

# Stoffliche Nutzung von Gärresten

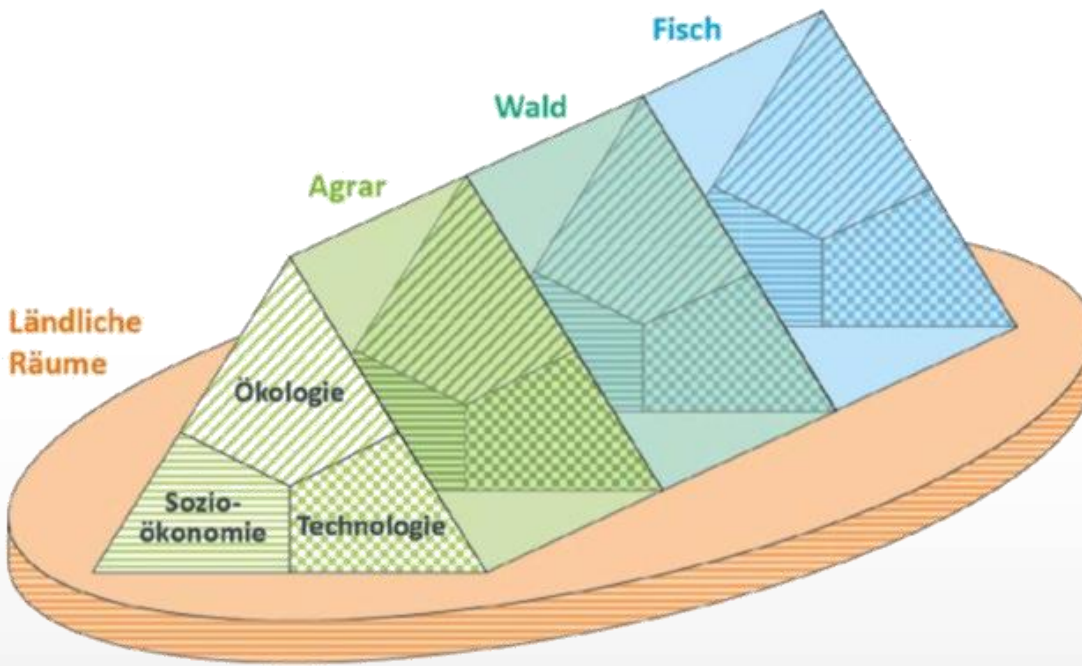
Biogas - Aktuelle Trends und Entwicklungen neuer Produkte für die Bioökonomie

J. Appelt

Thünen Institut für Holzforschung



# Das Thünen-Institut Ressortforschung des BMEL



# Forschungsthemen

## Arbeitsbereich Biobasierte Grund- und Werkstoffe



Zellstoffe,  
Papier  
&  
Recycling



Bioraffinerie-  
Prozesse



Biobasierte  
Polymere  
&  
Materialien

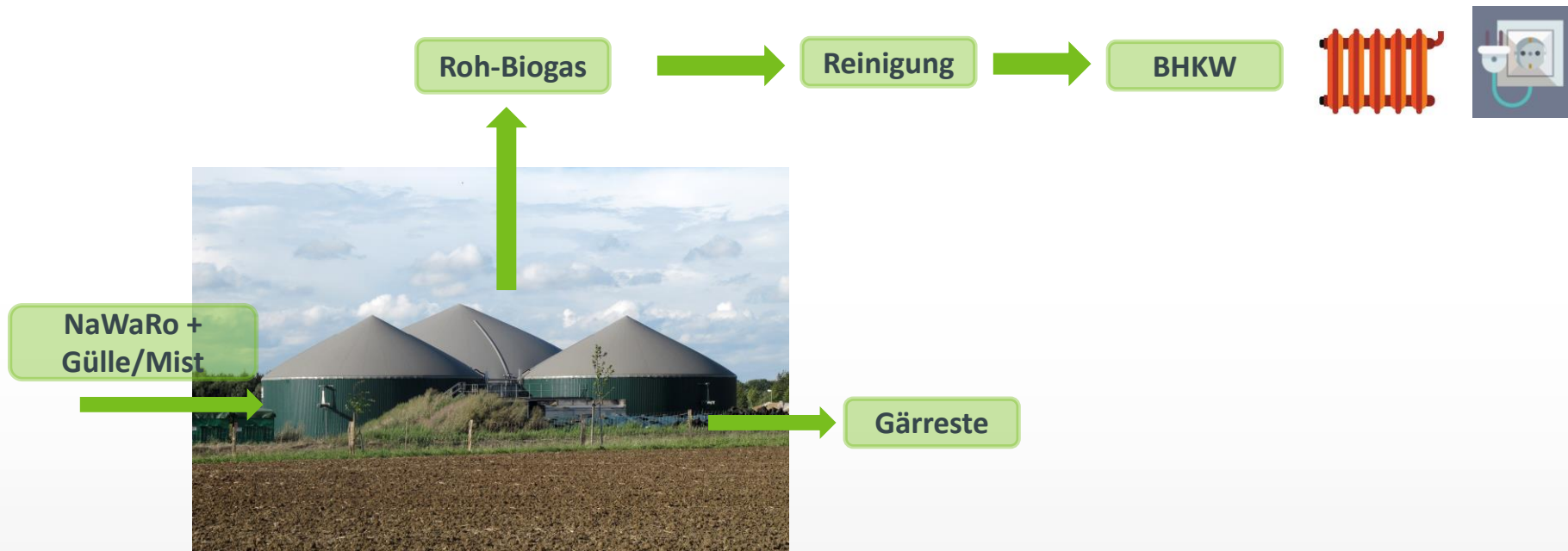


Analytik  
für Biomasse  
&  
biobasierte  
Prozesse



# Biogas-Bioraffinerie

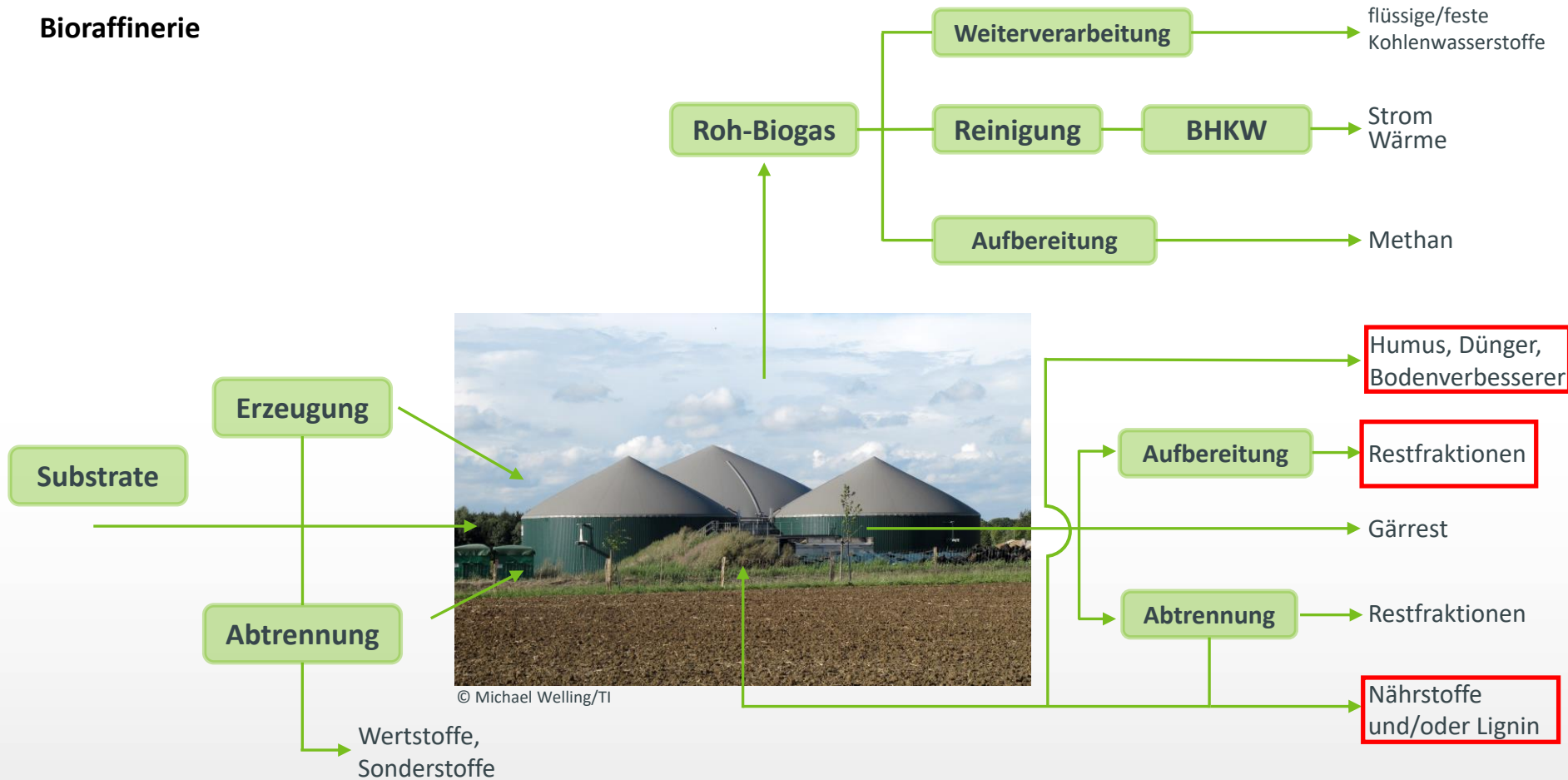
## Klassisches Konzept



© Michael Welling/TI

# Biogas-Bioraffinerie

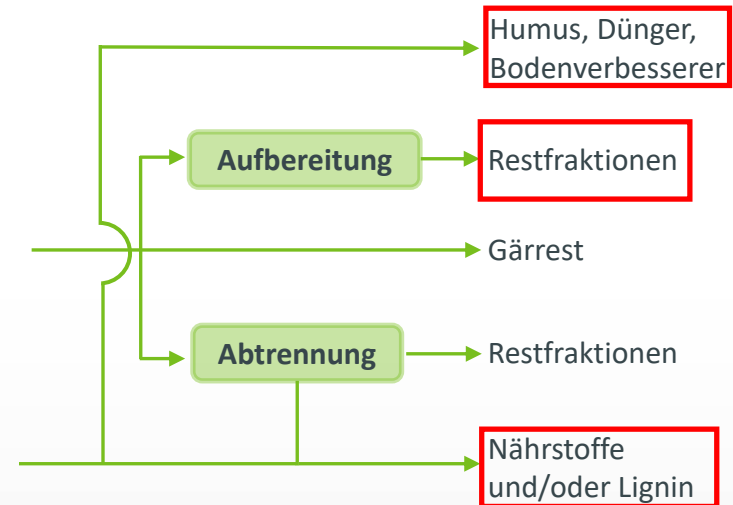
## Bioraffinerie



Dieckmann C. et al. (2018) Z Energiewirtschaft 42:235-256

# Herausforderungen

- Biogaserzeugung, Verbleib der Struktur von Cellulose und Lignin
  - Prozess und Veränderungen an Haupt- und Gerüstsubstanzen der Biomasse
  - Zugänglichkeiten
  - Reinheit der Zwischenprodukte
  - zusätzliche Prozessschritte
- Dezentralisierung im ländlichen Raum
  - Skalierung von Anlagen und Massenströmen
  - Bereitstellung Infrastruktur für weitere Prozessschritte
  - Logistik

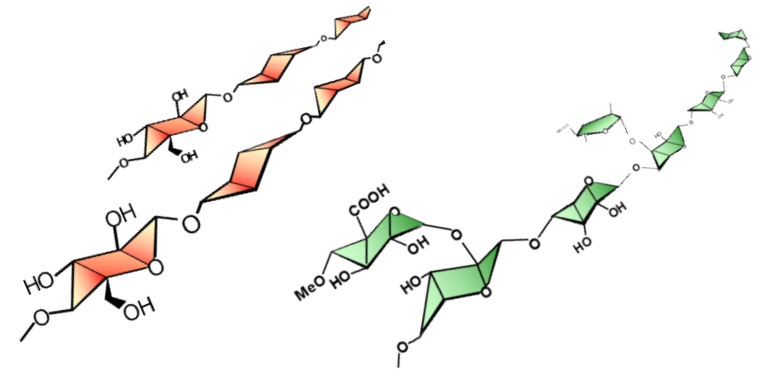


# Nutzungsoptionen

## Fasernutzung/Cellulose

- Delignifizierung (notwendig?)
- Erhalt der Faserstrukturen
- Zugänglichkeiten
- Verbleib der Reststoffe/Reinheit der Ligninfraktion

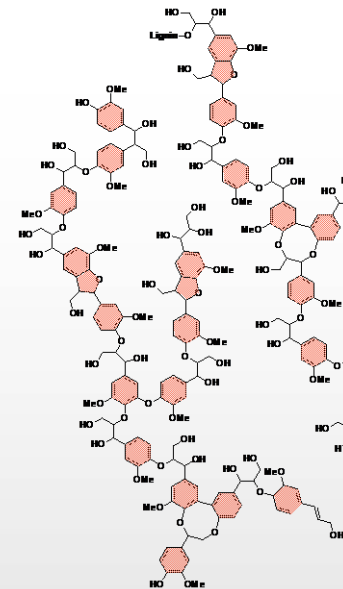
➡ Pulping-Prozesse



## Ligninnutzung

- Abtrennung der Ligninfraktion
- Spaltung der Cellulose und Nutzung der Zucker
- Realisierung Anlagenkonzepte/Skalierung

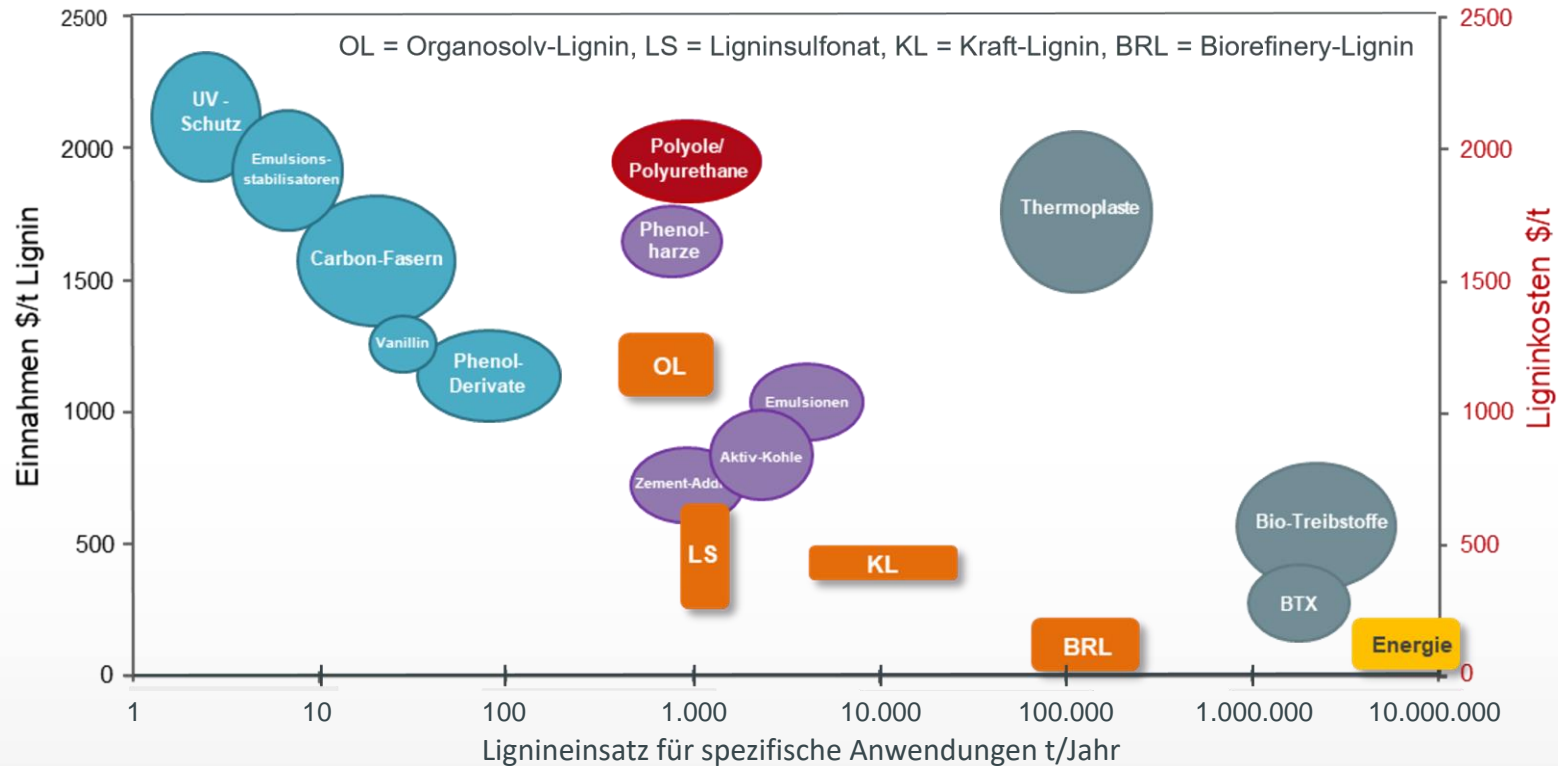
➡ „Lignin-first“-Konzepte



© Ralph Lehnen/TI

# Nutzungspotentiale Lignin - stofflich

## Lignine und Aufkommen



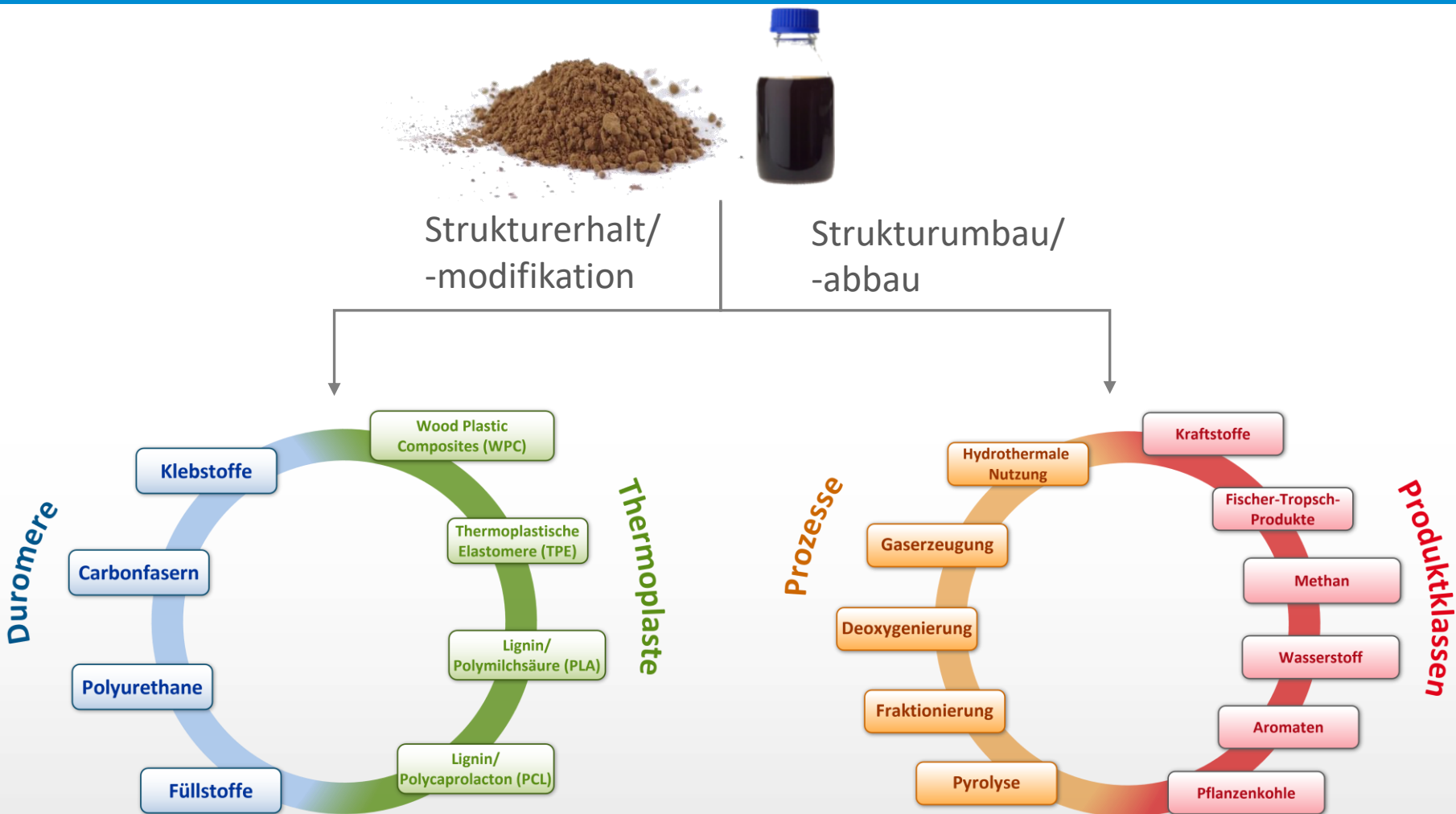
- Reinheit (Schwefel, Kohlenhydrate, Molekulargewicht)
- Fraktionierung und weitere Prozessschritte

Balakshin MY. et al. (2021) ChemSusChem 14:1016-1036



# Stoffliche Nutzung von ligninreichen Reststoffen

Vom Aufschluss bis zum Produkt



© Ralph Lehnen/TI

# Nutzungspotentiale Lignin - stofflich

## Strukturerhalt



Bindemittel

<https://www.upm.com/contentassets/6b14b664a2fb4218a58a26d896e13040/ligniini.jpg?preset=full-width-wide>

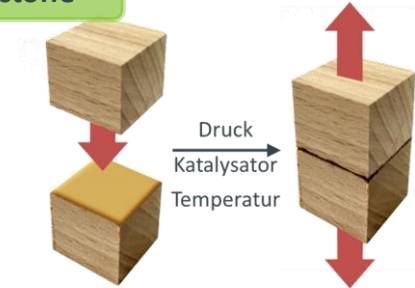


Thünen-Institut/N. Bornholdt



Thünen-Institut/C.Waitkus

Klebstoffe



Thünen-Institut/N. Bornholdt

Kohlenstoff-  
konzentrate



Vilken V, Paterson M. 2021

Füllstoffe



<https://www.vialit.at/news/richtig-saniertenen-leben-retten>

Carbonfasern



<https://www.biooekonomie-bw.de/application/files/cache/thumbnails/5b573a8efb8a1334d58d59ce4193eb43.jpg>

Polymere/  
Werkstoffe



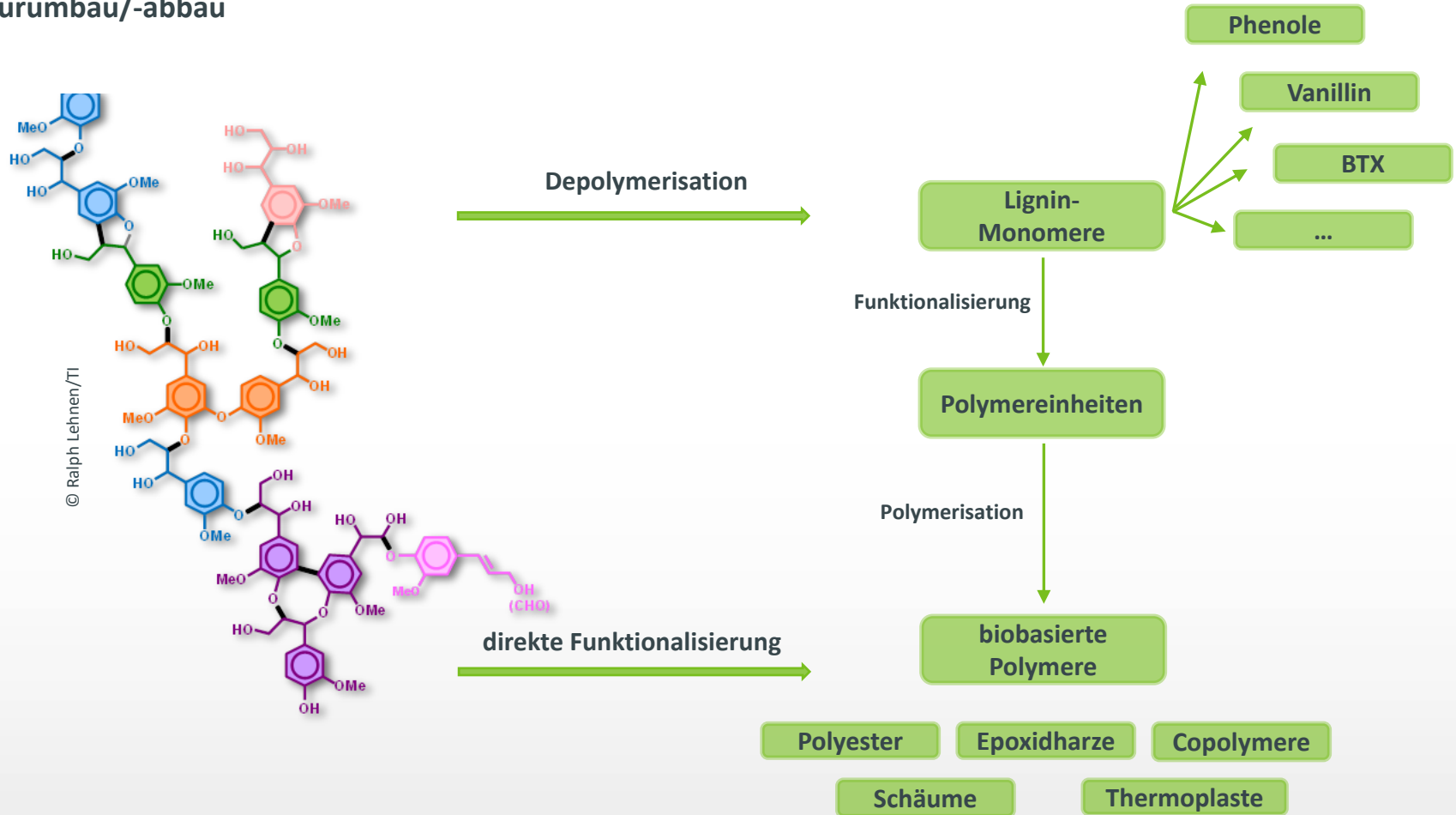
[https://www.raumprobe.com/f/i-191874.1-header-slider-image/Mp2022\\_DITF\\_03.jpg](https://www.raumprobe.com/f/i-191874.1-header-slider-image/Mp2022_DITF_03.jpg)



<https://magazin.holzprofi24.de/wp-content/uploads/2016/05/tecnaro-arboform.png>

# Nutzungspotentiale Lignin - stofflich

## Strukturumbau/-abbau



# Beispiele



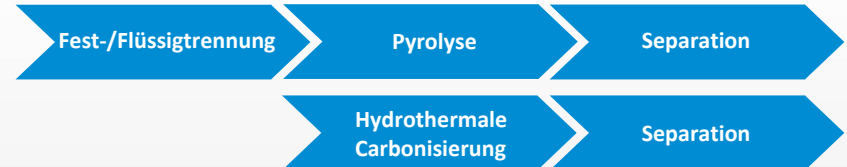
## Faserverbund/ Holzwerkstoff



- 20-50% Gärresteinsatz
- Ammoniakentfernung
- Holzwerkstoffe, Dämmmaterialien, Verpackungen



## Kohlenstoff- konzentrate



- Einsatz feuchter und trockener Gärreste
- Karbonisierungsanlage
- Verwertung flüssige und gasförmige Reaktionsprodukte
- Zuschlagsstoffe, Hilfsstoffe

Humus, Dünger,  
Bodenverbesserer

### Aufbereitung

Restfraktionen

Gärrest

### Abtrennung

Restfraktionen

Nährstoffe  
und/oder Lignin

### Ligninfraktionen



- Abtrennung und Erzeugung ligninreicher Stoffstrom
- Entfernung Kohlenhydratanteil
- schwefelfreie Lignine
- Füllstoffe, Intermediate für Monomere

# Systemansatz / Transformation / Herausforderungen

Strukturabbau

Pyrolyse

Lignin-  
extraktion

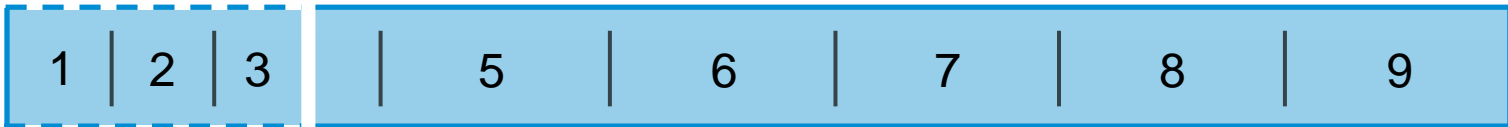
„Lignin first“

Hydrothermal  
Carbonization

Gaserzeugung

Hydrothermale  
Verflüssigung

Fermentation



Technology Readiness Level

Polyurethane  
(isocyanatfrei)

Klebstoffe  
(mit Lignin u.  
Formaldehyd)

Klebstoffe  
(biobasiert,  
formaldehydfrei)

Carbonfasern

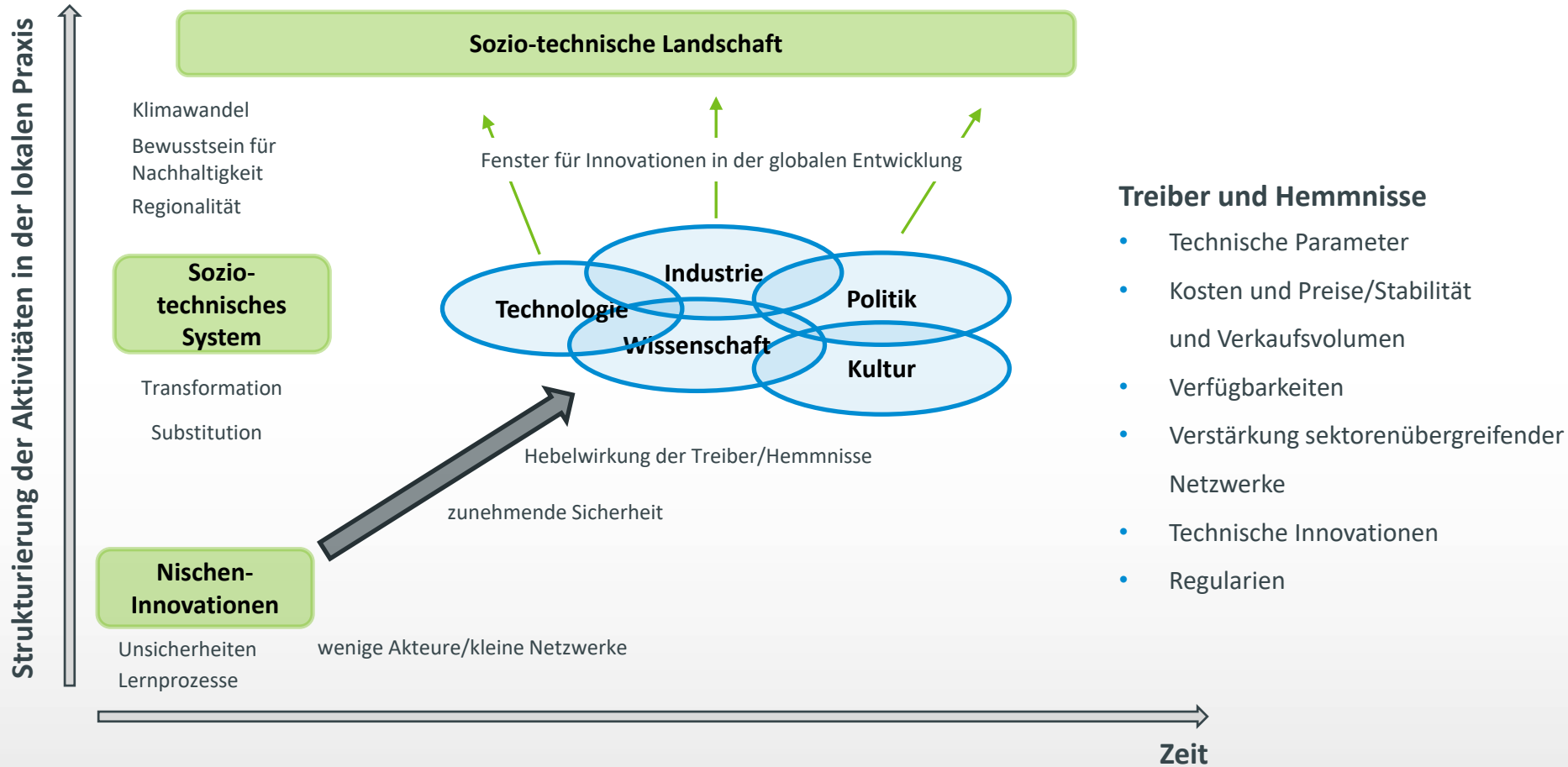
Faser-  
verbünde

Strukturerhalt

Lignin/PCL,  
Lignin/PLA



# Transformation - Ligninnutzung



Wenger J. et al. (2020) Current Forestry Reports 6:294-308



## Why Can We Make Anything from Lignin Except Money? Towards a Broader Economic Perspective in Lignin Research

- Thünen Institut für Holzforschung

Wenger J. et al. (2020) Current Forestry Reports 6:294-308

- [joern.appelt@thuenen.de](mailto:joern.appelt@thuenen.de)