



2. ABONOCARE®-KONFERENZ AM 6. JULI 2021

TECHNOLOGIEKETTE ZUR TRANSFORMATION VON HOCHSTICKSTOFFREICHEN EINSATZSTOFFEN (Z.B. HTK) ZU DÜNGERPRODUKTEN

Demonstrator Cottbus (Trockenfermentation, Strippung, Ultrafiltration, Elektrodialyse, MAP-Fällung, Heißdampftrocknung, Membranextraktion, ...)

*Fraunhofer IKTS Dresden, Fraunhofer IGB Stuttgart,
WKS Technik GmbH Dresden,
Gesellschaft für Nachhaltige Stoffnutzung mbH Halle
GICON Großmann Ingenieur Consult GmbH Dresden
Referent Falko Niebling (GICON)*





Hühnertrockenkot (HTK)



Quelle: GICON®

Gärrest (flüssig)



Quelle: taz

Gärrest (fest)



Quelle: GICON®

Der **Demonstrator 3** soll die **Rückgewinnung** von **Stickstoff** aus dem Biogasprozess und die dazu notwendigen Verfahrensschritte sowie -varianten vorführen.



N-P-K Dünger



Quelle: amazon

Aufbereitung der Nährstoffe

Konversion → Extraktion → Konzentration





Konversion der Nährstoffe (Verfügbarkeit von Stickstoff in wäss. Lösung)

- Biogasprozess
- Nährstoffquelle: Einsatzstoff (HTK)
- Technologie-Schnittstelle: Gärrest (fest) und Perkolat (flüssig)



Extraktion der Nährstoffe (Entstickung und Entsalzung)

- Strippung (thermo-chemisch) oder Elektrodialyse (elektro-chemisch)
- Nährstoffquelle: Perkolat (flüssiger Gärrest)
- Technologie-Schnittstelle: nach Methanreaktor (Biogasprozess)



Konzentration der extrahierten Nährstoffe (Weiterverarbeitung zu Produkten)

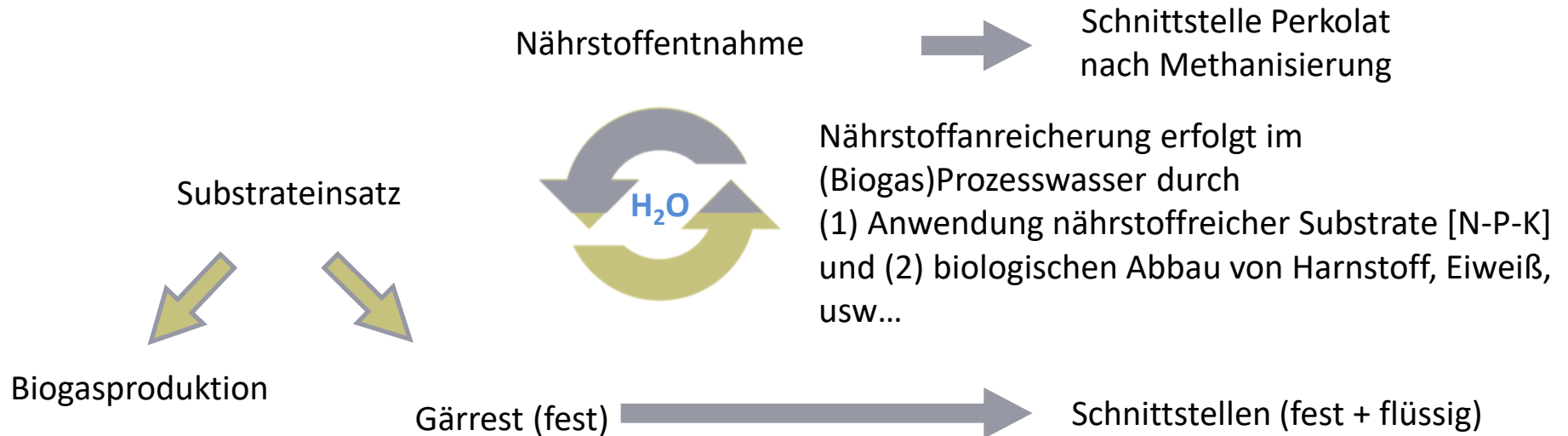
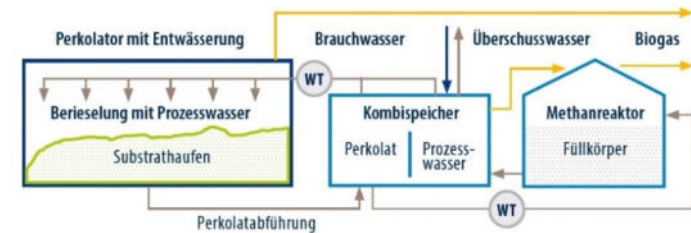
- Membranextraktion, Heißdampftrocknung, MAP-Fällung
- Technologie-Schnittstelle: alle vorab genannten Prozesse





Basisverfahren, zweistufiges GICON®-Biogasverfahren, soll leisten:

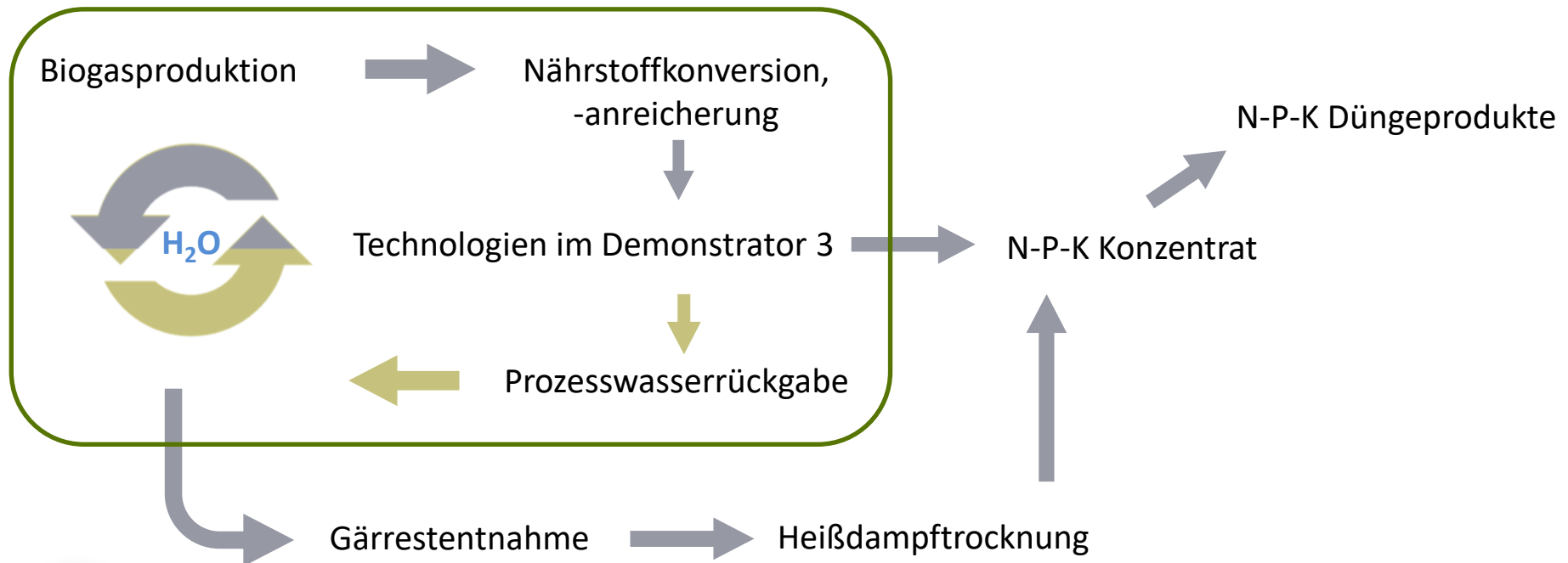
- ✓ Verarbeitung Schütffähiger Substrate (Bioabfall, Mischungen aus landwirtschaftlichen Abfällen, separate Annahme)
- ✓ Minimierung des Wasserverlustes im Prozess (Kreislauf)
- ✓ Überführen der Nährstoffe in wasserlösliche Form
- ✓ Voranreicherung der Nährstoffe





Die Technologiekette soll im Pilotmaßstab leisten:

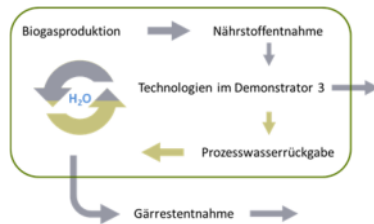
- ✓ Trennung von Prozesswasser und anorganischen Nährstoffen (Stabilisierung Biogasprozess)
- ✓ Flexible Anwendung der Produkte zur Weiterverwendung/-verarbeitung





Die Technologiekette im Demonstrationsmaßstab:

- ✓ Soll verschiedene Ansätze für Aufbereitungswege und damit verbundene Produkte zeigen
- ✓ Technologien im Demonstrator 3 können verschiedene Qualitäten von N-P-K-Produkten erzeugen



- ✓ Ein wichtiger Aspekt ist die Möglichkeit zur Weiterverarbeitung und damit verbunden die Einstellung der Eigenschaften und die Transportfähigkeit der Produkte (Schnittstelle VP4)

	Flüssige Konzentrate	Feste Produkte	Düngerprodukt
Teil-Entstickung (GNS)			
Elektrochemische Nährstoffgewinnung (wks, IGB)			
Heißdampftrocknung (IGB)			
Memranextraktion (IKTS)			

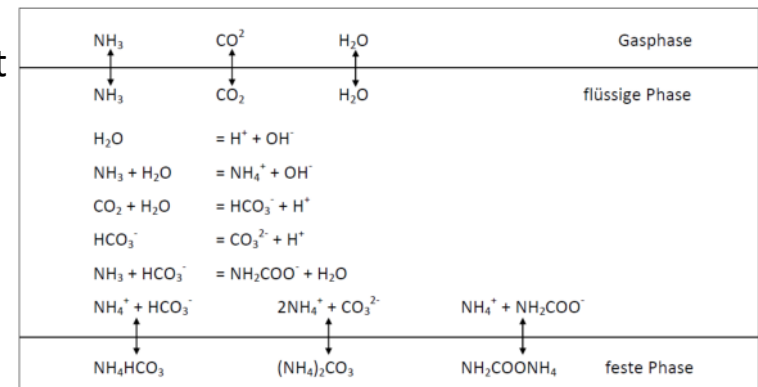


Was soll die Anlage als Teil des Demonstrators leisten:

- ✓ Die Teil (oder CO₂)-Strippung ist ein chemikalienfreies, robustes Verfahren als Vorstufe weiterer Behandlungsschritte
- ✓ Wirkungen auf verbundene Prozesse durch Vorbehandlung des Prozesswassers (Perkolat):
 - Biogas Ammoniakhemmung Biogasprozess unterbinden durch Reduktion des Ammonium-N um 50 %, Entfernung des Hydrogenkarbonat-Puffers (Senkung der Salzfracht)
 - Filtration Anregung von Fällungsreaktionen durch moderaten pH-Wert-Anstieg
 - Elektrodialyse Halbierung des Säureverbrauchs, um Phosphor in Lösung zu bringen
- ✓ Input Prozess(ab)wärme ~ 100°C, Perkolat
- Output N-reiches Kondensat, entfrachtetes Perkolat

Anwendungsperspektiven:

- ✓ Erzeugung hochwertiger sekundärer Düngeprodukte
- ✓ Entfrachtung von hochbelasteten, NH₄-N-reichen flüssigen Gärresten, Perkolaten, Faulschlamm und Abwässern



Gleichgewichte im System CO₂, NH₃, H₂O

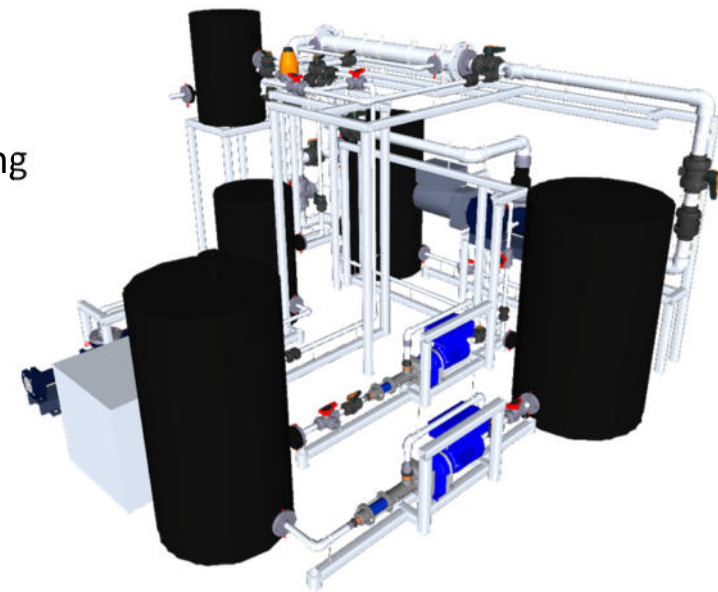
Elektrochemische Nährstoffgewinnung (wks)

Was soll die Anlage als Teil des Demonstrators leisten:

- ✓ Die EN scheidet Feststoffe ab, konzentriert Nährstoffe per Elektrodialyse auf und gewinnt durch elektrochemische Fällung N-P Feststoff- und N-K Flüssigdünger
- ✓ Wirkungen auf verbundene Prozesse durch Vorbehandlung des Prozesswassers (Perkolat):
 - Biogas Ultrafiltration des Perkolates zur Feststoffabtrennung, danach Elektrodialyse des Filtrates zur Entsalzung und Rückführung des Diluates in die 1. Stufe BGA
 - Veredelung Konzentration der Nährstoffe und Gewinnung von Düngeprodukten aus dem Konzentrat

Anwendungsperspektiven:

- ✓ Erzeugung hochwertiger sekundärer Düngeprodukte und weitere Effizienzsteigerung der Vergärung
- ✓ Entsalzung von hochbelasteten, flüssigen Gärresten, Perkolaten, Faulschlämmen und Abwässern



Demonstrator Nanofiltration

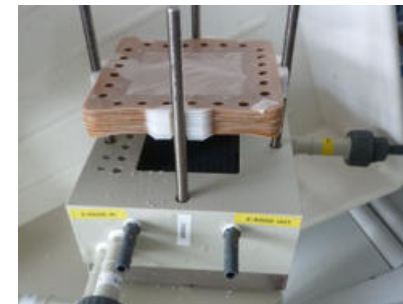
Elektrodialyse (IGB und wks)

Anwendung der Elektrodialyse in abonocare:

- ✓ Elektrochemische Abtrennung und Aufkonzentrierung von Nährstoff-Salzen aus Prozesswasser
- ✓ Input Perkolat, Filtrat (Permeat) aus der Ultrafiltration, spez. el. Arbeit ca. 15 kWh/m³
- ✓ Output Diluat als Frischwasserersatz im Biogasprozess
Konzentrat für z. B. nachfolgende P-Fällung (ePhos) oder Phasentrennung

Bisherige Ergebnisse und Pläne für abonocare-Demonstrator:

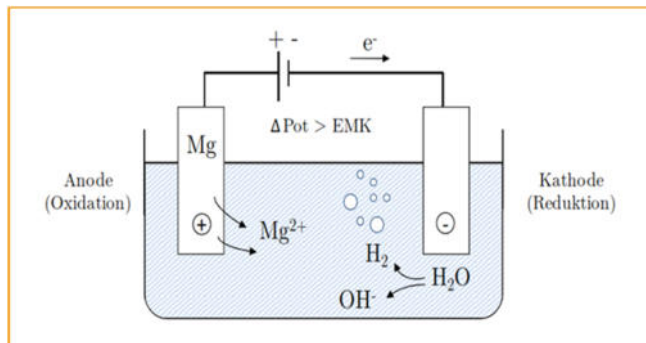
- ✓ Funktion der Elektrodialyse wurde im Labormaßstab mit Biogasprozesswasser (Perkolat) validiert
 - ✓ Reduktion der Leitfähigkeit im Diluat auf circa 5 mS/cm
 - ✓ Schrittweise Aufkonzentrierung von K, NH₄-N, PO₄-P und anderen Ionen im Konzentrat
- ✓ Konstruktion der Elektrodialysestufe für den Demonstrator derzeit in Arbeit
- ✓ Inbetriebnahme für das 2. Halbjahr 2021 geplant



Membranstapel der
Elektrodialyse-Laboranlage

ePhos – elektrochemische Phosphorrückgewinnung:

- ✓ Elektrochemische Phosphorfällung aus Ab- und Prozesswässern
- ✓ Input Elektrolytische Dosierung von Magnesium (Keine Laugedosierung für die pH- Wert- Einstellung), teil-entsticktes und nicht-entsticktes Prozesswasser nach Filtration und Elektrodialyse
- Output MAP (als Struvit), PO_4^- - Reduktion um >95% im Prozesswasser, Verhältnis $\text{PO}_4 : \text{NH}_4 : \text{Mg} \sim 1 : 1 : 1$ im Präzipitat



Präzipitat aus Laborversuchen

Ergebnisse aus Laborversuchen, Demonstrator ist derzeit im Aufbau:

- ✓ Auslegungsdaten wurden durch Laborversuche ermittelt
- ✓ Validierung mit Perkolat folgt



Trocknung mit überhitztem Wasserdampf (IGB)

Was leistet die Technologie:

- ✓ Rückgewinnung von Stickstoff durch die Kondensation des Dampfes
- ✓ Trocknung von Biomaterial mit verschiedenen physischen-chemischen Eigenschaften von 20% auf 96,6% Trockenrückstand
- ✓ Input Spezifischer Energiebedarf von 0,83 kWh/kg H₂O (ohne Wärmerückgewinnung) Output →
- ✓ Möglichkeit der Rückgewinnung von Kondensationswärme

Anwendungsperspektiven:

- ✓ Industrielle Nutzung des Neben- und Hauptprodukts der Biomaterialtrocknung als Brennstoff oder Rohstoff.
- ✓ Im Vergleich zur Heißlufttrocknung wird die Rückgewinnung der bei der Trocknung aus der Biomasse abgeschiedenen Wertstoffe erleichtert.



Nicht getrockneter (links) und getrockneter (rechts) Gärrest



Aufgefangenes Kondensat aus der Trocknung von Gärrest

N-Rückgewinnung aus Kondensaten (IKTS)

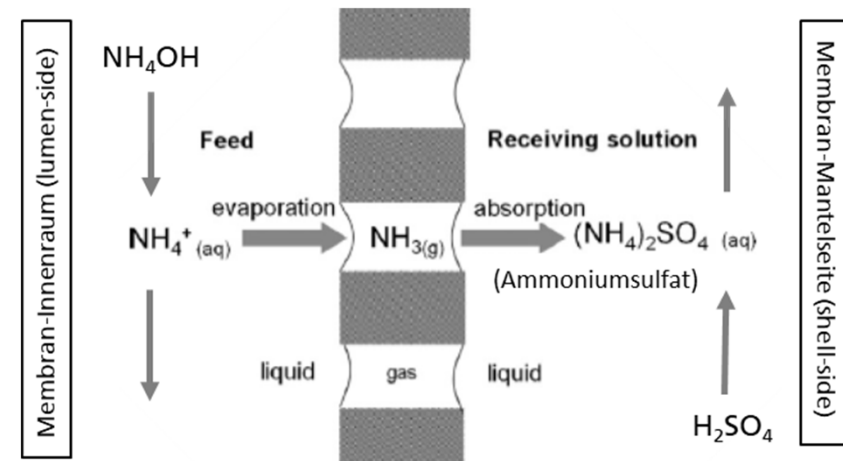
Was soll die Anlage als Teil des Demonstrators leisten:

- ✓ Selektive Extraktion von Stickstoff mittels keramischer Membrankontaktern
- ✓ Input NH_4 -N-reiches Prozesswasser (Kondensat) aus Teil-Entstickung: NH_4 -N-Gehalte bis zu 37,5 g/L, Schwefelsäure
- Syn. Prozessabwärme, pH-Werte und Partikelarmut der Kondensate begünstigen den Prozess
- Output Ammonium-Stickstoff in flüssiger Form (Ammoniumsulfatlösung – ASL)









Anwendungsperspektiven:

- ✓ Stickstoff-Rückgewinnung aus div. NH_4 -N-reichen Prozessströmen bspw. Brüdenkondensate aus Trocknung von Gärresten oder Klärschlämmen, Elektrodialyse-Konzentrate, HTC-Abwässer...
- ✓ nachschaltbares Verfahren zur N-Abtrennung mit dem Ziel der Erzeugung hochwertiger sekundärer Düngeprodukte

Modellprinzip Membranextraktion





Flüssige Konzentrate	Feste Produkte	Düngeprodukt
		
		
		
		

Kernleistung des Demonstrators ist der qualitative und quantitative Nachweis zur:

- ✓ Verarbeitung stickstoffreicher Substrate zu transportfähigen Gärrest- und Düngeprodukten (Skalierung im Bereich ~ 3 t-FM/Woche)

- ✓ Input: Stickstoffreiche Substrate (z.B. Hühnertrockenkot)
Kapazität circa 3 Tonnen pro Woche

Synergien: Prozesswärme (bilanziell) nutzbar, ca. 80% entsticktes Prozesswasser (56 l/h) kann wieder bei BGA eingesetzt werden

Output: Zwischenprodukt N-P-K-Konzentrat
Produkte: Ammoniumsulfatlösung – ASL, Struvit, getrockneter Gärrest



Gärrest aus Heißdampftrocknung (IGB)



MAP-Präzipitat ePhos (IGB)



ASL Feldanwendung (Farmlux)





Vielen Dank – Besuchen sie uns in Cottbus!



buero_cottbus@gicon.de

