



Berner  
Fachhochschule



# 15. Waldökonomisches Seminar «Bioökonomie»

4./5. November 2019 - Schloss Münchenwiler

Michael Studer, Dr. sc. techn. ETHZ

► Hochschule für Agrar-, Forst- und Lebensmittelwissenschaften HAFL

# Sichtweise

- ▶ Forschungsgruppenleiter in Bio-Verfahrenstechnik
- ▶ Teil-Syntheseautor
  - ▶ Dialogfeld 2: «Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie»
- ▶ Nationales Forschungsprogramm NFP66 «Ressource Holz»
  - ▶ Erarbeitung wissenschaftliche Grundlagen und praxisorientierte Lösungsansätze für eine bessere Verfügbarkeit und eine breitere Nutzung der Ressource Holz
  - ▶ Vier Dialogfelder:
    - ▶ Weiterentwicklungen im Holzbau
    - ▶ **Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie**
    - ▶ Innovative holzbasierte Materialien
    - ▶ Holzbeschaffung und nachhaltige Holznutzung
  - ▶ Präsident der Leitungsgruppe Dr. Martin Riediker



## NEUE WEGE ZUR HOLZBASIIERTEN BIORAFFINERIE

Nationales Forschungsprogramm NFP66 **Ressource Holz**

Michael Studer und Pieter Poldervaart

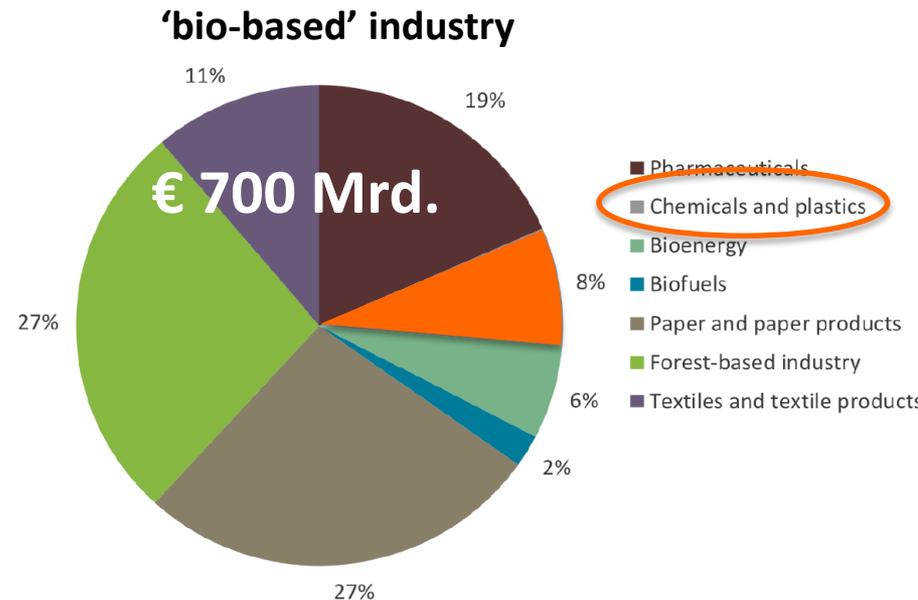
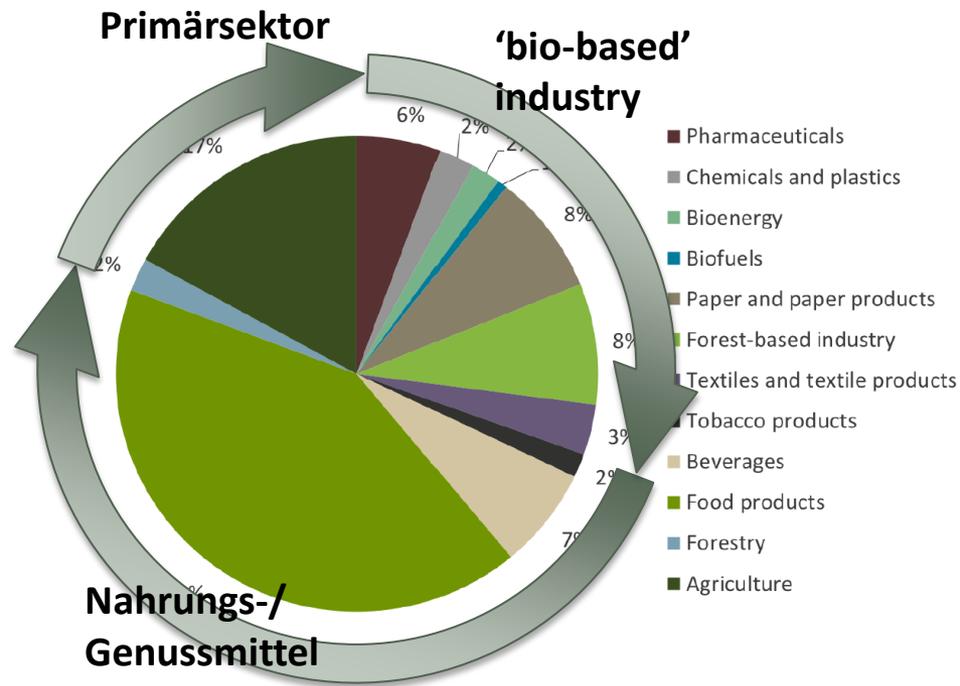
**FN-NF**  
SCHWEIZERISCHER NATIONALFONDS  
ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTLICHEN FORSCHUNG

**WH** **Ressource Holz**  
Nationales Forschungsprogramm NFP 66

# Umsatz in der 'bio-based' economy in EU-28

- ▶ Umsatz in der Bioökonomie €2.3 Bio. <sup>1</sup>
  - ▶ 30% 'bio-based' industry
  - ▶ €55 Mrd. Chemie-/Kunststoffbranche

- ▶ Biogener Anteil im Produktwert der chemischen Produkte **14%**
  - ▶ Rohmaterial Zs.setzung der chem. Industrie je ca. 50% organisch bzw. anorganisch



<sup>1</sup> Piotrowski S, Carus M and Carrez D, Wellisch M, European Bioeconomy in Figures 2008 – 2016. nova-Institute for Ecology and Innovation (2019)

# Wieviel Biomasse würde für eine 'bio-based' Chemie-/Kunststoffindustrie benötigt?

- ▶ Verwendung von ca. 9% aller fossiler Brennstoffe für nichtenergetische Anwendungen<sup>1</sup>
- ▶ Schweiz <sup>2</sup>:
  - ▶ 45'000 TJ
- ▶ EU-28:
  - ▶ 4'720'000 TJ

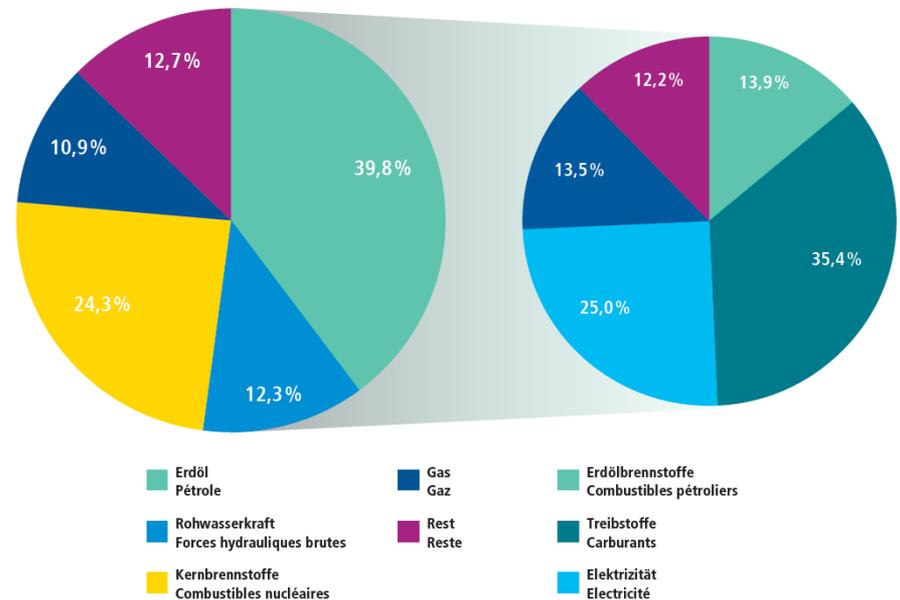
## Energieverbrauch in der Schweiz

Bruttoenergieverbrauch 1 096 060 TJ  
inklusive 0,5% Ausfuhrüberschuss an Elektrizität

Endverbrauch 830 880 TJ

Consommation brute d'énergie 1 096 060 TJ  
y compris 0,5% solde exportateur d'électricité

Consommation finale 830 880 TJ



## Bruttoenergieverbrauch EU-28 <sup>3</sup>

Feste fossile Brennstoffe	9 562 048 TJ
Erdgas	16 680 683 TJ
Mineralölerzeugnisse	26 231 331 TJ

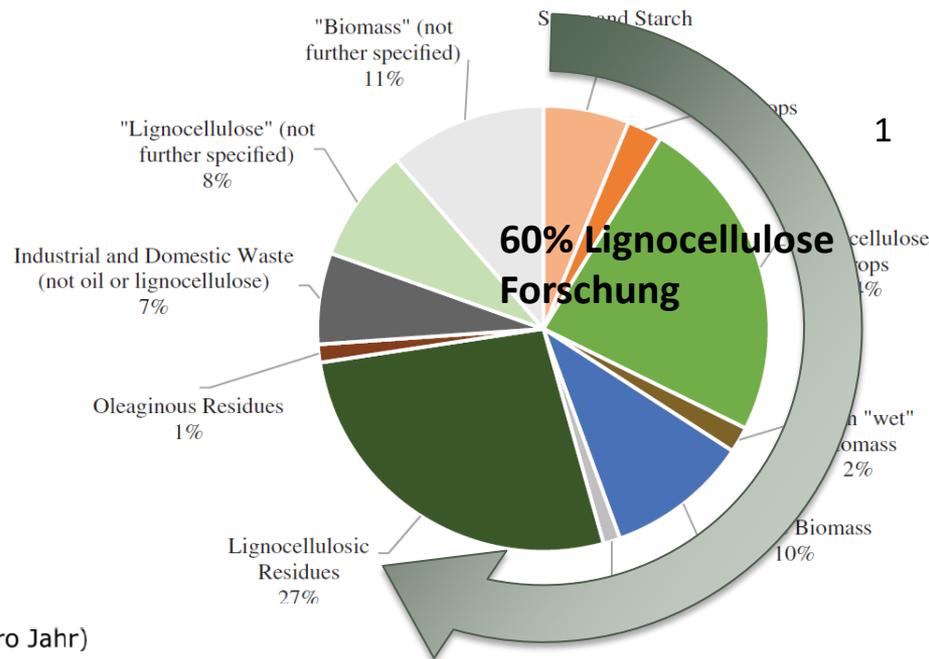
<sup>1</sup> De Jong E, Higson A, Walsh P and Wellisch M, Product developments in the bio-based chemicals arena. *Biofuels Bioprod Bioref* 6(6):606–624 (2012)

<sup>2</sup> Bundesamt für Statistik, Datenbasis 2016, [www.pxweb.bfs.admin.ch](http://www.pxweb.bfs.admin.ch)

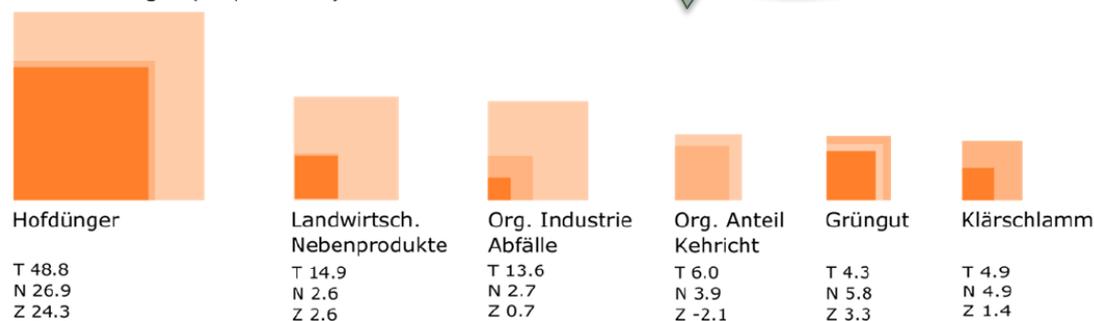
<sup>3</sup> Eurostat – Statistisches Amt der Europäischen Union, Datenbasis 2017, <https://ec.europa.eu/eurostat>

# Welche und wieviel Biomasse kann genutzt werden?

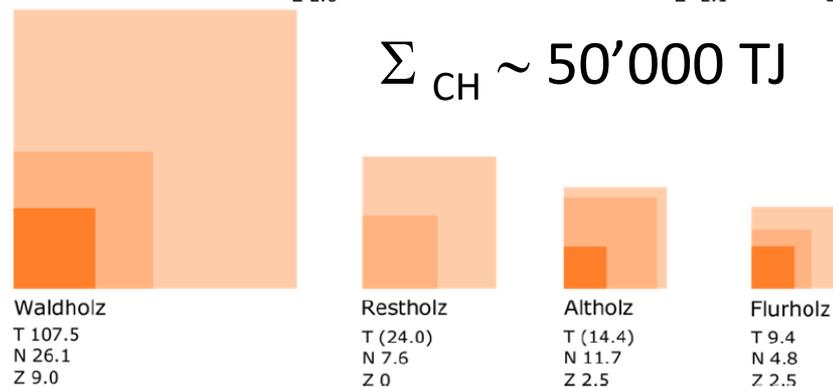
- ▶ Mehrheitlich Forschung zu Lignocellulose
- ▶ Primär **Hofdünger** zusätzlich nachhaltig verfügbar!
- ▶ Biomasse in der CH reicht nicht für Chemie-/Kunststoffindustrie



Primärenergie (PJ pro Jahr)



$$\Sigma_{CH} \sim 50'000 \text{ TJ}$$

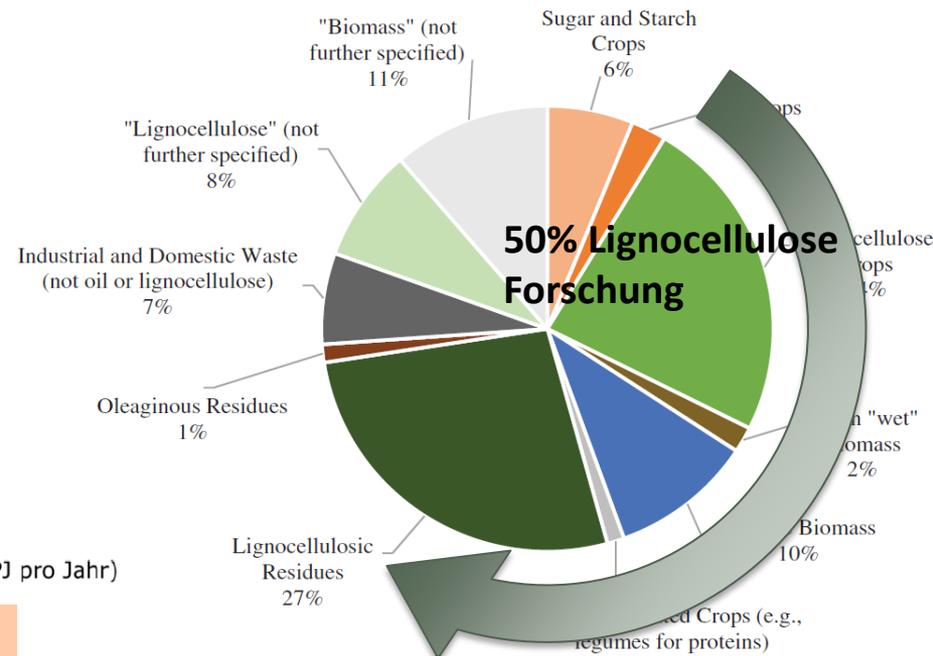


1 Wenger J and Stern T, Reflection on the research on and implementation of biorefinery. *Biofuels Bioprod Bioref* 13:1347–1364 (2019).  
 2 Thees O *et al.*, Biomassepotenziale der Schweiz für die energetische Nutzung, SCCER BIOSWEET. WSL Ber. 57: 299 (2017).

# Welche und wieviel Biomasse kann genutzt werden?

- ▶ Mehrheitlich Forschung zu Lignocellulose
- ▶ Primär **Hofdünger** zusätzlich nachhaltig verfügbar!

- ▶ Biomasse in der EU-28 reicht für Chemie-/Kunststoffindustrie



Primärenergie (PJ pro Jahr)



Hofdünger

T 3'750  
N  
Z



Landwirtsch. Nebenprodukte

T 715  
N  
Z

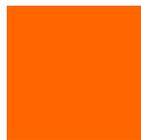
Org. Industrie Abfälle

Org. Anteil Kehricht

Grüngut

Klärschlamm

$\Sigma$  EU-28 > 10'000'000 TJ



Waldholz

T  
N  
Z 1'790

Restholz

Altholz

Flurholz



Energy crops

T 2'725  
N  
Z

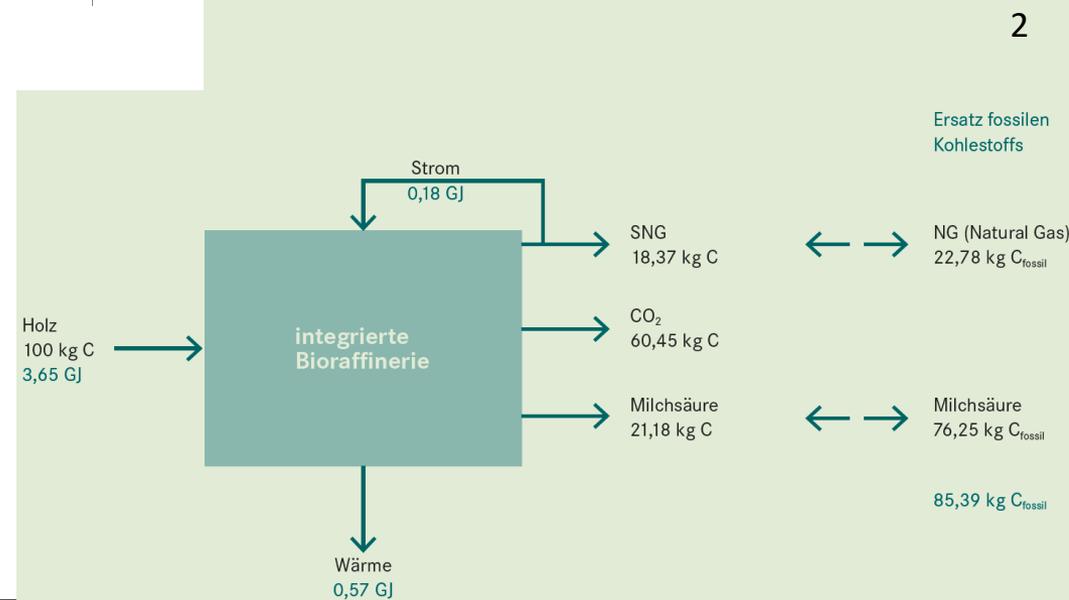
# Welche Produkte sollen dann aus dem 'knappen Gut' Biomasse hergestellt werden?

- ▶ Soziale Ebene
- ▶ Ökonomische Ebene
- ▶ Ökologische Ebene
  - ▶ Welche Holznutzung verhindert die höchsten fossilen Kohlenstoffemissionen?
  - ▶ **2.1X mehr CO<sub>2</sub> ersetzt**<sup>2</sup>
    - ▶ Milchsäure Produktion, SNG-Verstromung plus Wärmepumpe
    - ▶ Verbrennung zur Wärmegewinnung
- ▶ Systemische Ebene

1 Wenger J and Stern T, Reflection on the research on and implementation of biorefinery. *Biofuels Bioprod Bioref* **13**:1347–1364 (2019).

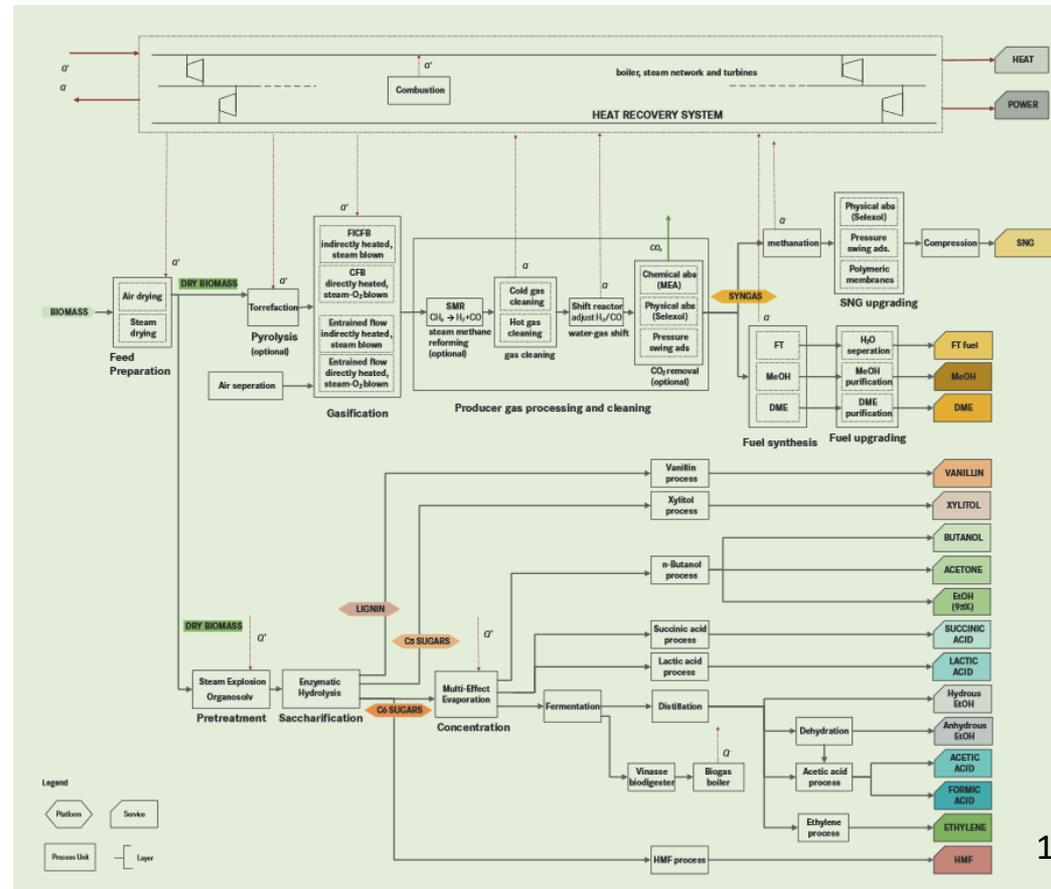
2 Studer M and Poldervaart P, Neue Wege zur holzbasierten Biorefinerie, Thematische Synthese im Rahmen des NFP66 «Ressource Holz», SNF, Bern (2017).

	$C_{\text{fossilavoided}} / C_{\text{biogen}}$
<b>Bioprodukte</b>	
Butanol	1,89
Aceton	1,98
Bernsteinsäure	2,30
Milchsäure	3,60
Other (e.g. Pyrol...)	
Ethylen	1,45
HMF	1,40
Essigsäure	2,27
Food (Addit...)	
Ameisensäure	2,30
<b>Bioenergieträger</b>	
SNG	1,24
DME	1,21
Fischer-Tropsch-Treibstoffe	1,20
Anhydrides Ethanol	1,37
Ethanol (95%)	1,35
Methanol	1,54



# «Koppelprodukte bekommen eine neue Bedeutung»

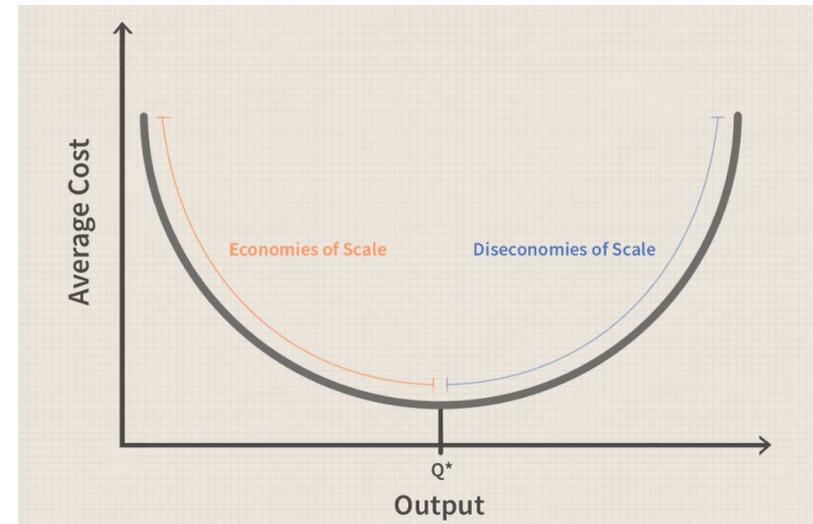
- ▶ Bioökonomie geht von integrierten Wertschöpfungsketten aus
- ▶ Resultat des NFP66 <sup>2</sup>:
  - ▶ Keine Industrie wird auf ‘der grünen Wiese’ eine «Multi-Plattform – Multi-Produkte – Multi-Rohstoff» Bioraffinerie bauen (können)
  - ▶ Geld verdienen mit «1 bis 2-Plattformen – 1 bis 2-Produkte – 1-Rohstoff» Bioraffinerie



1 Studer M and Poldervaart P, Neue Wege zur holzbasierten Bioraffinerie, Thematische Synthese im Rahmen des NFP66 «Ressource Holz», SNF, Bern (2017).  
 2 Resultate aus einem Stakeholder-Workshop, Thematische Synthese im Rahmen des NFP66 «Ressource Holz», SNF, Bern (2017). <http://www.nfp66.ch/de>

# Das Ende der (positiven) Skaleneffekte *economies of scale*, hin zu Verbundeffekten *economies of scope* in einer Bioökonomie?

- ▶ Dimensionierung einer Bioraffinerie ( $< 0.7 \text{ Mio t}_{\text{DM}}/\text{a}^1$ ) wird im Verhältnis zu Erdölraffinerie ( $> 2 \text{ Mio t}/\text{a}^2$ ) immer kleiner sein
- ▶ Mindestgrösse für Bioraffinerie?
  - ▶ Ermöglicht erst Verbundeffekte
    - ▶ Bündelungseffekt  
→ Koppelprodukte
    - ▶ Verkettungseffekt  
→ mehr Produkte aus demselben Edukt
  - ▶ 100 000 t/a (Zwei Plattformen (*Zellstoff, Wärme und Strom*)-Bioraffinerie für *Papier, Nanocellulose, Wärme und Strom* aus Holz, Bukóza, SVK



1 Humbird D *et al.*, Process Design and Economics for Biochemical Conversion of Lignocellulosic Biomass to Ethanol, NREL No. DE-AC36-08GO28308; <https://www.nrel.gov/docs/fy11osti/47764.pdf>

2 Erdölraffinerie Cressier, CH

# Haupt Herausforderungen für eine Bioraffinerie

- ▶ Konstante Verfügbarkeit des Rohstoffes zu konkurrenzfähigen Preisen
- ▶ Rekalzitranter feedstock
  - ▶ Aufwändige Umwandlungsverfahren
- ▶ Nicht-homogener Rohstoff
  - ▶ Innerhalb einer 'Substanz'
  - ▶ Von Holz bis Gülle
  - ▶ komplexes Gemisch aus organischen und anorganischen Verbindungen mit etlichen Substanzklassen
  - ▶ Hoher Anteil inerter Produkte
    - ▶ Hoher Sauerstoffanteil ca. 40wt-%
    - ▶ Hoher Wasseranteil praktisch alle Biomasse ist nass!
    - ▶ Hoher Sandanteil bis 25wt-% in Güllefeststoffen
- ▶ Überführung von Forschungsergebnissen in marktfähige Anwendungen ist eine Herausforderung → *Innovation*
  - ▶ Stilllegung der ersten *full-scale plants*



# Wirtschaftspolitische Rahmenbedingungen

- ▶ Wir brauchen auch in der Schweiz eine **Bioökonomiestrategie** <sup>1</sup>
  - ▶ Möglichkeiten einer Bioökonomie wurde bisher wenig Beachtung geschenkt <sup>2</sup>
- ▶ Mögliche Ziele einer Schweizer Bioökonomiestrategie:
  1. Nutzung von Biomasse als Rohstoff
    - ▶ Anerkennung der begrenzten Verfügbarkeit
    - ▶ Maximale Reduktion des Treibhausgasausstosses
  2. Erzeugung einer hohen inländischen Wertschöpfung
    - ▶ Biomasse nicht nur als Energie- sondern primär als Rohstoffquelle sehen
  3. Langfristig stabile politische Rahmenbedingungen schaffen
    - ▶ die Innovationskraft zu erhöhen
    - ▶ die Wirtschaft zu stärken

→ *Bioökonomie als Chance für Innovationen und eine industrielle Renaissance*

<sup>1</sup> Studer M and Poldervaart P, Neue Wege

zur holzbasierten Bioraffinerie, Thematische Synthese im Rahmen des NFP66 «Ressource Holz», SNF, Bern (2017).

<sup>2</sup> Masterplan Cleantech: Eine Strategie des Bundes für Ressourceneffizienz und erneuerbare Energien, SBFI, Bern (2011).

# Zusammenfassung

- ▶ Grosses ökonomisches Potential für 'bio-based' Chemikalien
- ▶ Biomasse ist ein knappes Gut in EU-28 plus CH
- ▶ Biomassenutzung mit Bedacht wählen
- ▶ Verbundeffekte sind in 'bio-based' Industrie schwierig umzusetzen
- ▶ Biomasse ist sehr divers und damit technisch nur aufwendig nutzbar
  - ▶ Hofdünger, nicht nur Holz
- ▶ Schweiz braucht eine Bioökonomiestrategie

