

# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

**HSLU** Hochschule Luzern

Technik & Architektur

## Carbon Capture Technologien zur Erreichung von Netto-Null

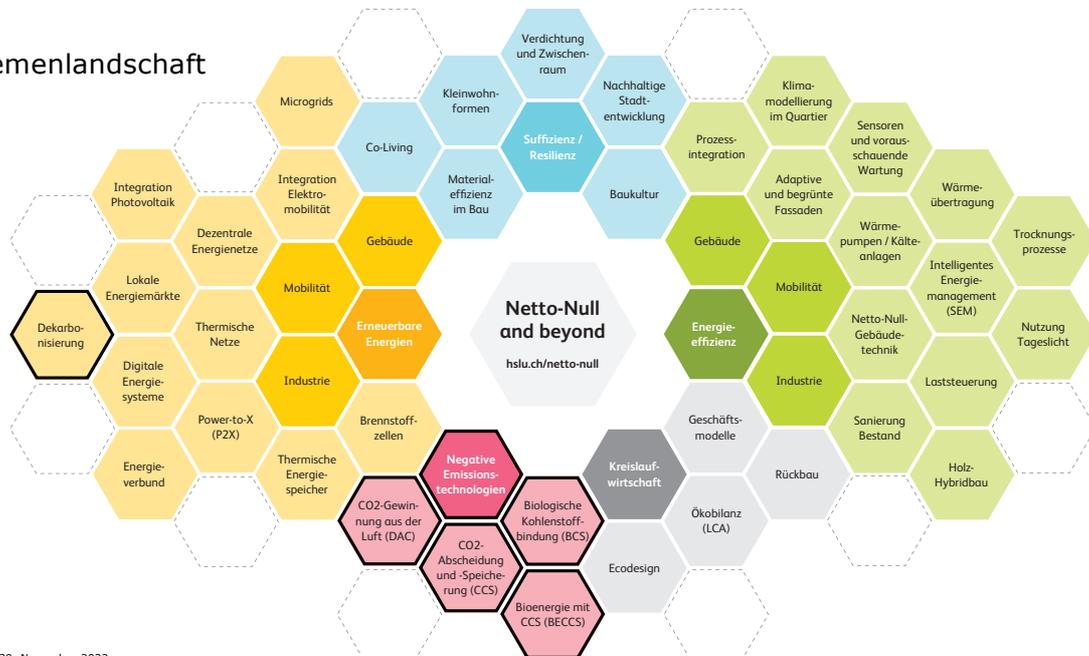
Mirko Kleingries, Institut für Maschinen- und Energietechnik

Forschungskonferenz 2022

FH Zentralschweiz



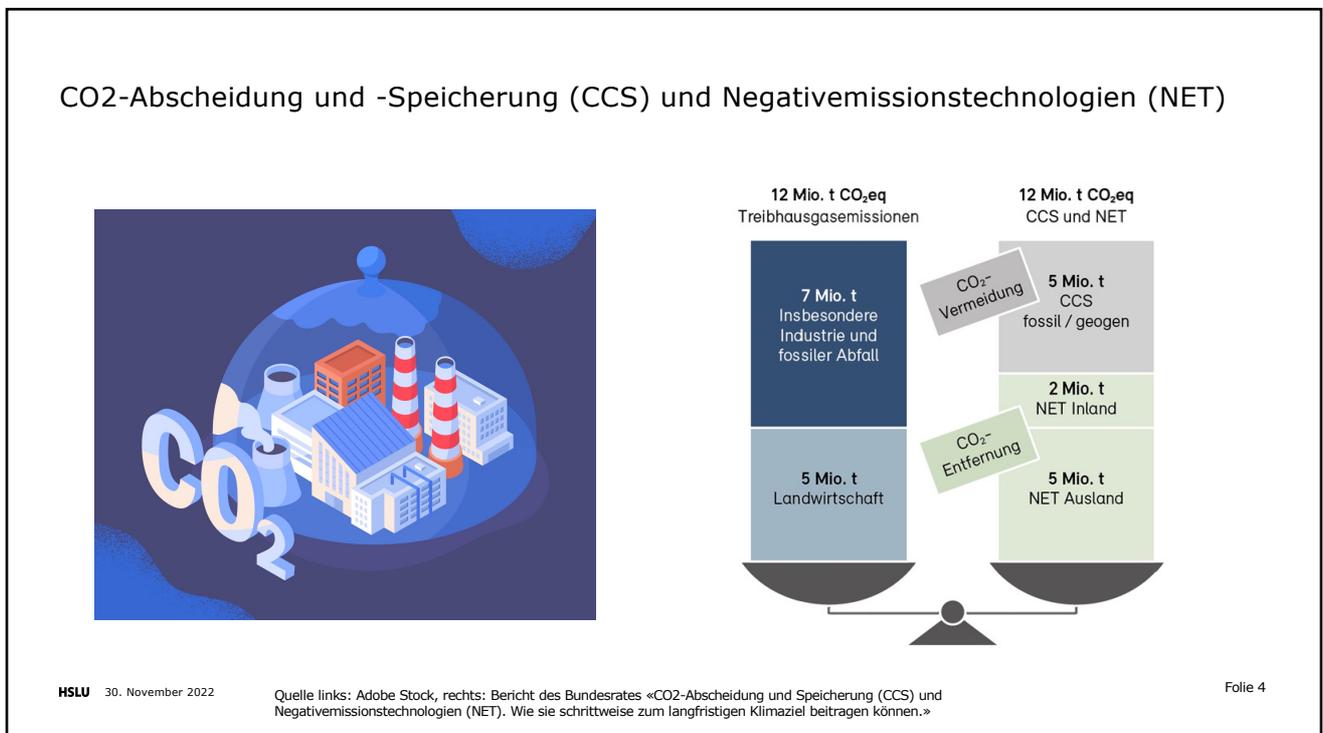
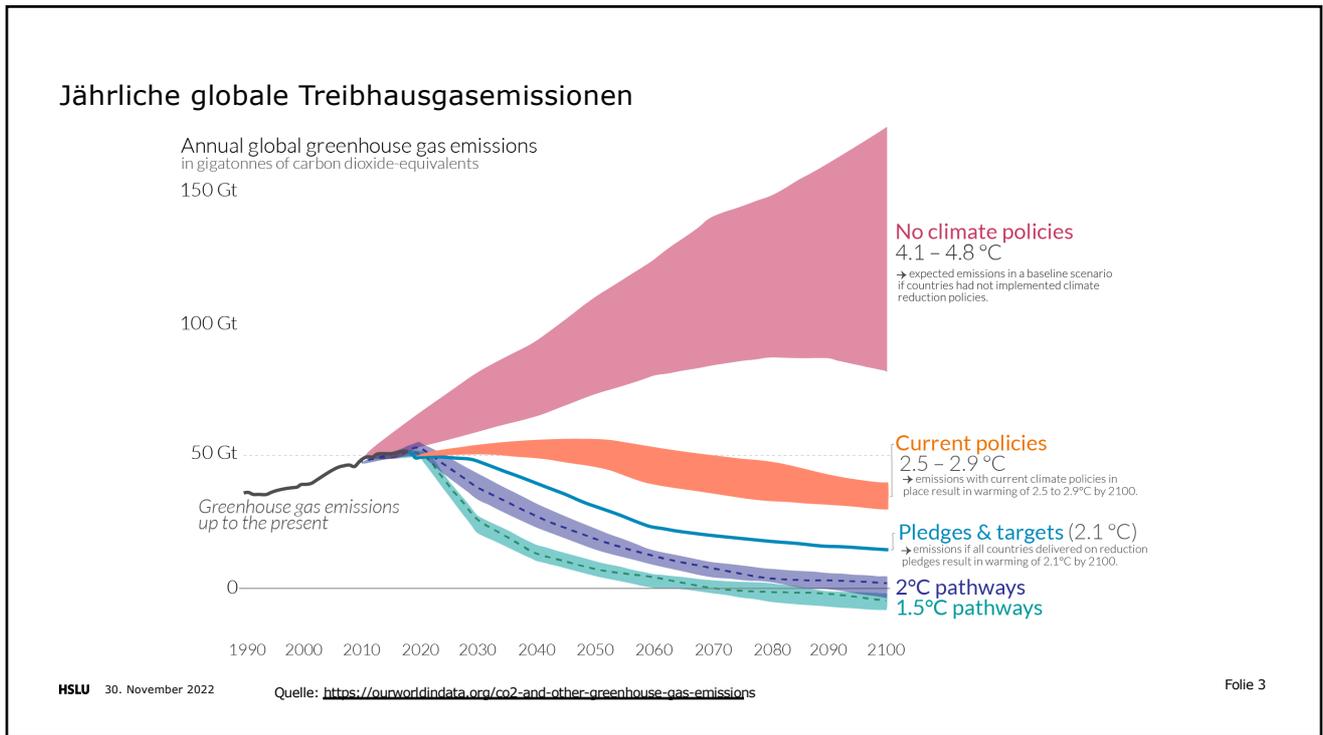
### Themenlandschaft



HSLU 30. November 2022

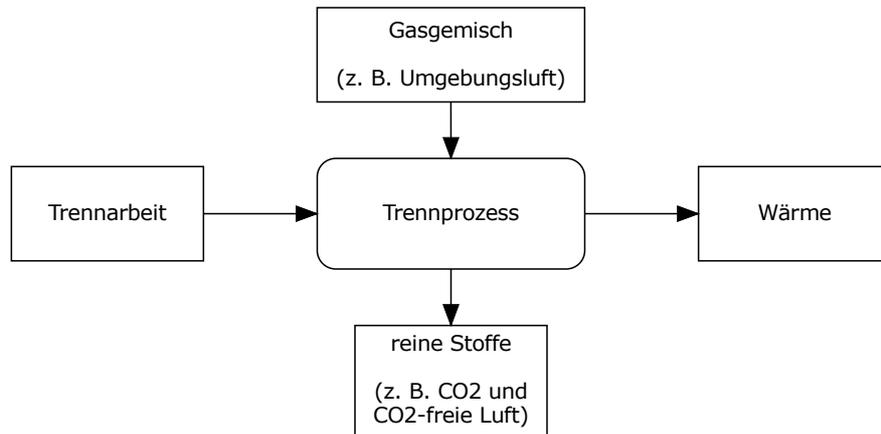
Folie 2

# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt



# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

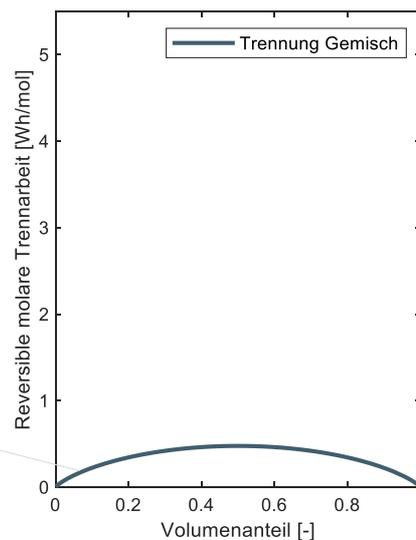
## Grundlagen der Trennprozesse



## Grundlagen der Trennprozesse

**Reversible molare Trennarbeit eines idealen, binären Gasgemisches bzw. einer Komponente**

$$E_{rev,sep,tot} = -R \cdot T \cdot (y_A \cdot \ln(y_A) + (1 - y_A) \cdot \ln(1 - y_A))$$



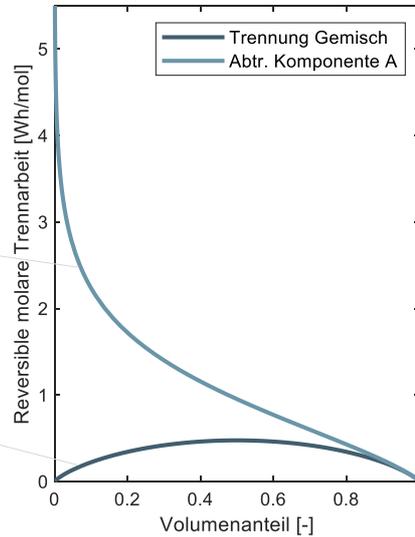
# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

## Grundlagen der Trennprozesse

**Reversible molare Trennarbeit eines idealen, binären Gasmischungs bzw. einer Komponente**

$$E_{rev,sep,y_A} = \frac{R \cdot T}{y_A} \cdot (y_A \cdot \ln(y_A) + (1 - y_A) \cdot \ln(1 - y_A))$$

$$E_{rev,sep,tot} = -R \cdot T \cdot (y_A \cdot \ln(y_A) + (1 - y_A) \cdot \ln(1 - y_A))$$

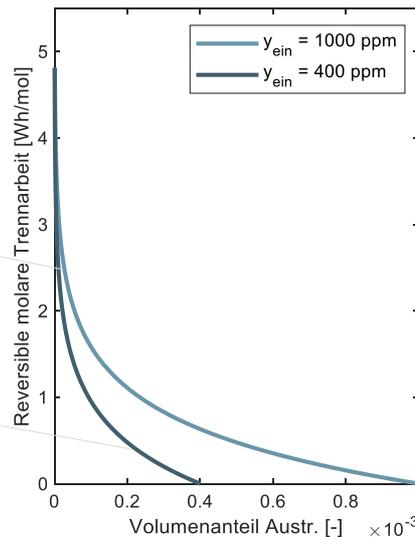


## Grundlagen der Trennprozesse

**Reversible molare Trennarbeit für eine Komponente in Abhängigkeit der Austrittskonzentration**

$$E_{rev,sep,1000-y_A} = E_{rev,sep,y_A} - E_{rev,sep,1000}$$

$$E_{rev,sep,400-y_A} = E_{rev,sep,y_A} - E_{rev,sep,400}$$

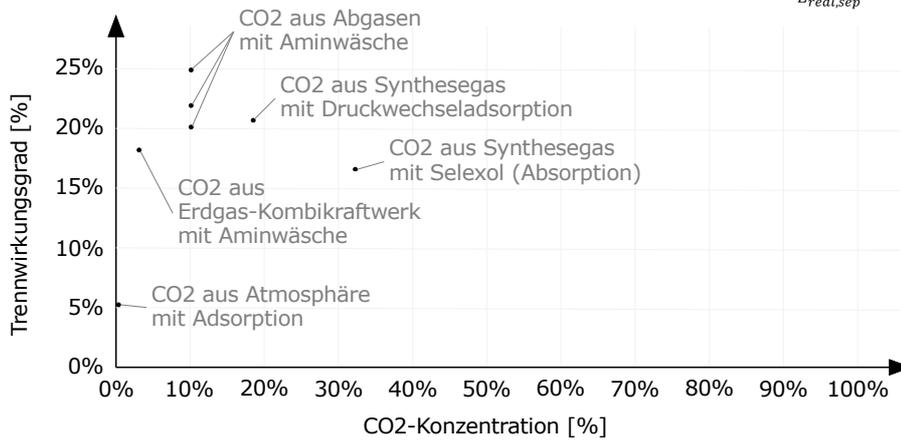


# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

## Übersicht CO2-Abtrennung

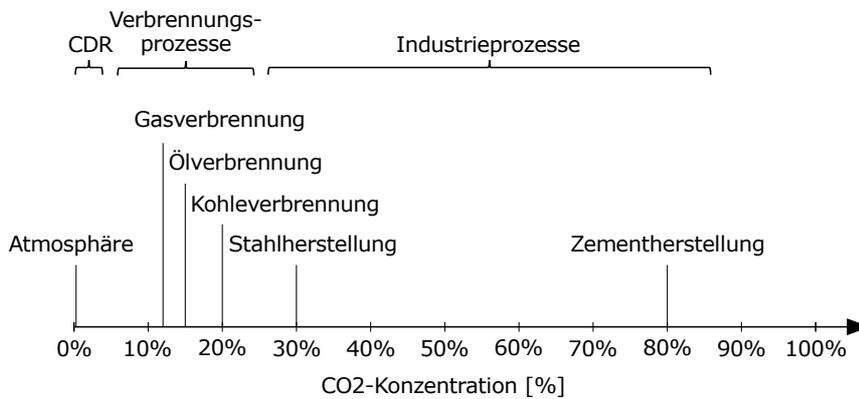
### Trennwirkungsgrade beispielhafter Prozesse

$$\eta = \frac{E_{rev,sep}}{E_{real,sep}}$$



## Übersicht CO2-Abtrennung

### CO2-Konzentrationen beispielhafter Prozesse

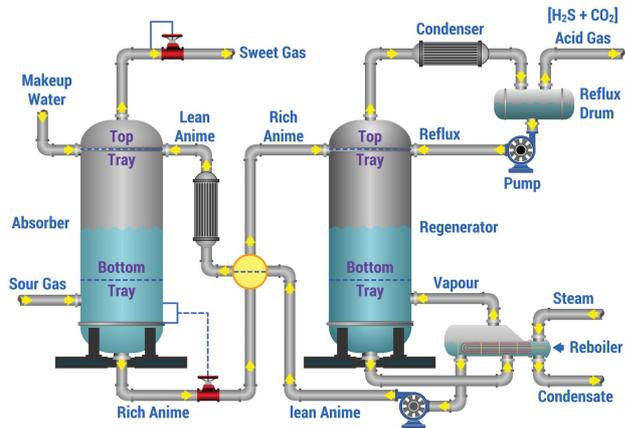


# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

## Übersicht – Technologien zur Vermeidung von CO2-Emissionen

Beispielhafte Prozesse:

- Druckwechseladsorption
- Druckwasserwäsche
- Aminwäsche
- Membranverfahren
- Tieftemperaturrektifikation
- Absorption mit organischen Lösemitteln
- ...



## Übersicht – Negative Emissionstechnologien

Beispielhafte Prozesse:

- Aufforstung
- Bodenmanagement (inkl. Pflanzenkohle)
- Bioenergienutzung mit CO2-Abscheidung
- Maschinelle CO2-Luftfilterung
- Beschleunigte Verwitterung
- Ozeandüngung
- ...



# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

## Übersicht – Technologien zur Speicherung von CO<sub>2</sub>

Beispielhafte Prozesse:

Einlagern

- in tiefen Sedimentschichten
- in alten Erdöl-/Erdgaslagerstätten
- in alten Kohleflözen
- in Aquiferen
- auf dem Meeresboden
- durch Mineralisierung →
- ...



HSLU 30. November 2022

Quelle: Planete Les Echos

Folie 13

## Beispielprojekte an der HSLU – Erarbeitung von Richtlinien für CCS-Anlagen

### **BFE Projekt, Process Integrated Carbon Capture – Design and Evaluation, PICC**



HSLU 30. November 2022

Quelle: KSV Werdhölzli Jahresbericht 2019

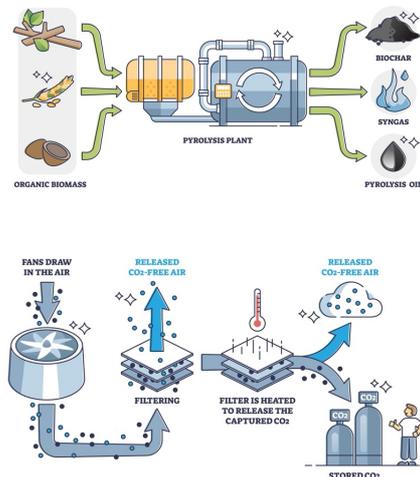
Folie 14

# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

## Beispielprojekte an der HSLU – Evaluation von NETs

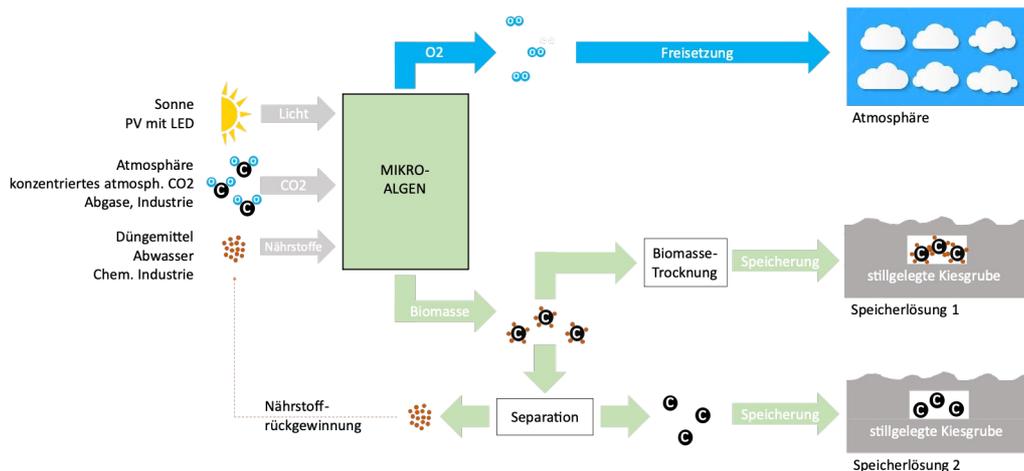
### SWEET-DeCarbCH

- Hydrothermale Karbonisierung von Gärresten
- Anaerobe Vergärung von feuchter Biomasse
- Pyrolyse von Holz
- CO<sub>2</sub>-Abscheidung aus Abfallverbrennungs-, Holz- und Zementwerken
- Direkte Kohlenstoffabscheidung aus der Luft



## Beispielprojekte an der HSLU – NET

### Produktion von Mikroalgen



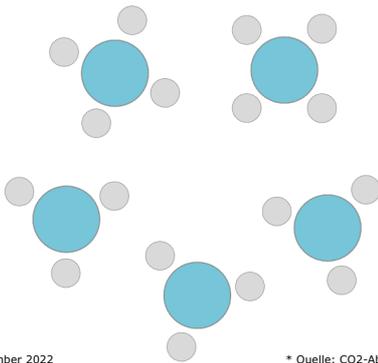
# Netto-Null – Lösungen für eine nachhaltigere Welt

World-Café – Tisch IV

Diskussion und Ideation zu Carbon Capture Technologien

E201

**\*Chancen nutzen, namentlich für den Innovations- und Forschungsstandort Schweiz**  
(Grundsatz 1). Gerade im Bereich NET ist die Schweiz mit zum Teil weltweit führenden Unternehmen und Forschenden bereits gut aufgestellt. Der Bundesrat setzt sich dafür ein, dass die Rahmenbedingungen in der Schweiz optimal gesetzt werden, damit die Schweiz weiterhin ihre Pionierrolle im Bereich der NET halten kann.



**17 Personen – 5 Gruppen à 3 oder 4 Personen**

**20 Minuten – 2 Fragestellungen**

1. Wie können wir in der Schweiz CCS aus Punktquellen vorantreiben?  
Haben Sie Ideen für konkrete Projekte?
2. Wie können wir in der Schweiz CDR aus der Atmosphäre vorantreiben?  
Haben Sie Ideen für konkrete Projekte?