

## 5-HMF aus Pflanzenreststoffen – nachhaltige Herstellung einer vielseitigen Plattformchemikalie

Eine innovative Prozesskette ermöglicht die kontinuierliche Herstellung und Aufreinigung der vielseitig einsetzbaren Plattformchemikalie 5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF) aus pflanzenbasierten Rohstoffen. Dadurch können landwirtschaftliche Rest- und Nebenströme für die Herstellung hochwertiger biobasierter Chemikalien erschlossen werden.

- Nutzung kostengünstiger pflanzenbasierter Rohstoffe zur Herstellung von 5-HMF
- Wässrige hydrothermale Prozessführung
- Technische Erprobung im Bioraffinerie-Maßstab
- Modular an unterschiedliche Biomassen und Bioraffineriekonzepte anpassbar

### Anwendungsbereiche

- Herstellung biobasierter Plattformchemikalien
- Stoffliche Nutzung landwirtschaftlicher Rest- und Nebenströme
- Dezentrale und modulare Bioraffinerien
- Verarbeitung lignocellulosehaltiger Biomasse
- Nutzung von Miscanthus, Chicorée und vergleichbaren pflanzenbasierten Rohstoffen
- Herstellung von 5-HMF und daraus abgeleiteten Chemikalien
- Ausgangsstoff für biobasierte Polymere und Kunststoffe
- Herstellung von Verpackungs- und Polymermaterialien
- Integration in bestehende Bioraffinerie- und Biomasseverwertungskonzepte

### Kontakt

Dr. Dirk Windisch  
TLB GmbH  
Ettlinger Straße 25  
76137 Karlsruhe | Germany  
Telefon (49) 0721 / 79004-58  
windisch@tlb.de | www.tlb.de

### Entwicklungsstand

TRL6 Technikumsanlage

### Patentsituation

EP 4032881 A1 anhängig

### Referenznummer

20/011TLB

### Service

Die Technologie-Lizenz-Büro GmbH ist mit der Verwertung der Technologie beauftragt und bietet Unternehmen die Möglichkeit der Lizenznahme.

## Hintergrund

5-Hydroxymethylfurfural (5-HMF) ist eine wichtige biobasierte Plattformchemikalie und kann als Ausgangsstoff für eine Vielzahl weiterer chemischer Produkte dienen, unter anderem für Polymere und biobasierte Kunststoffe.

Die industrielle Herstellung von 5-HMF ist bislang insbesondere durch die Verfügbarkeit und die Kosten geeigneter Zuckerrohstoffe begrenzt. Während Fructose hohe HMF-Ausbeuten ermöglicht, stehen mit glucose-, cellulose- oder inulinhaltigen Pflanzenrohstoffen kostengünstige alternative Kohlenstoffquellen zur Verfügung. Dazu zählen beispielsweise Miscanthus und Chicorée-Wurzeln.

## Problemstellung

Die Herstellung von 5-HMF aus Pflanzenbiomasse ist aufgrund der komplexen Zusammensetzung der Ausgangsstoffe technisch anspruchsvoller als die Umsetzung reiner Zuckerlösungen. Je nach Biomasse müssen zunächst Kohlenhydrate zugänglich gemacht und in geeignete Zucker überführt werden. Bei der anschließenden hydrothermalen Umsetzung können neben 5-HMF unerwünschte Folgeprodukte wie Ameisen- und Lävulinsäure sowie höhermolekulare Nebenprodukte entstehen. Gleichzeitig liegt das erzeugte 5-HMF nach der Reaktion zusammen mit nicht umgesetzten Zuckern und weiteren Inhaltsstoffen in einer wässrigen Reaktionsmischung vor. Eine effiziente und produktschonende Abtrennung des 5-HMF ist daher ein wesentlicher Bestandteil der Prozesskette.

## Lösung

Die an der Universität Hohenheim entwickelte Technologie kombiniert die Aufbereitung pflanzenbasierter Rohstoffe mit einer kontinuierlichen hydrothermalen 5-HMF-Synthese und einer selektiven Produktabtrennung.

Lignocellulosehaltige Biomasse (wie von z.B. Miscanthus) kann zunächst hydrolysiert und in eine zuckerhaltige Lösung überführt werden. Bei geeigneten Rohstoffen wie Chicorée können die enthaltenen Kohlenhydrate direkt extrahiert werden. Die erhaltenen Zuckerlösungen werden anschließend kontinuierlich unter wässrigen, sauren Bedingungen zu 5-HMF umgesetzt. Die Reaktionsführung erlaubt die gezielte Einstellung von Temperatur, Druck, pH-Wert und Verweilzeit.

Ein weiterer Bestandteil der Technologie ist die selektive Aufreinigung des 5-HMF aus der wässrigen Reaktionsmischung. Dabei wird das Furan-Derivat an Aktivkohle adsorbiert, während ein großer Teil der übrigen wasserlöslichen Komponenten die Adsorptionsstufe passiert. Anschließend wird das adsorbierte 5-HMF mit einem geeigneten Lösemittel desorbiert und das Lösemittel abgetrennt, sodass gereinigtes 5-HMF erhalten wird. Die Verwendung mehrerer Adsorptionssäulen ermöglicht dabei auch eine kontinuierliche Betriebsweise.

Der modulare Aufbau ermöglicht hierbei die Anpassung der Prozesskette an unterschiedliche Biomassen und Bioraffineriekonzepte. Für lignocellulosehaltige

Rohstoffe können beispielsweise Module zur Biomasseaufspaltung, Zuckerbereitstellung, HMF-Synthese und Produktabtrennung miteinander kombiniert werden.

Verschiedene Versuche wurden bereits in einer technischen Bioraffinerie im Technikums-Maßstab durchgeführt. Hierbei konnte für ein Miscanthus-Hydrolysat eine HMF-Ausbeute von 36,7 Gew.-% und für Chicorée-Extrakt von 16,2 Gew.-% erzielt. Die Ergebnisse zeigen die grundsätzliche Eignung unterschiedlicher pflanzenbasierter Rohstoffe für die kontinuierliche HMF-Herstellung.

### Von Pflanzenreststoffen zu 5-HMF – der Prozess im Überblick

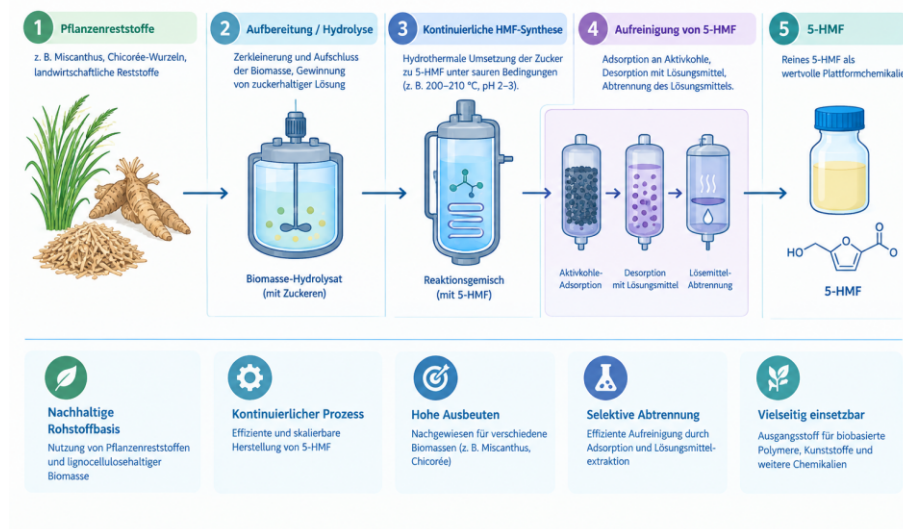


Abbildung 1: KI generiert [TLB GmbH]

### Publikationen und Verweise

K. Swiatek et al., *Continuous synthesis of 5-hydroxymethylfurfural from biomass in on-farm biorefinery*. GCB Bioenergy 2021.