-Bioraffinerie« konnte am Fraunhofer CBP der sogenannte Organosolv-Aufschluss in den Pilotmaßstab übertragen werden. In einer integrierten Pilotanlage wird Holz dabei in einem 400-Liter-Reaktor mit organischen Lösungsmitteln unter Druck und bei bis zu 200°C aufgeschlossen und in seine chemischen Grundbestandteile aufgetrennt.

Organosolv-Aufschluss zur Gewinnung hochreinen Organosolv-Lignins

In einem Ethanol-Wasser-Gemisch wird unter Druck und hohen Temperaturen die Lignocellulose des Holzes in Cellulose, Hemicellulose und Lignin fraktioniert.

- Der cellulosereiche Faserstoff kann durch cellulolytische Enzyme zu Glucose als Fermentationssubstrat hydrolysiert oder als Zellstoff in Anwendungen wie Textilien genutzt werden.
- Lignin liegt gelöst in der Aufschlusslösung vor und kann aus dieser mit einem patentierten Verfahren gefällt und separiert werden. Im Gegensatz zu anderen Aufschlussverfahren fällt Lignin in sehr reiner Form und ohne Schwefelverunreinigungen an, was eine vielfältige stoffliche Anwendung ermöglicht.
- Die C5-reiche Hemicellulose wird nach Entfernen des Lignins und des Lösungsmittels zu einer stabilen, fermentierbaren Lösung aufkonzentriert. Die Fermentierbarkeit der Aufschlusslösung kann dabei durch eine Detoxifikation (enzymatisch oder adsorptiv) deutlich erhöht werden.

Neben der Bereitstellung einer hochreinen Ligninfraktion zeichnet sich das Organosolv-Verfahren durch eine einfache Rückgewinnung der Aufschlusschemikalien aus.

Integrierte Anlage zur universellen Pilotierung

Die integrierte Pilotanlage am Fraunhofer CBP bildet eine Vielzahl einzelner Prozessschritte zur Herstellung von Faserstoffen, konzentrierten Zuckerlösungen und Lignin ab und steht zur Erforschung und Entwicklung von Aufarbeitungs- und Fraktionierungstechnologien aus Holz zur Verfügung. Bis zu 70 kg Holz (atro) können täglich verarbeitet werden. Die Anlage wurde so ausgelegt, dass die Stoff- und Energiekreisläufe geschlossen und somit komplett bilanziert werden können.

Universelle Auslegung

Durch die universelle Auslegung der Pilotanlage können neben dem Organosolv-Verfahren auch andere Aufschlussverfahren für Lignocellulose im Pilotmaßstab optimiert werden, so z. B. die wässrige Hydrolyse, der Aufschluss mittels Säure oder das Soda-Verfahren. Für die Bilanzierung der Prozesse steht eine umfangreiche Analytik zur Verfügung. Durch Nutzung einzelner prozesstechnischer Einheiten in der Anlage können auch Fragestellungen im Bereich der thermischen Trenntechnik und Extraktion bearbeitet werden.

In zahlreichen internationalen und nationalen Forschungsprojekten wurde die Anlage genutzt, um Verfahren weiter zu optimieren, die gewonnenen Zwischenprodukte in verschiedene Wertschöpfungsketten zu integrieren und die industrielle Umsetzung der Technologie vorzubereiten.

FABIOLA™-Organosolvaufschluss

Im BBI-EU-Projekt UNRAVEL wurde in unserer Anlage beispielsweise auch der neuartige FABIOLA™-Organosolv-Aufschluss von Lignocellulose erstmalig pilotiert. Dabei kommt Aceton als Lösemittel zum Einsatz, was im Vergleich zu Ethanol geringere Temperaturen erfordert und damit den Energieaufwand für die Lösemittlrückgewinnung reduziert.

Foto der Pilotanlage



111/02

1276C200

Prozessentwicklung für Produkte aus Holz

Wertschöpfung aus Lignocellulose

Verzuckerung von Cellulose und Hemicellulose

Durch enzymatische Behandlung werden aus der Cellulose- und Hemicellulose-Fraktion monomere Zucker gewonnen, die sich als Fermentationssubstrate für vielfältige biotechnologische Umsetzungen einsetzen lassen.

Faserstoffe

Alternativ kann der aus dem Organosolv-Aufschluss erhaltene cellulosereiche Faserstoff ggf. nach einer Faserbleiche als Zellstoff für klassische Anwendungen wie Papiere oder Textilfasern eingesetzt werden. Auch Carbonfasern sind möglich. Gerne stellen wir Mustermengen an Faserstoffen aus Stroh, Holz, Hanf oder sonstigen Roh- und Reststoffen für kundeneigene Untersuchungen zur Anwendungsentwicklung bereit.

Lignin

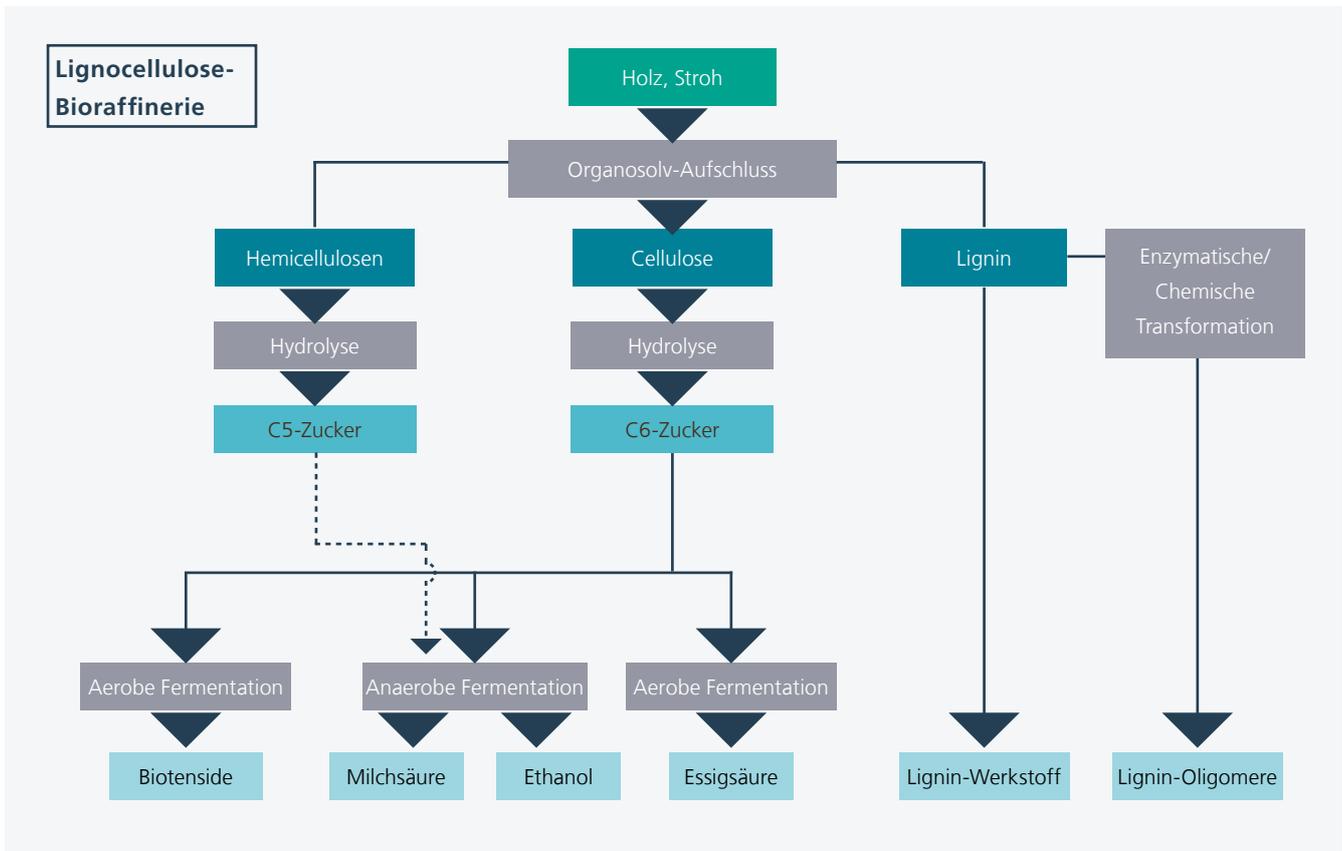
Aufgrund seiner guten thermoplastischen Eigenschaften kann unser Organosolv-Lignin direkt in Compounds für die Extrusion von Formteilen eingesetzt werden.

Ebenso dient Lignin als Alternative für erdölbasiertes Phenol in Harzen und Polyurethanverbindungen. Dank der hohen Reinheit des Organosolv-Lignins kann es selbst in Nahrungs- oder Arzneimitteln Anwendung finden.

Zudem untersuchen und skalieren wir am Fraunhofer CBP verschiedene Verfahren zur Modifikation und Depolymerisation von Lignin, welche die Struktur und Funktionalität von Lignin erhalten oder steigern. So werden neue, bisher nicht zugängliche aromatische Strukturen mit neuen Funktionalitäten und damit einem neuen Leistungsspektrum identifiziert, die in einer Vielzahl von industriellen Anwendungen eingesetzt werden können. Diese stellen wir Ihnen auf den nächsten Seiten vor.



Behälter für die Fällung von Lignin aus der Kochlauge



Aufschluss von Lignocellulose mittels Organosolv-Verfahren und Verwertung der einzelnen Fraktionen

Lignin – Nachhaltige Quelle für neue Werkstoffe oder aromatische Chemikalien

Lignine werden aus drei Phenylpropaneinheiten gebildet, die aus den Vorläufersubstanzen *p*-Coumaryl-Alkohol, Coniferyl-Alkohol und Sinapyl-Alkohol entstehen.

Nutzung von Lignin

Grundbausteine des Lignins bilden substituierte Phenole, vor allem Guaiacol, Syringol und *p*-Hydroxyphenol, deren Anteil je nach Holzart variiert. Lignine können daher beispielsweise als Alternative für erdölbasiertes Phenol in Harzen und Polyurethanverbindungen eingesetzt oder in Compounds mit Kunststoffen beigemischt werden.

Beim Kraft-Prozess, auch Sulfat-Verfahren genannt, dem weltweit vorrangig zur Zellstoffgewinnung aus Nadelholz eingesetzten Aufschlussverfahren, fallen als Nebenprodukt schwefelbelastete ligninhaltige Laugen an, die in der Regel lediglich thermisch verwertet werden. Da Lignin als größte Quelle biobasierter aromatischer Moleküle gilt, ist eine stoffliche Nutzung auch dieser Reststoffströme von großem Interesse, um die Verwendung fossiler Rohstoffe zu reduzieren.

LignoBoost-Kraft-Lignin

Kraft-Lignin ist eine Art industrielles Lignin, das in der Zellstoff-industrie in großen Mengen anfällt. Beim Kraft-Kochvorgang werden ca. 90 bis 95 Prozent des Lignins in der Natrium-hydroxid- und Natriumsulfid-haltigen Kochlauge gelöst. Beim Aufschlussprozess werden die Lignin-Makromoleküle gebrochen, das Lignin wird in alkalischer Lösung gelöst und anschlie-ßend durch den LignoBoost-Prozess ausgefällt.

Eigenschaften von LignoBoost-Kraft-Lignin

Molmassen [g/mol]

M_w	3140
M_n	680

Zusammensetzung

Trockenmasse	93,3 %
Lignin löslich	2,5 %
Glucose	0,0 %
Xylose	1,2 %
Asche	4,0 %

Elementaranalyse

Kohlenstoff	61,4 %
Wasserstoff	5,6 %
Sauerstoff	26,8 %
Schwefel	1,5 %

P-NMR [mmol/g]

Aliphatische OH	1,5
Carboxyl-OH	0,3
Syringyl-OH	0,5
Guaiacyl-OH	0,5
Catechol- & <i>p</i> -Hydroxyphenol-OH	0,0

Lignosulfonat

Beim sauren Lignin-Aufschluss nach dem Sulfitverfahren liegt Lignin als schwefelreiches Sulfonat vor. Aus der Aufschluss-lösung können auf verschiedene Weise Lignosulfonate gewon-nen werden.

Eigenschaften von Lignosulfonat

Molmassen [g/mol]

M_w	4130
M_n	2080

Zusammensetzung

Trockenmasse	94,7 %
Lignin löslich	2,5 %
Glucose	0,1 %
Xylose	0,3 %
Asche	1,3 %

Elementaranalyse

Kohlenstoff	65,0 %
Wasserstoff	5,7 %
Schwefel	1,6 %
Stickstoff	0,1 %

P-NMR [mmol/g]

Aliphatische OH	1,7
Carboxyl-OH	0,4
Syringyl-OH	1,6
Guaiacyl-OH	1,7
Catechol- & <i>p</i> -Hydroxyphenol-OH	0,3

Organosolv-Lignin

Das in unserer Pilotanlage produzierte Organosolv-Lignin zeichnet sich durch hohe Reinheit und Qualität aus und eignet sich daher für die direkte Verwendung als Werkstoff wie auch für die Weiterverarbeitung zu hochwertigen Chemikalien. Aufgrund der hohen Reinheit des Organosolv-Lignins kann es selbst in Nahrungs- oder Arzneimitteln Anwendung finden.

Spezifikationen

Für Ihre eigenen Untersuchungen liefern wir Ihnen Lignin in reproduzierbarer Qualität und angepasst an Ihren Bedarf. In unserer Anlage können wir Lignocellulose aus verschiedenen Quellen verarbeiten, beispielsweise Buche, Eukalyptus, Fichte, Miscanthus oder Weizenstroh.

Varianz an Molmassen

Die Eigenschaften des gewonnenen Organosolv-Lignins sind von dem jeweils gewählten Rohstoff (Holzart, Stroh etc.) und den Aufschlussparametern abhängig. Die Wahl des Rohstoffs beeinflusst das Zahlenmittel M_n und Massenmittel M_w des Organosolv-Lignins (siehe Abbildung).

Weitere variable Eigenschaften

Durch den sogenannten H-Faktor als Maß für die Aufschlussdauer, Temperatur und den Zusatz an Schwefelsäure können zudem die Glasübergangstemperatur T_g des gewonnenen Lignins sowie die Anteile an aliphatischen und aromatischen Hydroxygruppen beeinflusst werden.

Verfügbarkeit

Organosolv-Lignin aus unserer Pilotanlage ist im Kilogramm-Maßstab verfügbar. Bei Bedarf können wir je nach Anforderung auch größere Mengen herstellen oder spezifische Anforderungen an die Qualität erfüllen und sehr schnell maßgeschneidert extrahieren. Kommen Sie gerne auf uns zu, damit wir Ihnen ein Angebot erstellen können.



Organosolv-Lignin

Eigenschaften von Organosolv-Lignin (Buche)

Zusammensetzung

Trockenmasse	93,6 %
Lignin löslich	1,9 %
Glucose	0,0 %
Xylose	0,5 %
Asche	0,0 %

Elementaranalyse

Kohlenstoff	64,8 %
Wasserstoff	6,1 %
Sauerstoff	28,8 %
Schwefel	0,0 %
Stickstoff	0,0 %

P-NMR [mmol/g]

Aliphatische OH	1,7
Carboxyl-OH	0,1
Syringyl-OH	1,4
Guaiacyl-OH	1,8
<i>p</i> -Hydroxyphenol-OH	0,1
Phenolische OH gesamt	3,3

Bereiche Molekularer Massen von Ligninen verschiedener Holzarten

Buche	Eukalyptus
M_n : 800 bis 1390 g/mol	M_n : 1030 bis 1060 g/mol
M_w : 1830 bis 5870 g/mol	M_w : 2960 bis 3400 g/mol
Fichte	Waldholz
M_n : 1030 bis 1740 g/mol	M_n : 910 bis 1190 g/mol
M_w : 4090 bis 10490 g/mol	M_w : 3030 bis 6280 g/mol

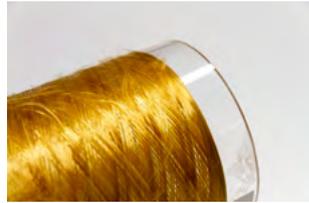
Literatur

Rosberg, Christine; Janzon, Ron; Saake, Bodo; Leschinsky, Moritz (2019) Effect of process parameters in pilot scale operation on properties of organosolv lignin; BioResources 14(2): 4543–4559
<https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/9a3fe0ce-9a51-433e-9140-75aef50e3897/details>

Anwendung

Das Fraunhofer CBP hat exemplarisch bereits an verschiedenen Anwendungen für die Nutzung von Ligninen mitgewirkt:

- Herstellung schmelzgesponnener Fasern aus Kraft-Lignin
- Herstellung faserverstärkter Kunststoffe, z. B. flachgewebeverstärkte Lignin-Compounds
- Nutzung der fungiziden Eigenschaften von Lignin im Pflanzenschutz
- Verspinnung von mit Organosolv-Lignin verstärkten Cellulosefasern
- Verarbeitung zu Holzschutzlasuren



IONCELL-Faser aus Cellulose und Organosolv-Lignin



Pflanzenschutzmittel



Mit Holzschutzlasur auf Ligninbasis behandeltes Holzstück



Synthetisches Harz auf Basis von Lignin

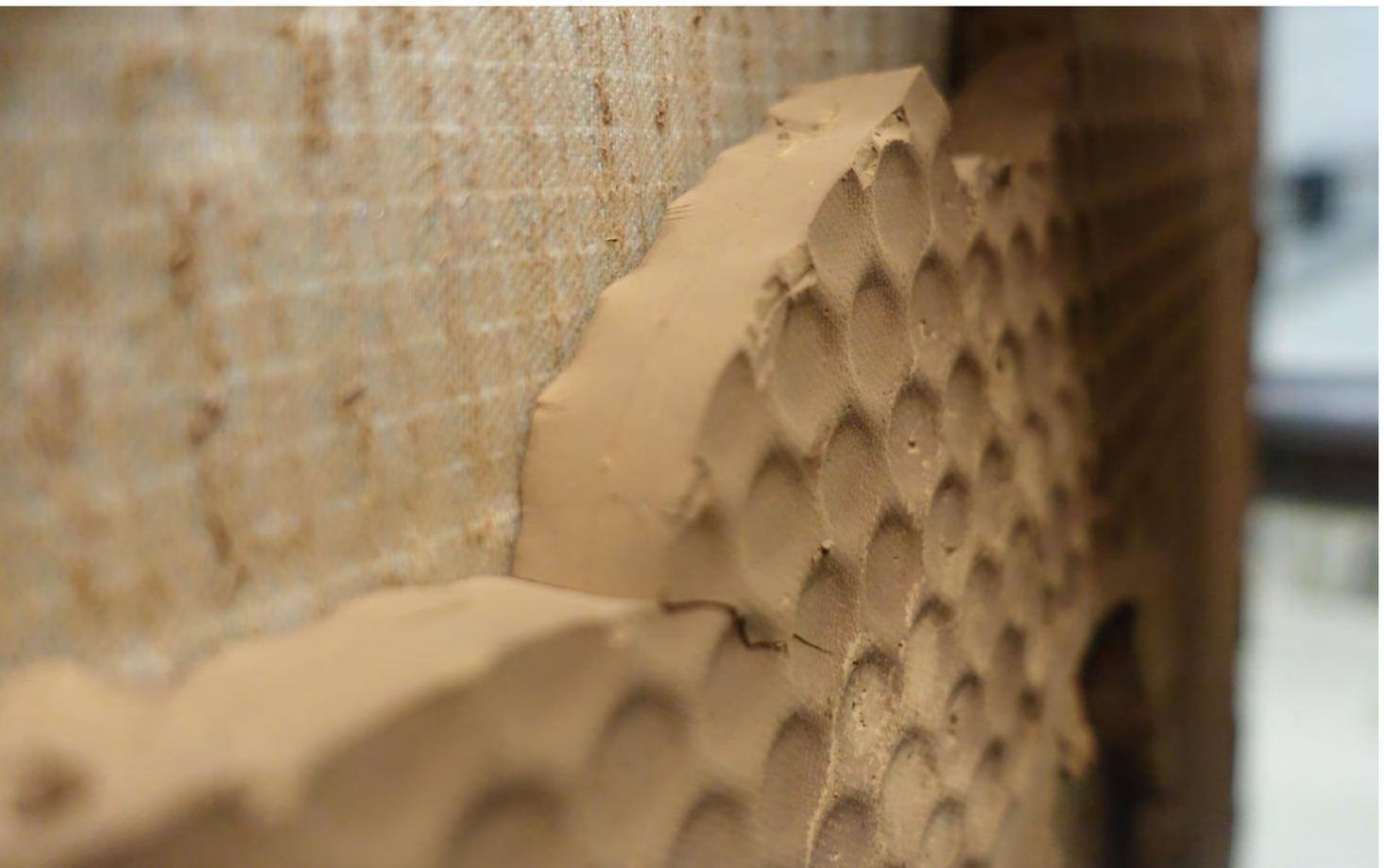


Arbolend-Prüfkörper mit Organosolv-Lignin (Fa. Tecnaro)



Polyurethan-Hartschaum mit Organosolv-Lignin (Fa. Rampf)

Filterplatten der Filterpresse, gefüllt mit Organosolv-Lignin



Monomerhaltige Öle aus Lignin

Bei der basenkatalytischen Depolymerisation von Lignin fällt neben den festen Oligomeren ein monomerhaltiges Öl an. Darin finden sich unter anderem die Monomere Guaiacol, Catechol, Syringol, Phenol und Vanillin, deren Gehalt je nach Aufschlussverfahren und Ligninquelle variiert.

Das Öl aus LignoBoost-Kraft-Lignin beinhaltet durchschnittlich 0,4 Prozent Vanillin und 1,0–1,7 Prozent Guaiacol. Catechol variiert in Abhängigkeit der Prozessparameter zwischen 0,0 und 2,6 Prozent.

Catechol kann bis zu 6,4 Prozent, Vanillin bis zu 1,2 Prozent und Guaiacol bis zu 3,8 Prozent im Öl aus Lignosulfonat vorliegen.

Im Öl aus Organosolv-Lignin befindet sich circa 0,3 Prozent Guaiacol, 0,0 Prozent Catechol, zwischen 1,3 und 3,0 Prozent Syringol sowie circa 0,3 Prozent Vanillin. Bei Öl aus Nadelholz-Organosolv-Lignin ist der Anteil an Guaiacol mit 2,8 Prozent signifikant höher, der von Syringol mit 0,1 Prozent deutlich geringer. Die Mengen an Catechol und Vanillin sind mit denen aus dem Öl von Buchen-Organosolv-Lignin vergleichbar.

Am Fraunhofer CBP haben wir exemplarisch bereits verschiedene Anwendungen für die Nutzung der Öle untersucht:

- Herstellung von Epoxid-/Phenolharzen
- Polyurethan-Schäume

Basenkatalytische Depolymerisation von Lignin

Die Depolymerisation von Lignin ermöglicht die Bereitstellung niedermolekularer phenolischer Verbindungen aus einer nachwachsenden Rohstoffquelle. Bei der Spaltung des Lignins werden Oligomere und monomerhaltige Öle gewonnen.

Prozessführung

Die basenkatalytische Depolymerisation des Lignins erfolgt in einem kontinuierlichen Strömungsrohrreaktor unter einem Druck von 250 bar und Temperaturen von bis zu 350 °C in verdünnter alkalischer Lösung. Sie erzielt eine Hydrolyse der Ether-Bindungen des Lignins, wodurch das Makromolekül in monomere, dimere und oligomere alkylfunktionalisierte aromatische Verbindungen gespalten wird. Durch Membrantechniken können gezielte Fraktionen isoliert werden. Nach Trennung und Aufreinigung der Fraktionen werden oligomere Polyphenole und ein monomerhaltiges Öl gewonnen.



Ligninspaltlösung aus der Hochdruckanlage

Inhaltsstoffe und Eigenschaften verschiedener Lignine im Vergleich

Monomere im Öl (Angaben in % Lignin)

	<u>Guaiacol</u>	<u>Catechol</u>	<u>Syringol</u>	<u>Phenol</u>	<u>Vanillin</u>	<u>M_w [g/mol]</u>	<u>Ausbeute</u>
LignoBoost-Kraft-Lignin	1,0–1,7	0,0–2,6	0,0–0,3	0,0–0,1	0,3–0,5	260–270	10–12 %
Lignosulfonat	0,8–3,8	0,7–6,4	k. A.	k. A.	0,8–1,2	210–300	14–25 %
Organosolv-Lignin							
Buchenholz	0,2–0,5	0,0–0,1	1,3–3,0	k. A.	0,1–0,4	340	8–14 %
Fichte	2,8	0,2	0,1	k. A.	0,4	k. A.	4 %

Niedermolekulare aromatisch-phenolische Oligomere aus Lignin

Lignin-Oligomere aus der basenkatalytischen Depolymerisation

Die aus der basenkatalytischen Depolymerisation gewonnenen Oligomere erreichen Zahlenmittel (M_n) zwischen 360 g/mol und 1310 g/mol sowie Massenmittel (M_w) zwischen 1040 g/mol und 3480 g/mol.

Die Oligomere aus LignoBoost-Kraft-Lignin sind gekennzeichnet durch Zahlenmittel (M_n) zwischen 470 g/mol und 940 g/mol sowie Massenmittel (M_w) zwischen 1170 g/mol und 2880 g/mol.

Die Oligomere aus Lignosulfonat-Lignin sind charakterisiert durch Zahlenmittel (M_n) zwischen 510 g/mol und 800 g/mol sowie Massenmittel (M_w) zwischen 1240 g/mol und 1930 g/mol.

Nach Spaltung des Buchen-Organosolv-Lignins werden Oligomere mit Zahlenmitteln (M_n) zwischen 360 g/mol und 870 g/mol sowie Massenmitteln (M_w) zwischen 1080 g/mol und 1910 g/mol erhalten. Bei der Spaltung von Nadelholz-Organosolv-Lignin wiesen Oligomere folgende molaren Massen auf: M_n 1460 und M_w 9230 g/mol.

Anwendungen

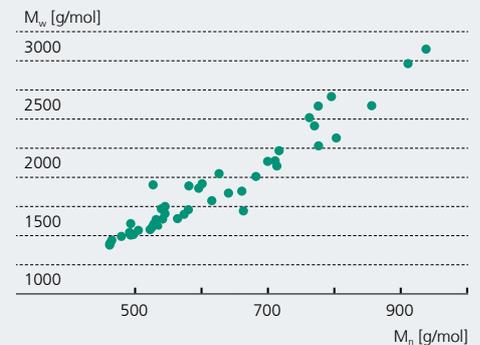
Im Verbundprojekt Lignoplast nutzten Verbundpartner die mittels basenkatalytischer Spaltung entstandenen Ligninbruchstücke bereits für folgende Anwendungen:

- Herstellung hochwertiger Polyurethan-Schäume
- Polyole für Polyurethan-Beschichtungen von Langzeitdüngern

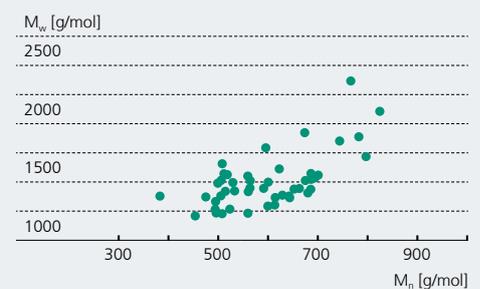
Erste Anwendungstests zeigten positive Eigenschaften, zum Teil auch zusätzliche Vorteile wie eine biologische Abbaubarkeit.

Abhängigkeit der Zahlenmittel M_n zu den Massenmitteln M_w der Oligomere

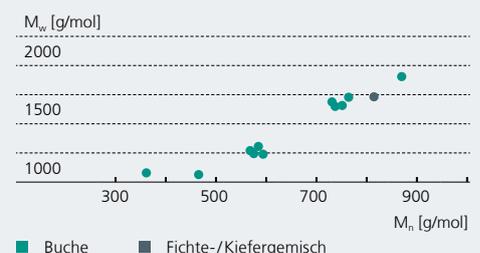
Oligomere aus LignoBoost-Kraft-Lignin



Oligomere aus Lignosulfonat

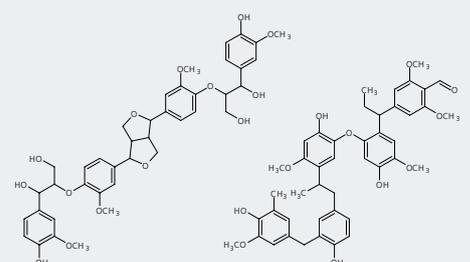


Oligomere aus Organosolv-Lignin



links:
Beschichtungen aus lignin-
basierten Bitumen

rechts:
Exemplarische Strukturen
von Oligomeren aus Lignin



Modifikation von Lignin und Lignin-Oligomeren

Oxidative Depolymerisation

LignoBoost-Kraft-Lignin kann mithilfe von Wasserstoffperoxid oxidativ depolymerisiert werden. Die so gewonnenen Oligomere zeichnen sich durch einen erhöhten Anteil an Carboxylgruppen aus. Dieser kann bis zu 2,54 mmol/g Lignin betragen und gezielt eingestellt werden.

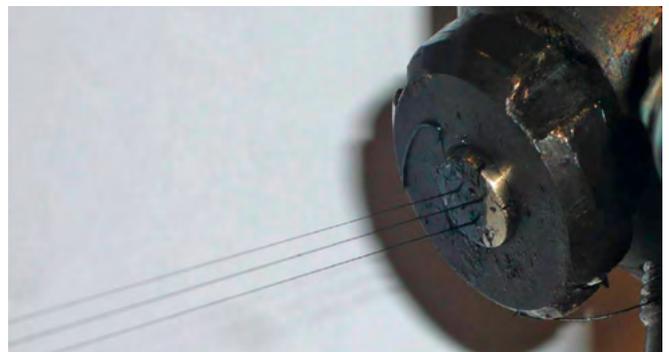
Die carboxylreichen Oligomere lassen sich beispielsweise als Härterkomponenten in Epoxidharzen einsetzen.

Gewinnung von unpolaren Spaltprodukten

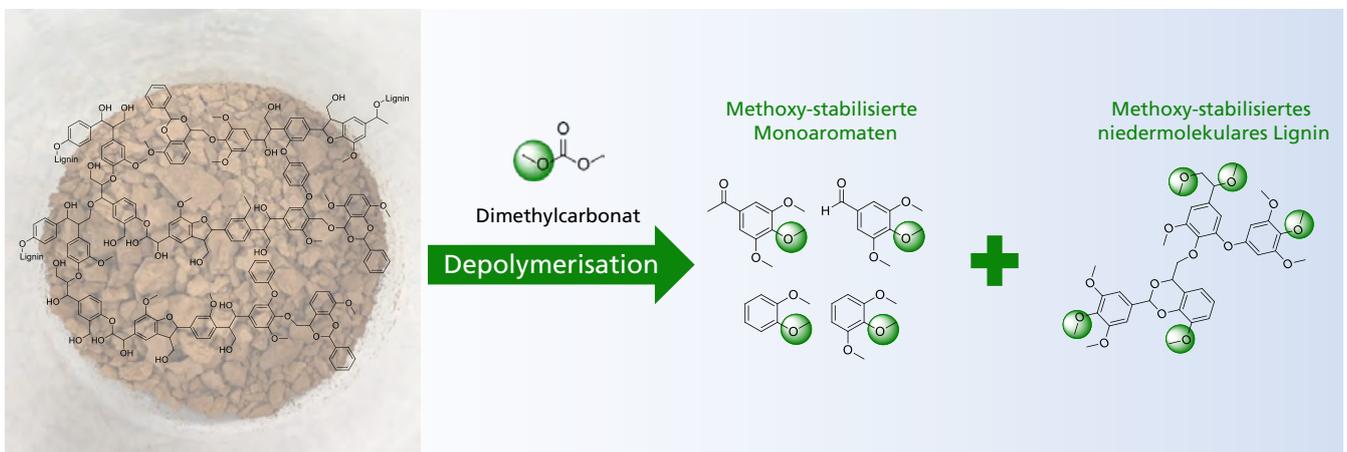
Bei der basenkatalytischen Depolymerisation von Lignin finden Folgereaktionen der Spaltprodukte statt, wodurch Produktausbeuten limitiert werden. Dies kann durch eine Depolymerisation in Dimethylcarbonat verhindert werden. Dimethylcarbonat fungiert hierbei als ungiftiges und umweltfreundliches »grünes« Lösungsmittel sowie gleichzeitig als In-situ-Methylierungsreagenz für Hydroxylgruppen. Phenolgruppen werden dabei vollständig und Carboxylgruppen bis zu 90 Prozent methyliert.

Acrylierung mit Methacrylsäure

Eine Funktionalisierung von Lignin kann durch Acrylierung erfolgen, z. B. mit Methacrylsäure. Das acrylierte Lignin kann durch ein plasmainduziertes Verfahren Kohlenstofffasern stabilisieren.



Spinnen von ligninbasierten Carbonfasern



Unpolare Ligninbruchstücke eignen sich beispielsweise für den Einsatz in Holzschutzlasuren

Leistungsangebot

Fraktionierung und stoffliche Nutzung von Lignin

Mit unserer flexibel einsetzbaren Pilotanlage und exzellenten Ausstattung für Konversions- und Aufbereitungsverfahren entwickeln und skalieren wir biotechnologische und chemische Prozesse zur Nutzung der Holzbestandteile bis in anwendungsrelevante Dimensionen und unterstützen so vor allem kleine und mittlere Unternehmen bei einer schnelleren Produktentwicklung und Markteinführung.

Lignin aus verschiedenen Quellen spalten wir mittels unterschiedlicher Verfahren in Oligomere bzw. monomerhaltige Öle und charakterisieren sie mit umfassender Analytik. Dabei können wir die Molmasse sowie die Funktionalität der erhaltenen Oligomere sowie der Ölfractionen je nach Anwendungsanforderung einstellen.

Wir stellen Unternehmen gerne je nach gewünschter Spezifikation Oligomere sowie Ölproben in Mustermengen zur Verfügung und unterstützen auch bei anwendungstechnischen Untersuchungen.

- Entwicklung und Pilotierung von Aufschlussprozessen für Lignocellulosen aus unterschiedlichen Quellen
- Gewinnung von Lignocellulose-Inhaltsstoffen (Extraktstoffe, Hemicellulose, Lignin, Cellulose) mit spezifischen Eigenschaften
 - Bereitstellung von Faserstoff, zum Beispiel zur Erzeugung von Faserverbundwerkstoffen
 - Bereitstellung von Organosolv-Lignin für beispielsweise thermoplastische Kunststoffe, Kohlenstofffasern, aber auch kosmetische Anwendungen
 - Oxidation oder basenkatalytische Spaltung von Lignin (u. a. Organosolv-, Kraft-Lignin) zu aromatischen Monomer- und Oligomerbausteinen
 - Modifikation wie Acrylierung von Lignin zu reaktiven Ligninderivaten
 - Depolymerisation von Lignin zu methoxylierten Oligomeren sowie Öl
- Extraktion weiterer Pflanzeninhaltsstoffe wie Rindenextraktstoffe

*Hochdruck-Reaktionsanlage
mit kontinuierlich betriebenen
Strömungsrohrreaktor*



Kontakt

Dr. Ireen Gebauer
Regenerative Ressourcen
Biomassefraktionierung
Tel. +49 3461 43-9133
ireen.gebauer@igb.fraunhofer.de

Dr. Kerstin Thiele
Regenerative Ressourcen
Chemische Verfahren
Tel. +49 3461 43-9133
kerstin.thiele@igb.fraunhofer.de

Dr. Ulrike Junghans
Leiterin Innovationsfeld
Regenerative Ressourcen
Tel +49 3461 43-9128
ulrike.junghans@igb.fraunhofer.de

Dr. Christine Rasche
Leiterin Geschäftsfeld
Nachhaltige Chemie
Tel. +49 3461 43-9103
christine.rasche@igb.fraunhofer.de

Das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP entwickelt und skaliert biotechnologische und chemische Verfahren. Durch die Bereitstellung von Infrastruktur und Technikumsanlagen sowie hochqualifiziertem Personal schließt es die Lücke zwischen Labor und industrieller Umsetzung und ermöglicht Partnern aus Forschung und Industrie, Prozesse zur Nutzung nachwachsender und petrochemischer Rohstoffe bis in produktionsrelevante Dimensionen zu skalieren und Verfahrensentwicklungen zu beschleunigen. Das Fraunhofer CBP bietet eine einmalige, modulare Plattform zur Abbildung kompletter Prozessketten – von der Rohstoffaufbereitung über verschiedene Konversionsprozesse bis hin zur Produktabtrennung und -aufreinigung. Das Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-Biotechnologische Prozesse CBP ist ein Institutsteil des Fraunhofer-Instituts für Grenzflächen- und Bioverfahrenstechnik IGB.

Kontakt

Fraunhofer-Zentrum für Chemisch-
Biotechnologische Prozesse CBP
Am Haupttor (Tor 12, Bau 1251)
06237 Leuna

Tel. +49 3461 43-9100
Fax +49 3461 43-9199
info@cbp.fraunhofer.de
www.cbp.fraunhofer.de

Bleiben Sie mit uns in Verbindung:

