

Stoffliche Nutzung von Gärresten

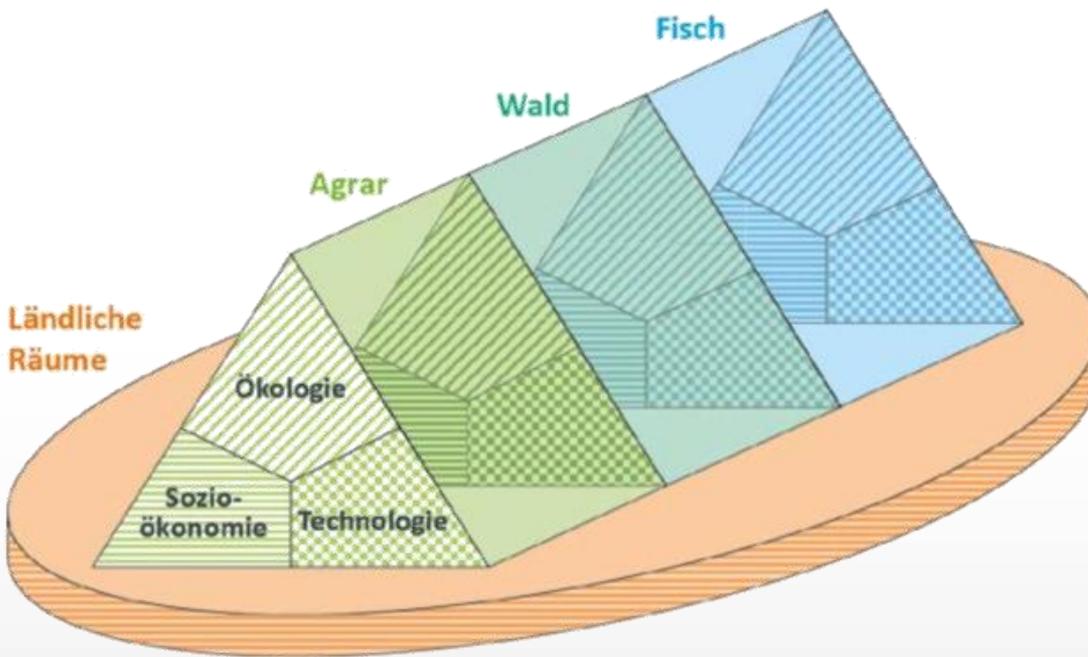
Biogas - Aktuelle Trends und Entwicklungen neuer Produkte für die Bioökonomie

J. Appelt

Thünen Institut für Holzforschung



Das Thünen-Institut Ressortforschung des BMEL



Forschungsthemen

Arbeitsbereich Biobasierte Grund- und Werkstoffe



Zellstoffe,
Papier
&
Recycling



Bioraffinerie-
Prozesse



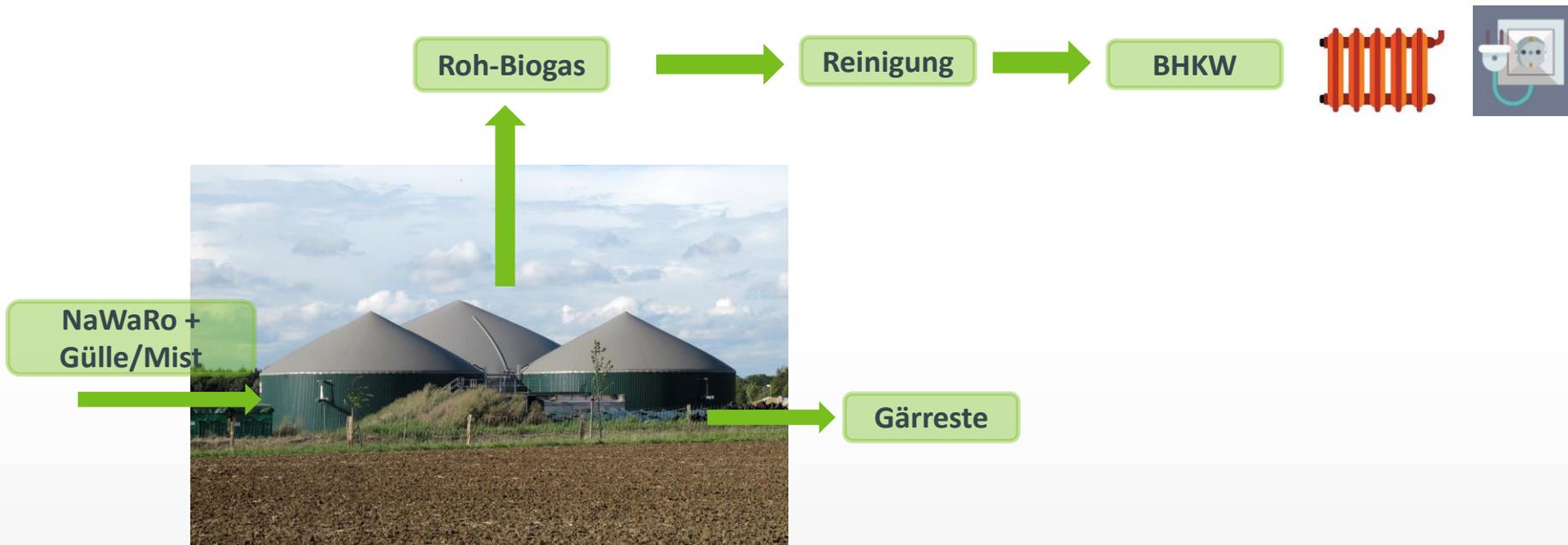
Biobasierte
Polymere
&
Materialien



Analytik
für Biomasse
&
biobasierte
Prozesse

Biogas-Bioraffinerie

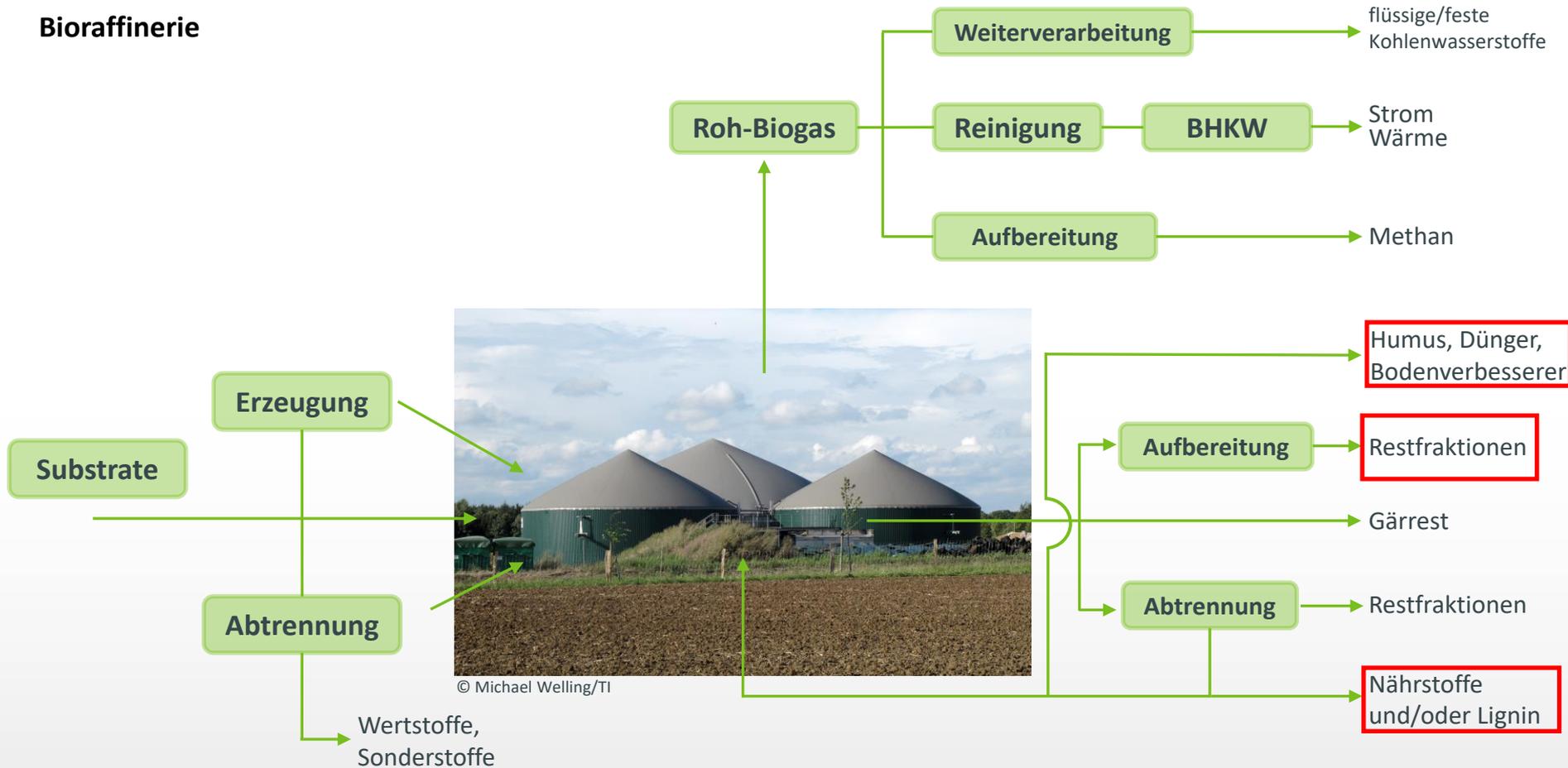
Klassisches Konzept



© Michael Welling/TI

Biogas-Bioraffinerie

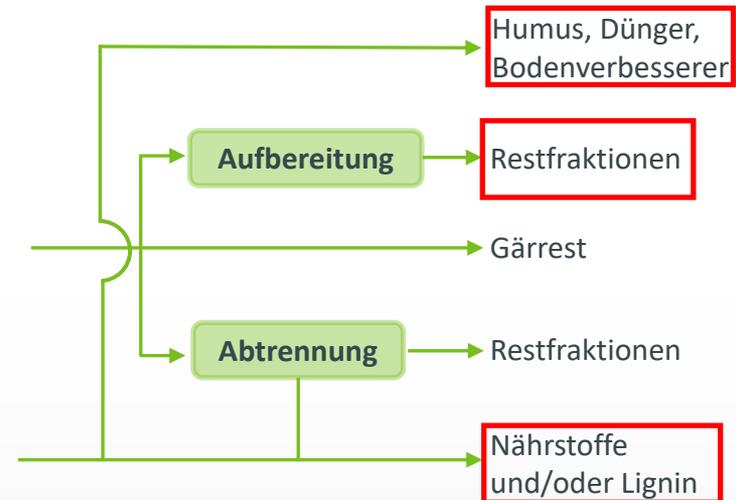
Bioraffinerie



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

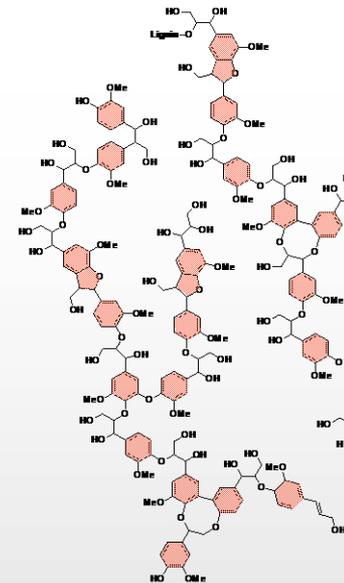
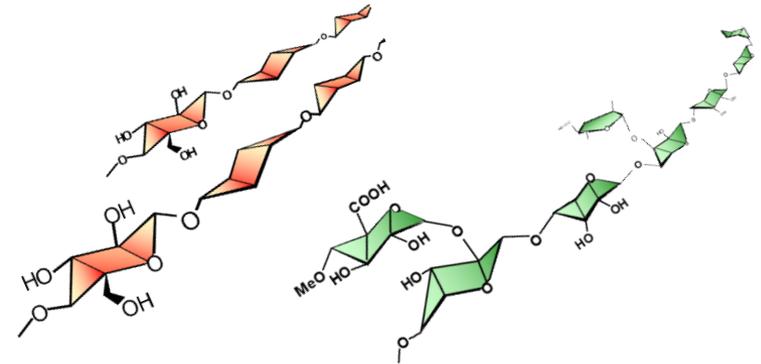
- Delignifizierung (notwendig?)
- Erhalt der Faserstrukturen
- Zugänglichkeiten
- Verbleib der Reststoffe/Reinheit der Ligninfraktion

➡ Pulpung-Prozesse

Ligninnutzung

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

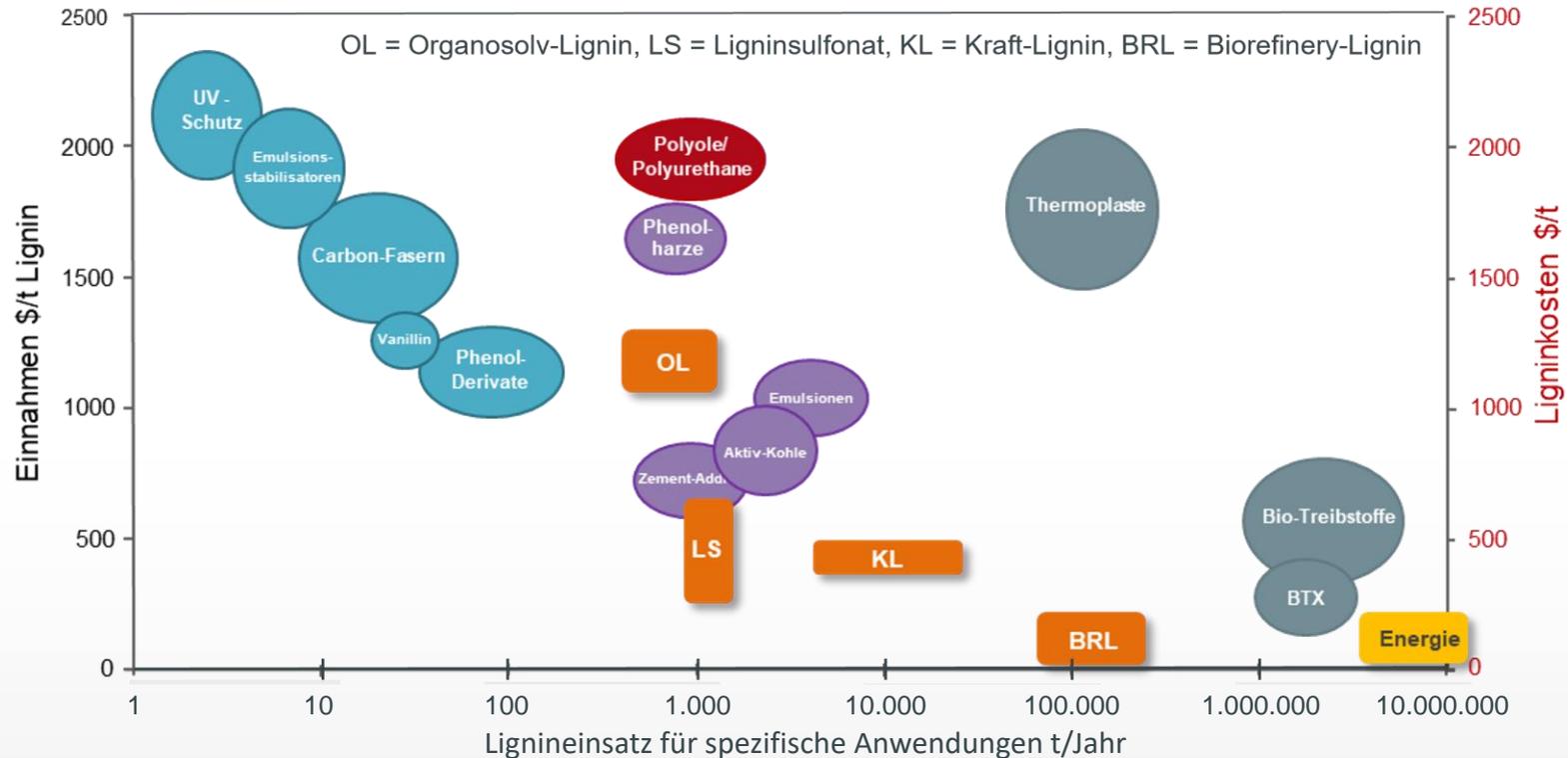
➡ „Lignin-first“-Konzepte



© Ralph Lehnen/TI

Nutzungspotentiale Lignin - stofflich

Lignine und Aufkommen

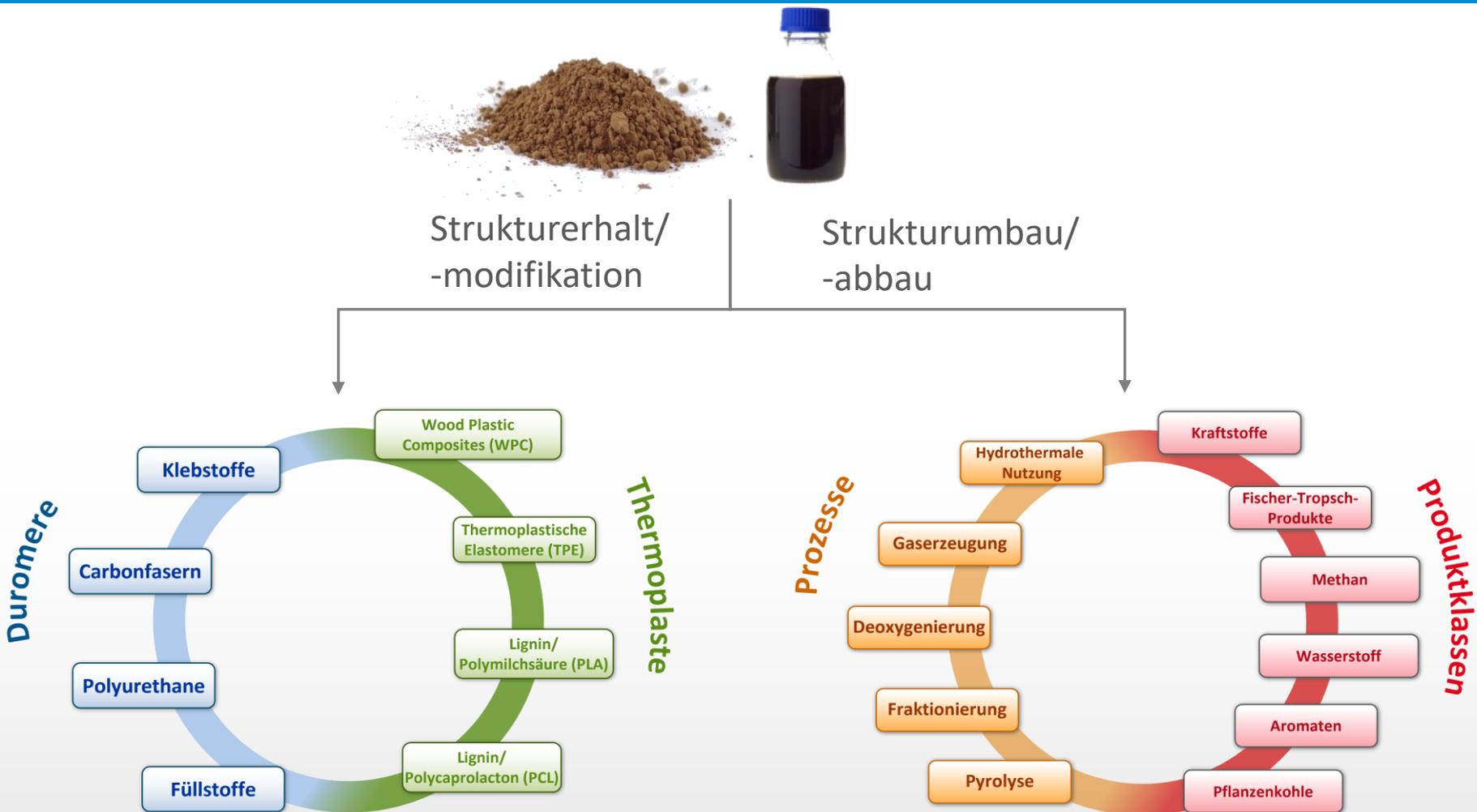


- Reinheit (Schwefel, Kohlenhydrate, Molekulargewicht)
- Fraktionierung und weitere Prozessschritte

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>

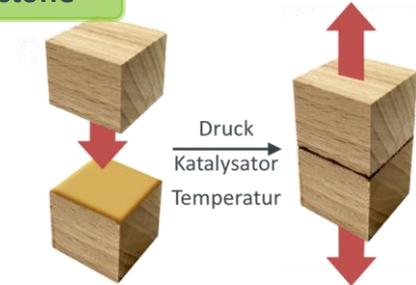


Thünen-Institut/N. Bornholdt



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



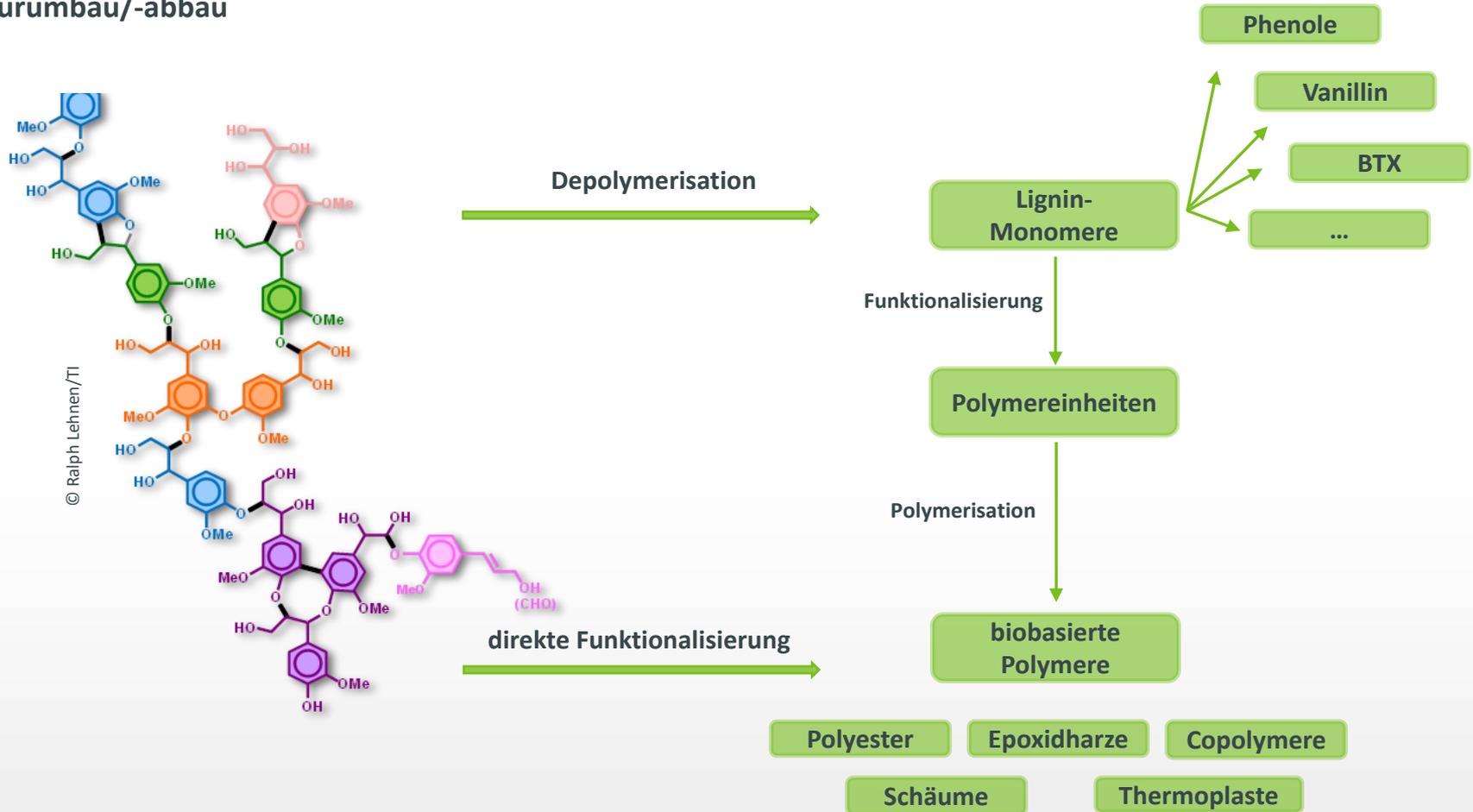
https://www.raumprobe.com/f/i-191874.1-header-slider-image/Mp2022_DITF_03.jpg



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

Nutzungspotentiale Lignin - stofflich

Strukturumbau/-abbau



Beispiele



Faserverbund/ Holzwerkstoff

Fest-/Flüssigtrennung

Zerfaserung

Separation

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

Kohlenstoff- konzentrate

Fest-/Flüssigtrennung

Pyrolyse

Separation

Hydrothermale
Carbonisierung

Separation

- 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

Fest-/Flüssigtrennung

Aufschluß/Wäsche

Hydrolyse/Separation

- 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)

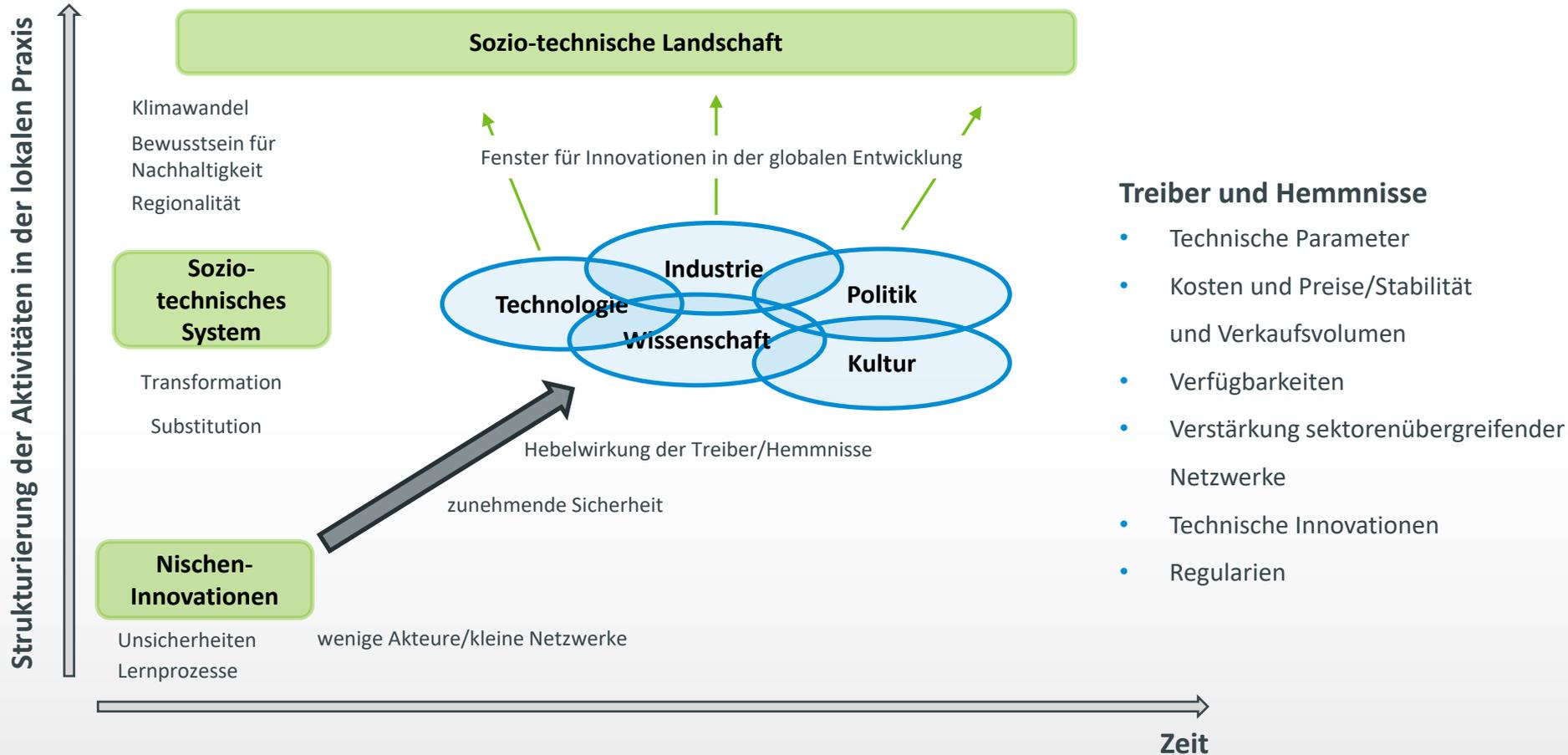
Carbonfasern

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