

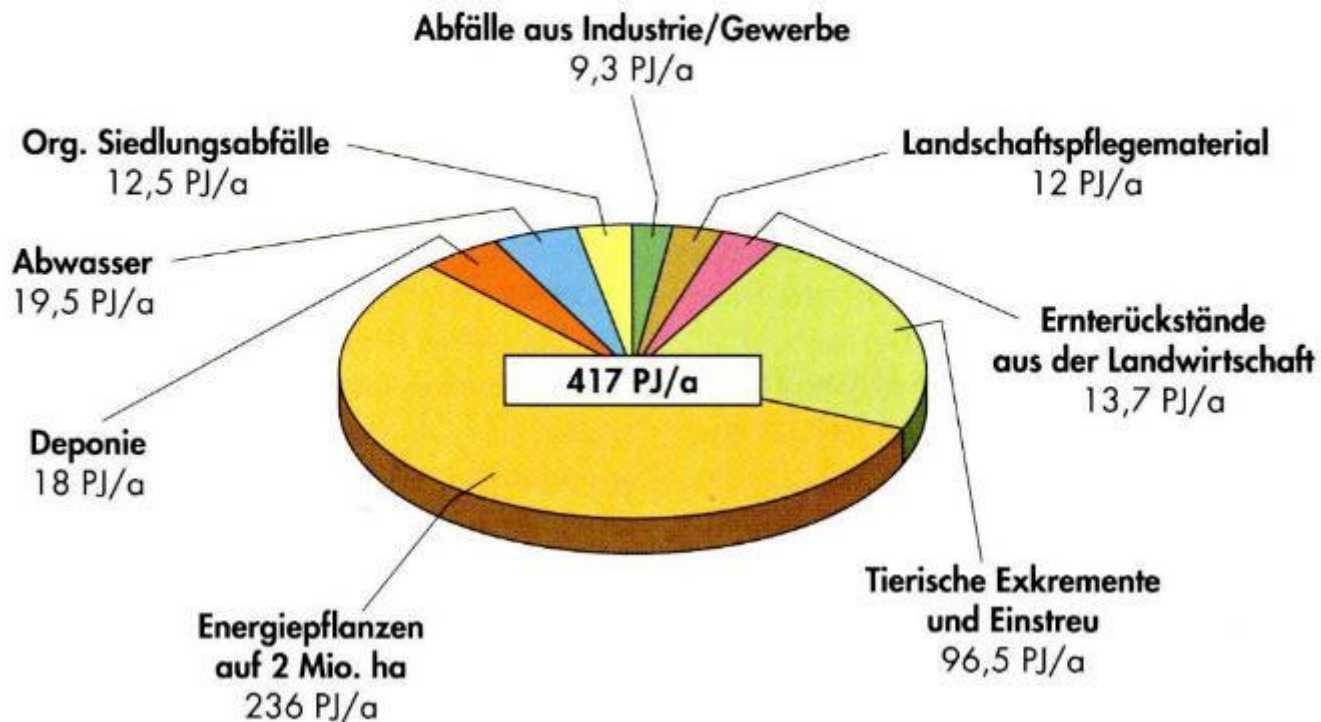


LEHMANN Maschinenbau GmbH

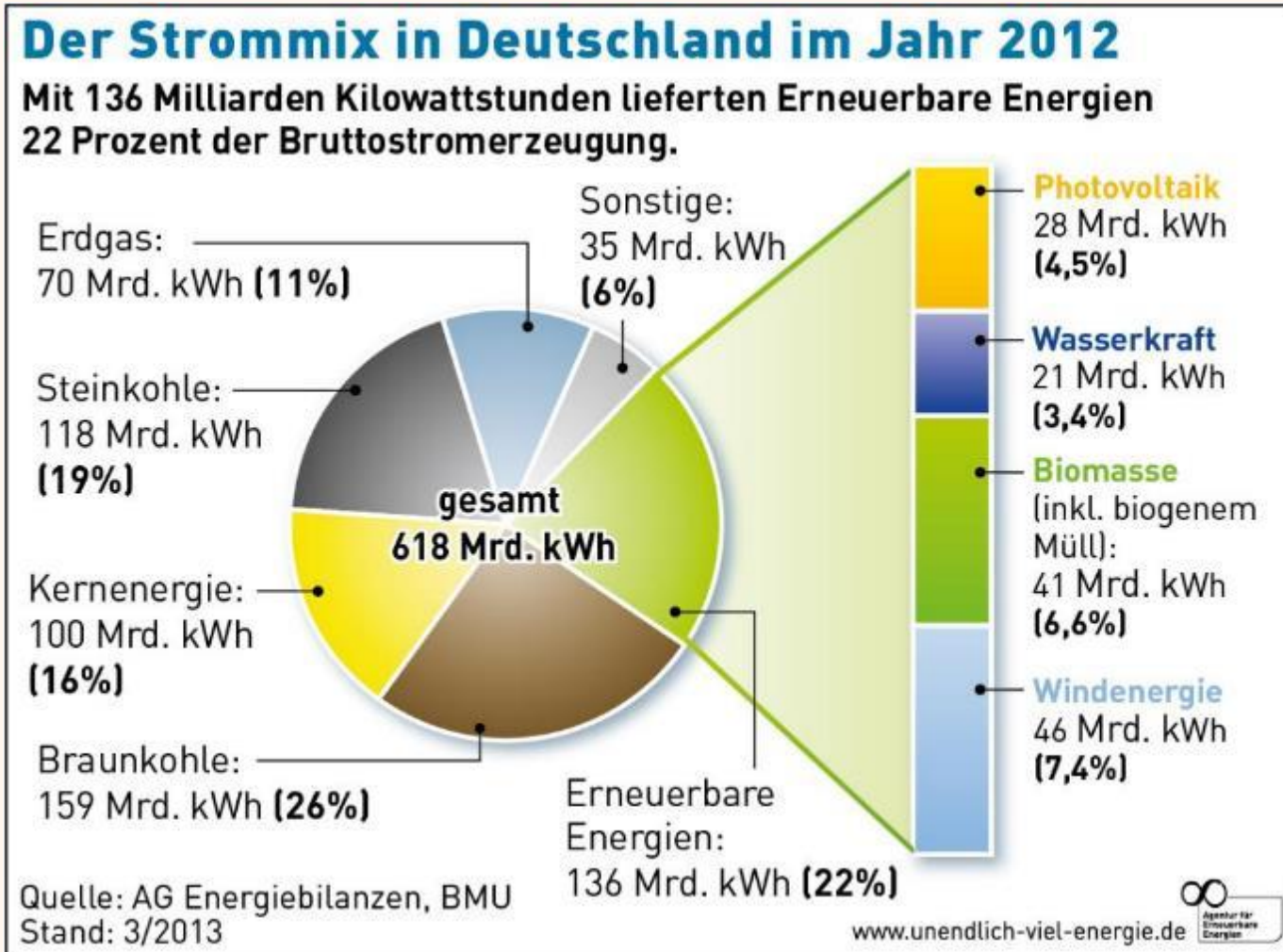
Potentiale Biogasanlagen / Rohstoffverwertung

Nutzbares Energiepotenzial

(Deutschland)



Quelle: Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe



7.100 Biogasanlagen liefern ca. 3% des deutschen Stromes.

Vom Substrat zur Energie



Substrataufbereitung



Fermentation



Gärrestaufbereitung

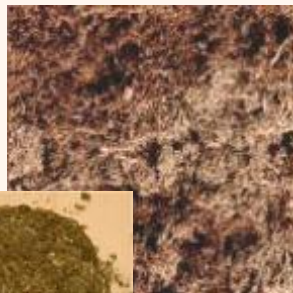


Vergasung

Substrataufbereitung – Zerfaserung & Kompaktierung



Zerfaserung



Kompaktierung



Substrataufbereitung – Entwicklung Bioextruder



Substrataufbereitung – Wirkprinzip der Bioextrusion

- ineinanderlaufende, gegenläufige Schnecken bewirken
 - mechanischen Energieeintrag
 - Zerkleinerung
 - Quetschen
 - Zerreiben
 - hydro-thermalen Aufschluss
 - hohen Druck
 - hohe Temperatur (an Druck gebunden)
- plötzliche Entspannung bedeutet
 - Zerreißen der Zellstruktur
 - Druck / Wärme
 - Ligninphase
- Wechselbelastung (Kavitäten) durch ständige Wiederholung

> Aufschluß / Auffaserung / Plastifizierung <

Substrataufbereitung – verbesserte Substrateigenschaften

1. geeignet für **schwer** in Biogasanlagen beherrschbare Substrate wie Festmist, Landschaftspflegematerial, Maisstroh, Stroh, Gras, Ganzpflanzen, Bioabfall
2. keine Schwimmschichten
3. gute Rohr-, Ventilpassier- und Transportfähigkeit
4. geringe Röhrenergie, da extrudiertes Substrat in Mittellage geht und sich gut verteilt
5. hohe Homogenität des Substrates (Extruder ist ein Intensivmischer)
6. hohe TS-Gehalte über Feststoffpfad einbringbar

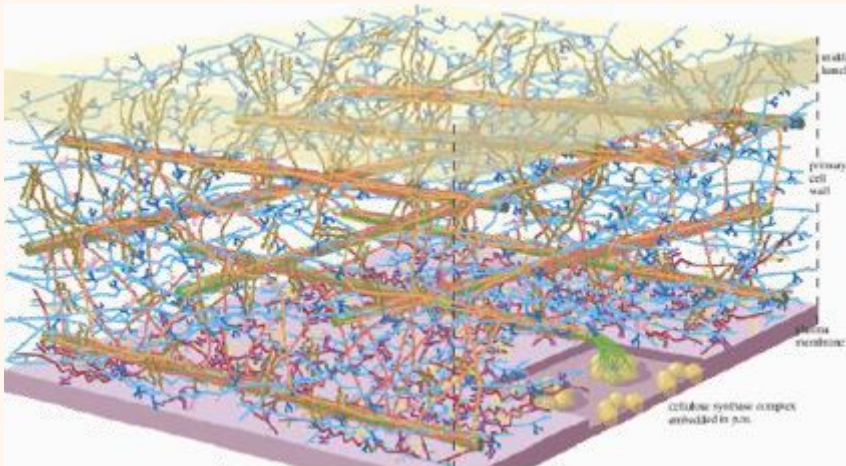
Substrataufbereitung – verbesserter chemischer Abbau

1. Herausbildung neuer Bakterienstämme entsprechend des ‚Dargebotes an Futter‘ durch Grenzflächenmechanik
2. Erhöhung der Reaktionsgeschwindigkeit des Abbaus der Biomasse durch größere Oberfläche und optimale Reaktions-/ Milieubeding.
3. Verkürzung der Verweilzeit bei besseren Ausfaulgrad – Einsparung von Faulraumvolumen
4. bessere Gasbildungsrate des org. Trockensubstanzgehaltes
5. Erhöhung der Raumbelastung bei besseren C/N – Verhältnis
6. geringes Temperaturgefälle zwischen extr. Substrat und Fermenter
7. hohe Drücke im Inneren d. Extruders bedingen Abtötung von Krankheitskeimen, Pilzsporen, Unkrautsamen - Senkung d. Keimbelastung

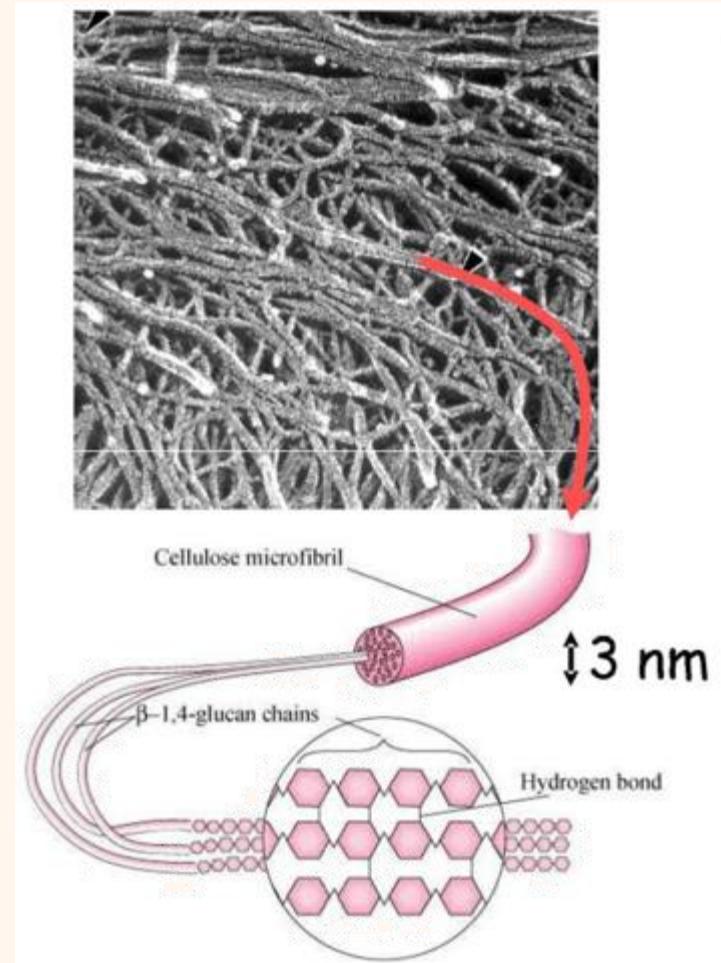
mundgerechte Bakterienkost

Substrataufbereitung – Lignozellulose (komplexes Substrat)

Zellulose liegt in kristallinen Fasern vor,
 die in einem Netzwerk aus Hemizellulosen
 und Lignin eingebunden sind.

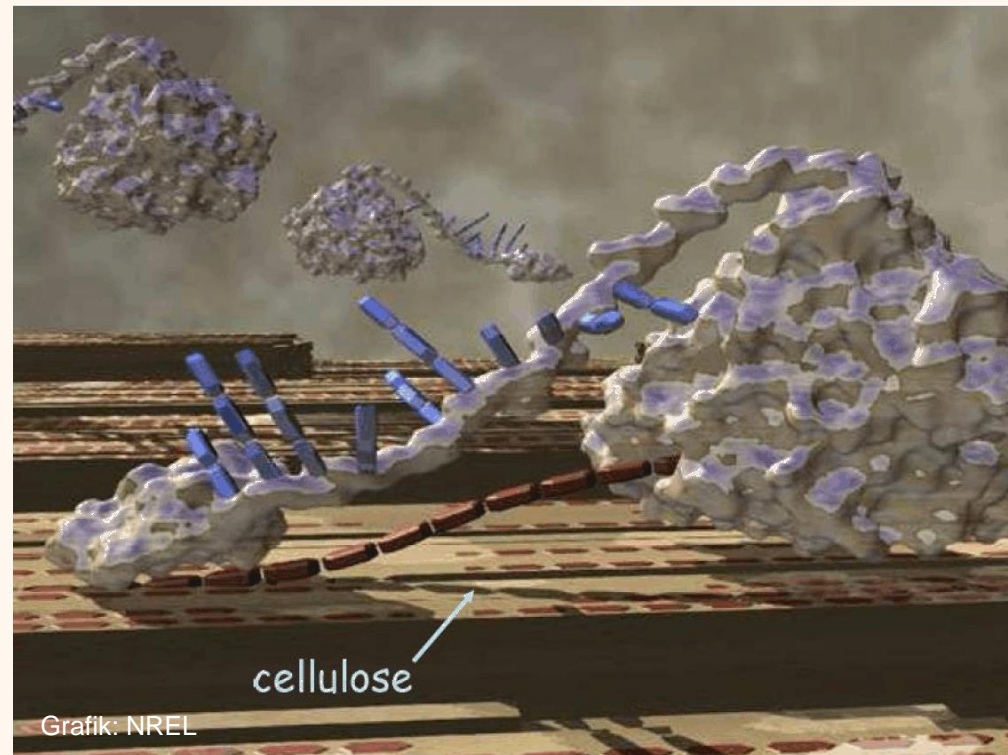


Grafik: C. Somerville

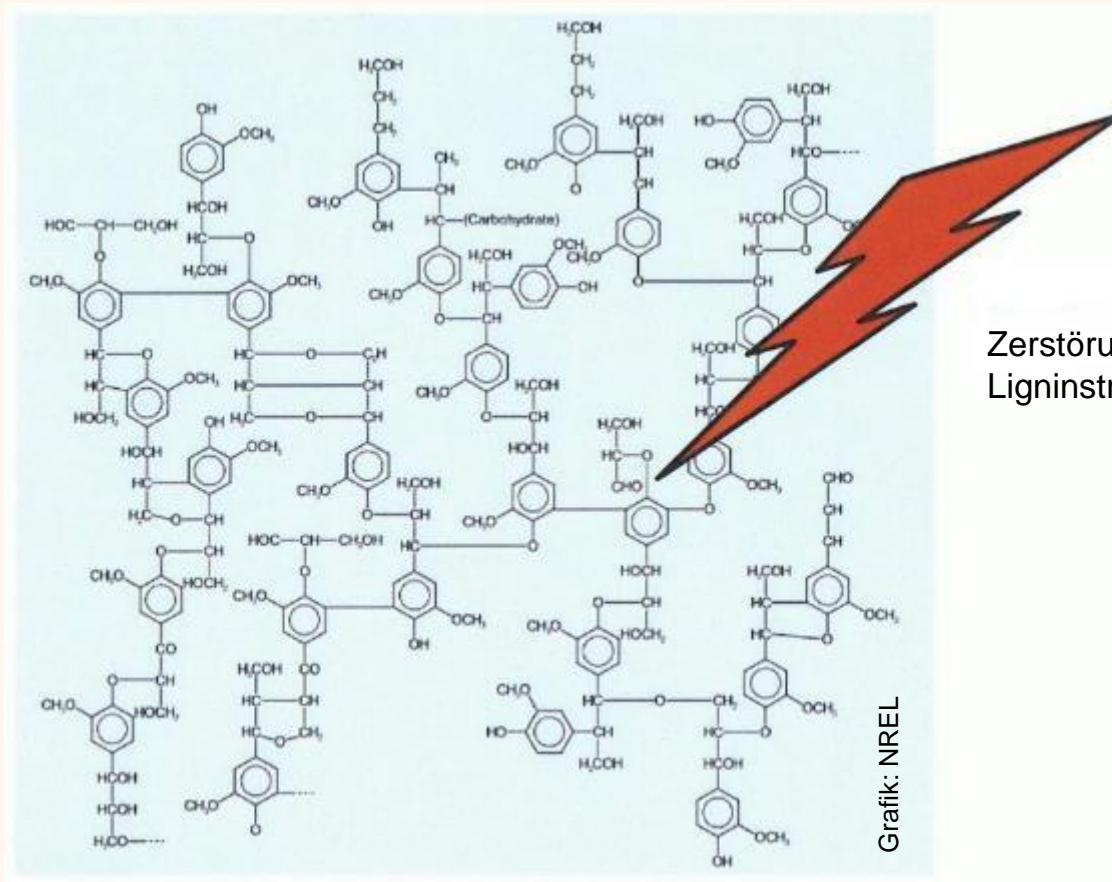


Substrataufbereitung – Lignozellulose - biologisch aufgebaut und abbaubar

- Aufschlussverfahren
- übergeordnete Faserstrukturen, Hemicellulosen, und Lignin sind zu entfernen
- enzymatischer weiterer Aufschluß in wässriger Lösung (Zellulasen)



Substrataufbereitung – Wirkung der Bioextrusion in der Zellstruktur



Zerstörung der
Ligninstruktur

Grafik: NREL

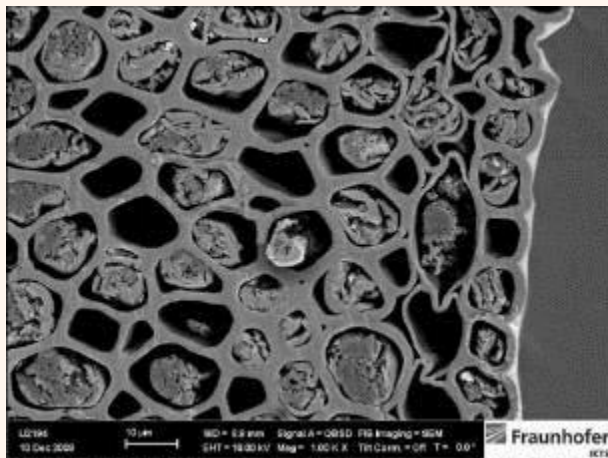
Substrataufbereitung – Lignozellulose (komplexes Substrat)



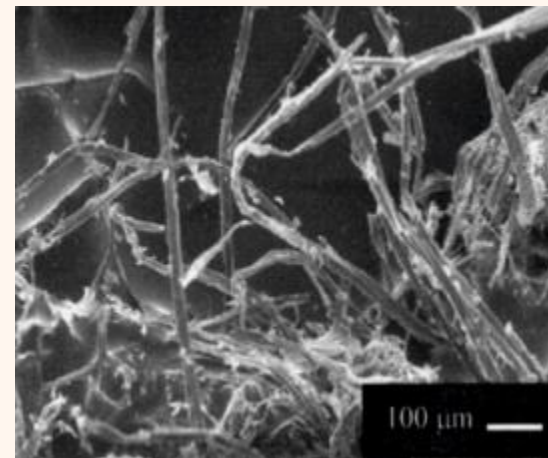
Stroh,
unbehandelt



Stroh,
nach Bioextrusion



Zellstruktur,
unbehandelt



Aufschluss bis
ins Zellgefüge,
n. Bioextrusion

Substrataufbereitung – Bioextrusion von Stallmist



Substrataufbereitung – Bioextrusion von Deichschnitt



Substrataufbereitung – semimobile Kompaktieranlage



Fermentation – BGA Pöhl - 499 kW_{elektrisch}

Deutschland
Land der Ideen
Ausgewählter Ort 2009



Unsere Demonstrations- und Modell-Biogasanlage zur Trockenfermentation 499 kW_{elektr.}

Input:

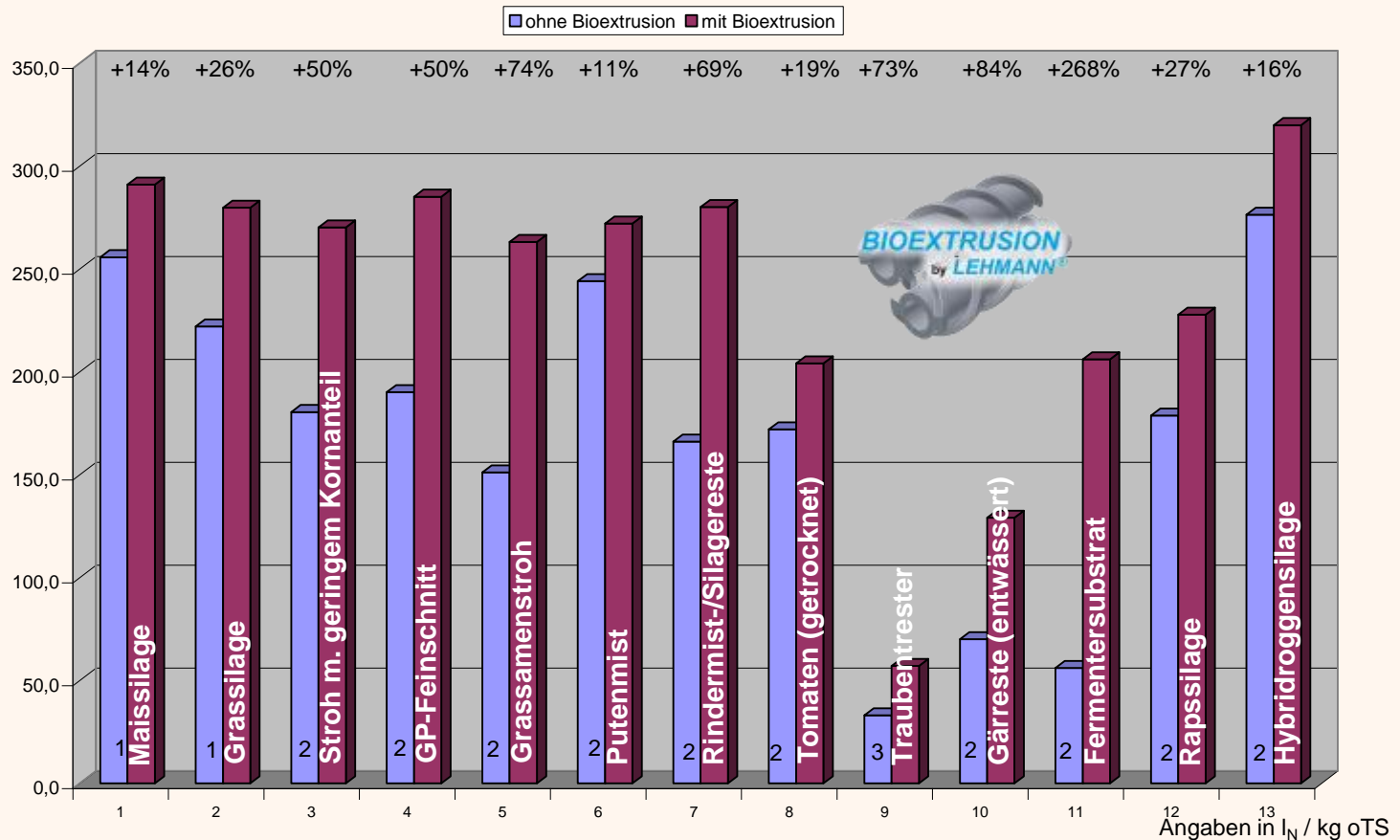
strohiger Mist, Landschaftspflegematerial, trockene Ganzpflanzensilage, Maissilage, Grassilage und einem hohen Grasanteil von 55%

- Baubeginn im Februar 2008
- Inbetriebnahme Ende Dezember 2008
- Input ca. 30 t/d nachwachsende Rohstoffe

Besonderheiten der Biogasanlage

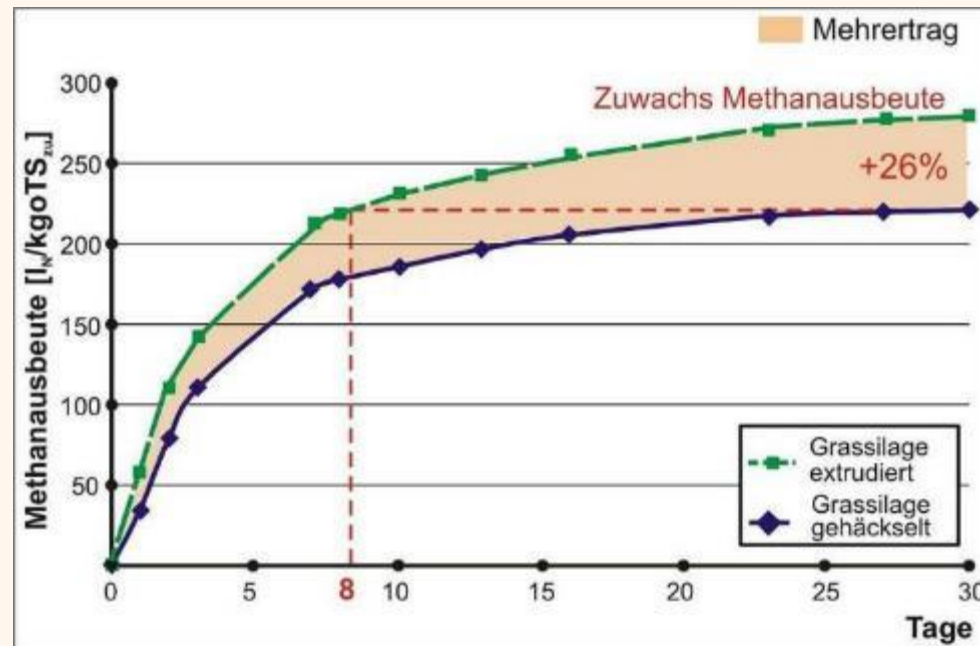
- Bioextrusion
- Separation des Gärrestes
- Kompaktierung / Pelletierung des Gärrestes mit Trocknung
- Gasentschwefelung nach BioPEAC-Verfahren
- LMSV® Verfahren für Gärreste

Fermentation – Methanertragssteigerung durch Bioextrusion



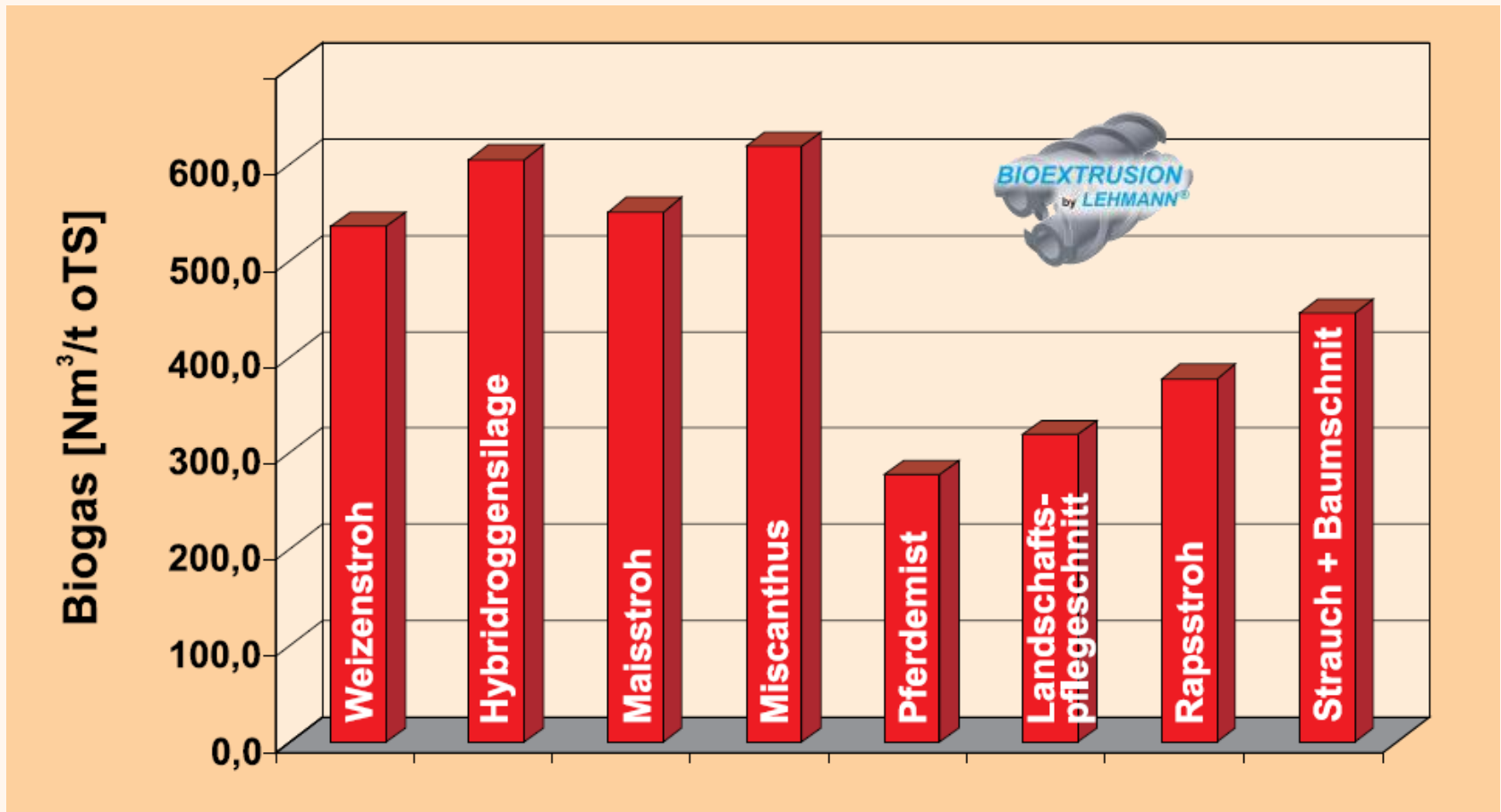
Quellen: 1 Sächs. Landesanstalt f. Landwirtschaft, 2 Biogas Oberfranken, 3 Prüf- u. Forschungsinst. Pirmasens, Batchversuche nach VDJ 4630

Fermentation – Beispiel: Grassilagevergärung

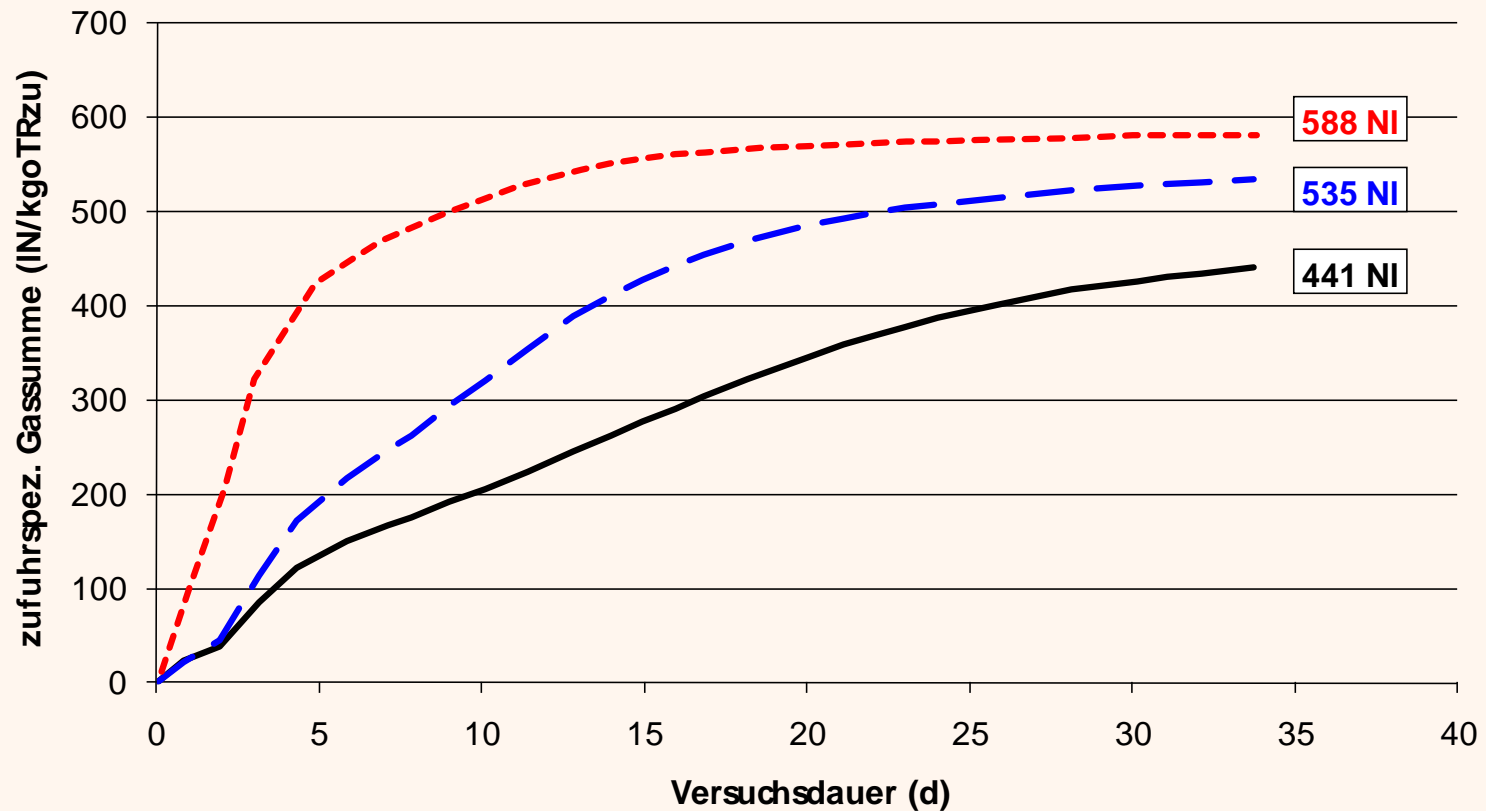


	Biogas- ausbeute	Methan- ausbeute	Methan- gehalt	Zuwachs an Methan- ausbeute	Zuwachs an Biogas- ausbeute
Grassilage original	382,92 l _N /kg oTS _{zu}	220,97 l _N /kg oTS _{zu}	58 Vol. %		
Grassilage extrudiert	496,08 l _N /kg oTS _{zu}	279,70 l _N /kg oTS _{zu}	56 Vol. %	26 %	29,5 %

Fermentation – Beispiel: Nutzung hochlignozellulosehaltiger Reststoffe und Substrate durch Bioextrusion



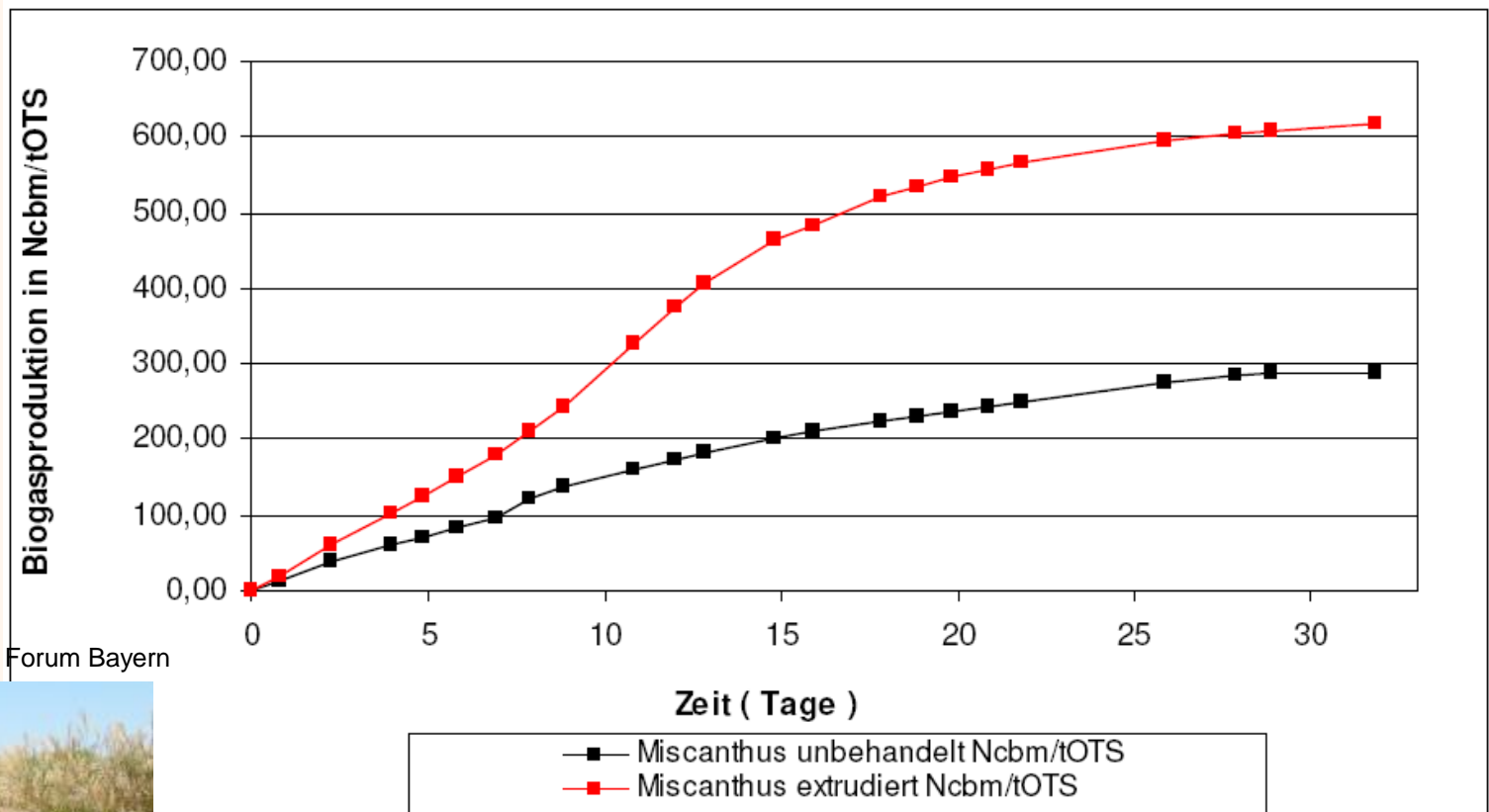
Fermentation – Beispiel: Strohvergärung



— Weizenstroh unbehandelt - - Weizenstroh extrudiert - · - Weizenstroh NaOH-Vollaufschluss

Quelle: Fraunhofer Gesellschaft IKTS Dresden

Fermentation – Beispiel: Miscanthusvergärung

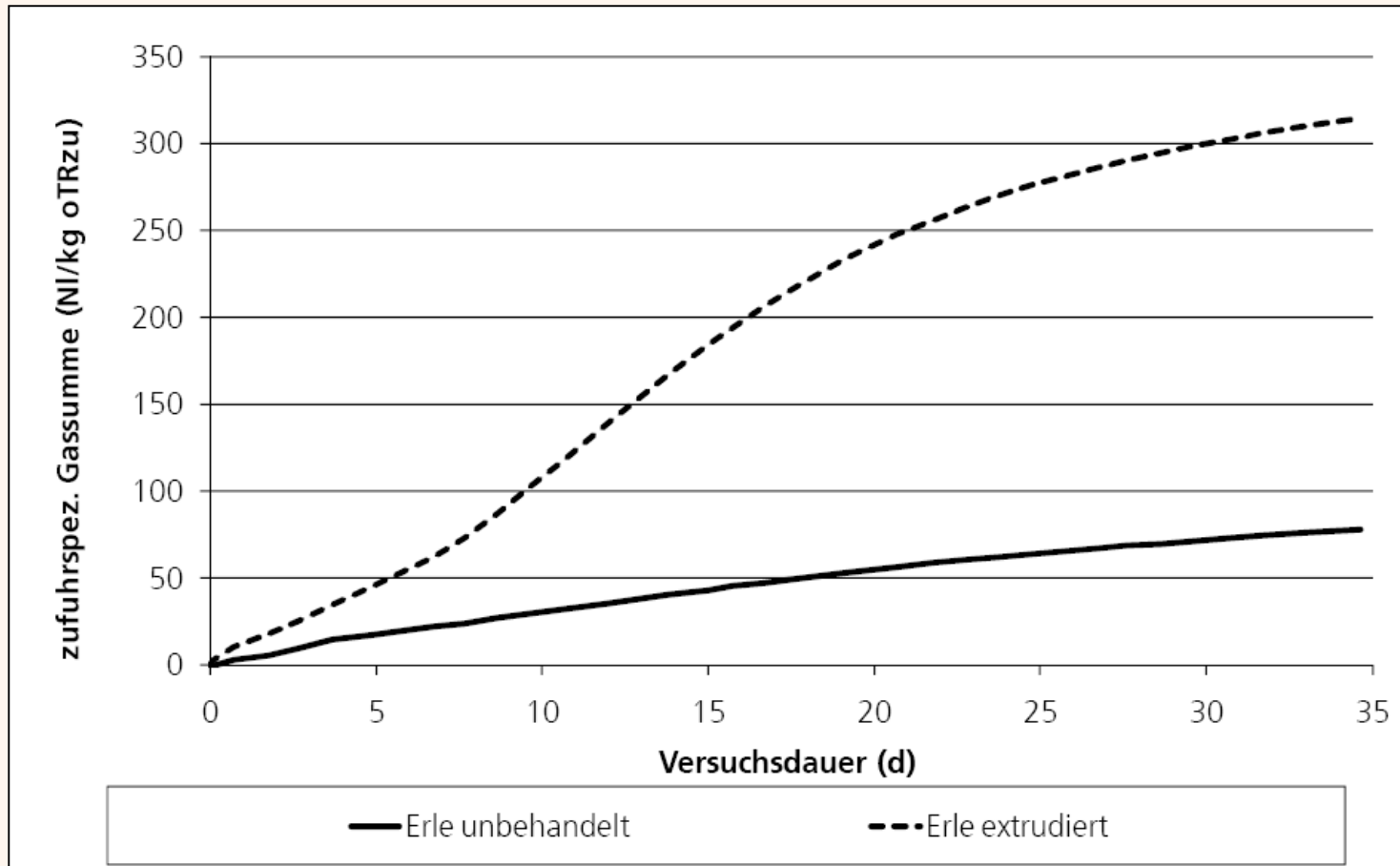


Quelle: Biogas Forum Bayern



Quelle: Biogas Oberfranken

Fermentation – Beispiel: Verholzter Strauch- und Baumschnitt



Quelle: Fraunhofer Gesellschaft IKTS Dresden

Gärrestaufbereitung

- Gärrestseparation
- Gärresttrocknung mittels Plattenbandtrockner, Trocknungscontainer, Turmtrockner oder Trockenboden (Nutzung der BHKW-Sekundärwärme)
- Nutzung der Gärreste
 - ▶ Flüssig zur landwirtschaftlichen Nutzung
 - ▶ Fest in Form von Düngestoffen (Pellet, Brikett), Heizmaterial (Brikett, Kompaktat, Pellet)
 - ▶ Vergasung nicht pelletierter Gärrest
 - ▶ Aufbereitung zu vorfluterfähigen Wasser

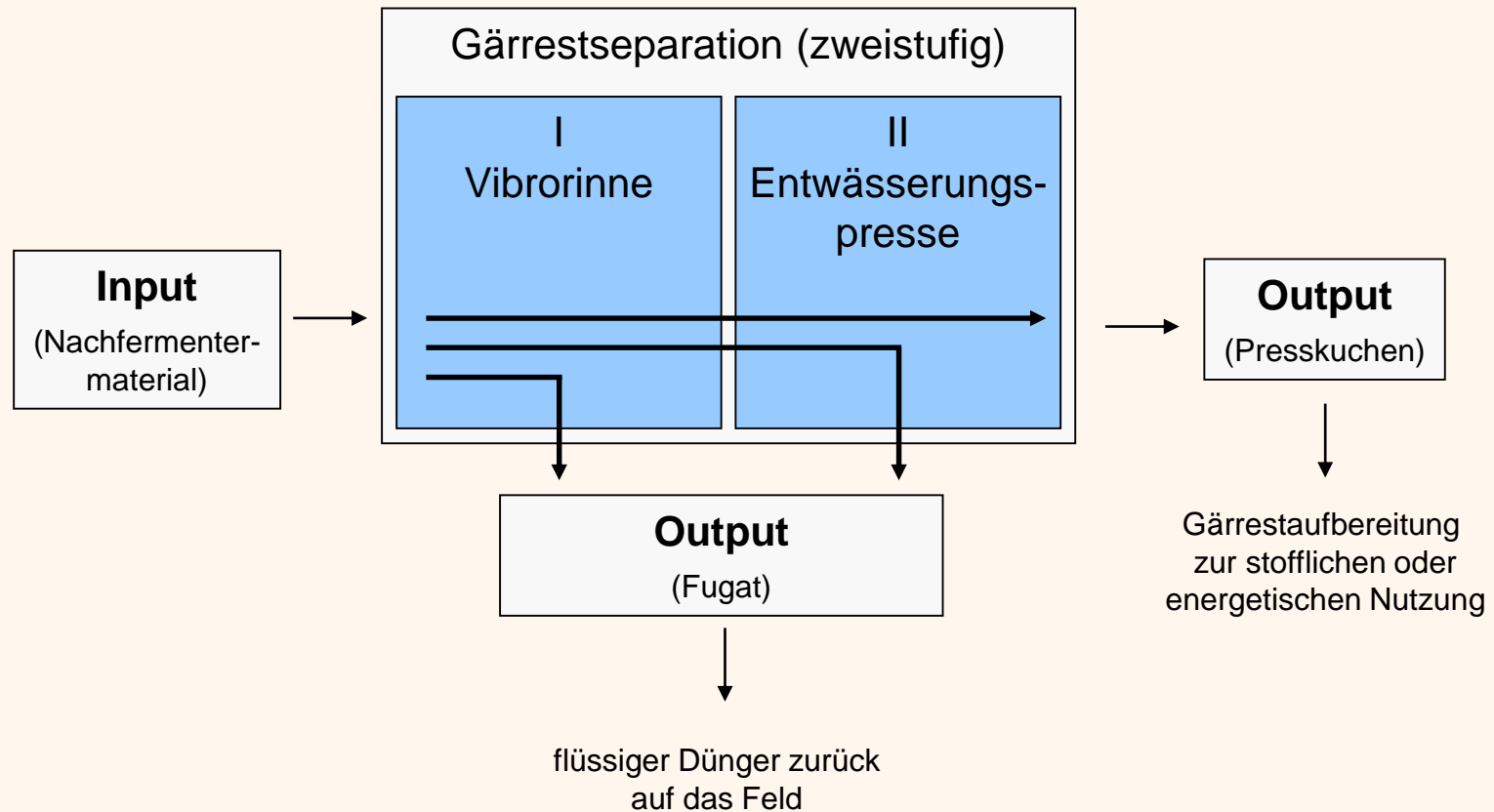
Gärrestaufbereitung – Zweistufige Gärrestseparation



Gärrestaufbereitung – Option: Separation mit Vibratorrinne



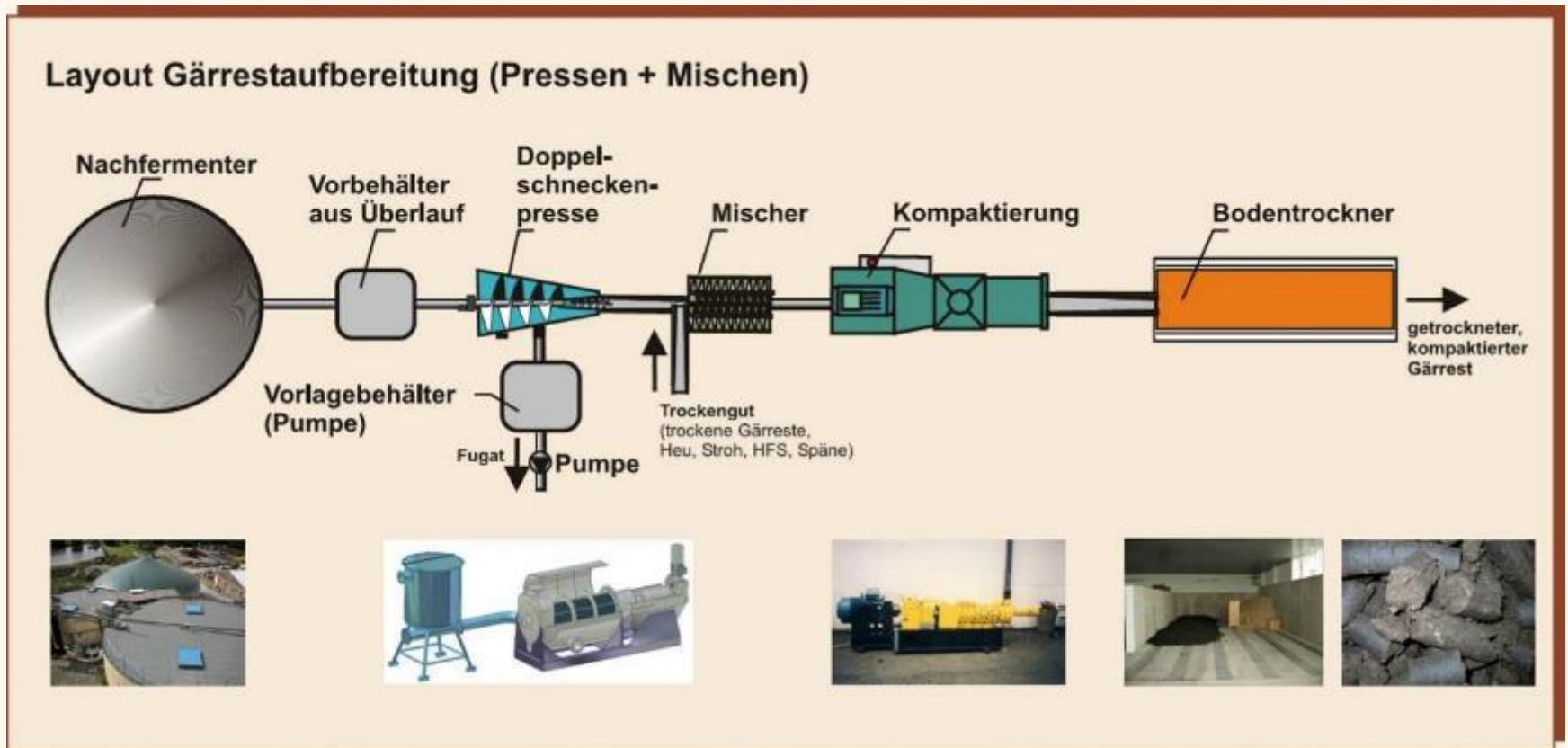
Gärrestaufbereitung – Zweistufige Gärrestseparation



Gärrestaufbereitung – Option: Separation mit Filterschnecke

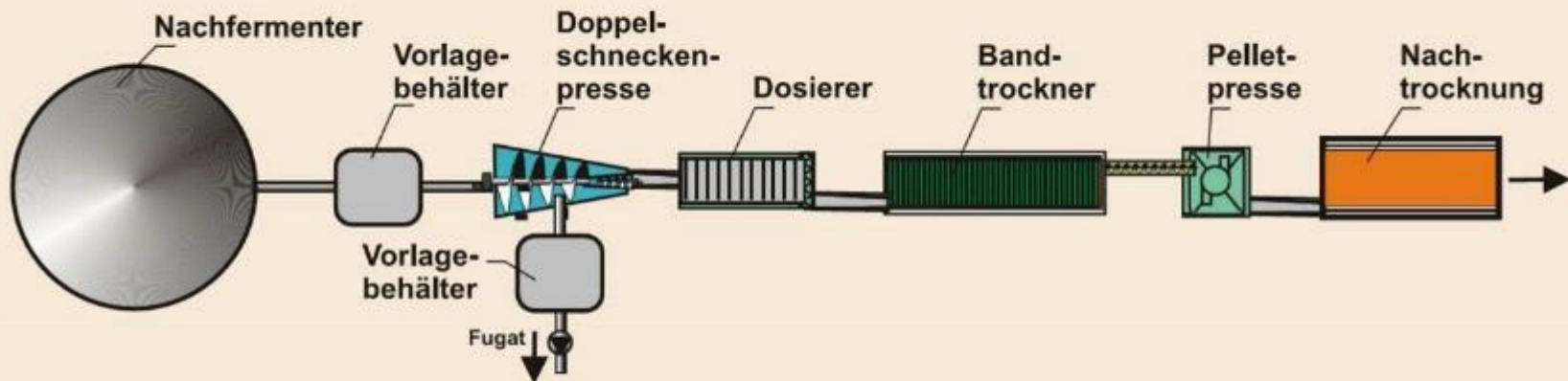


Gärrestaufbereitung – Naßkompaktierung

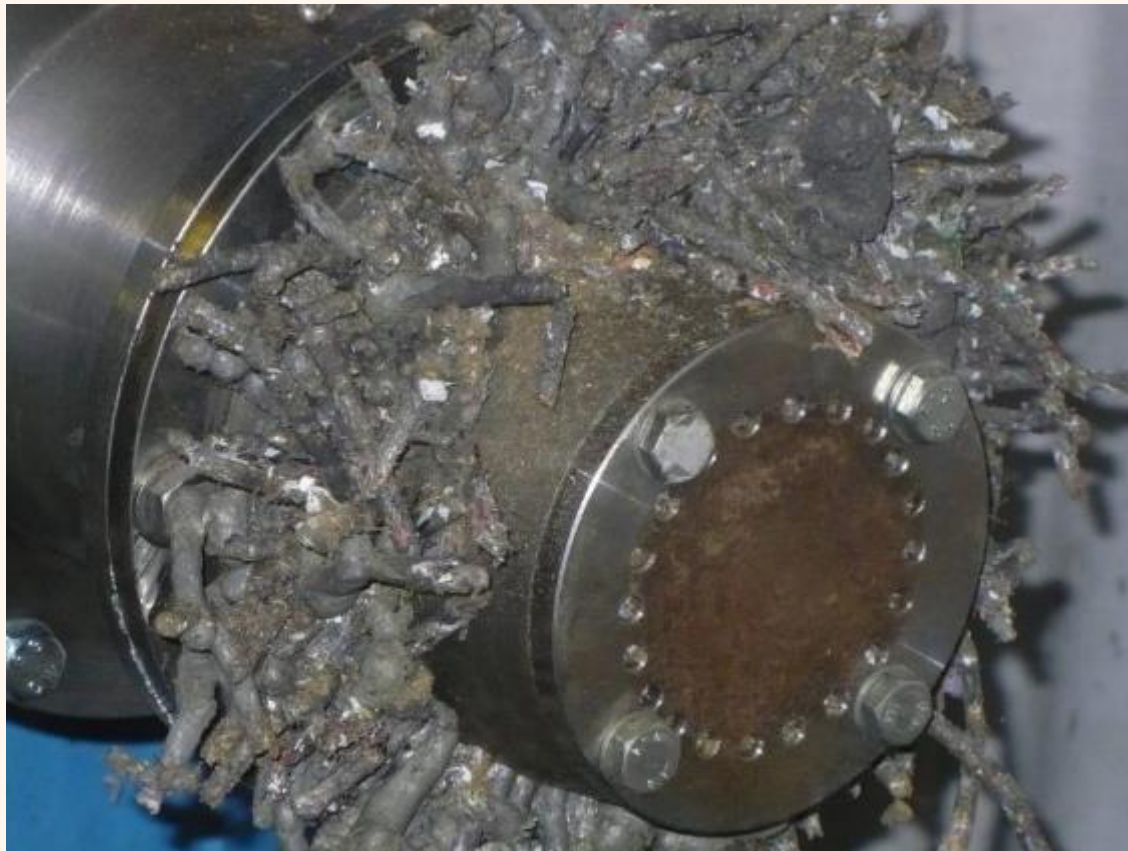


Gärrestaufbereitung – Naßpelletierung

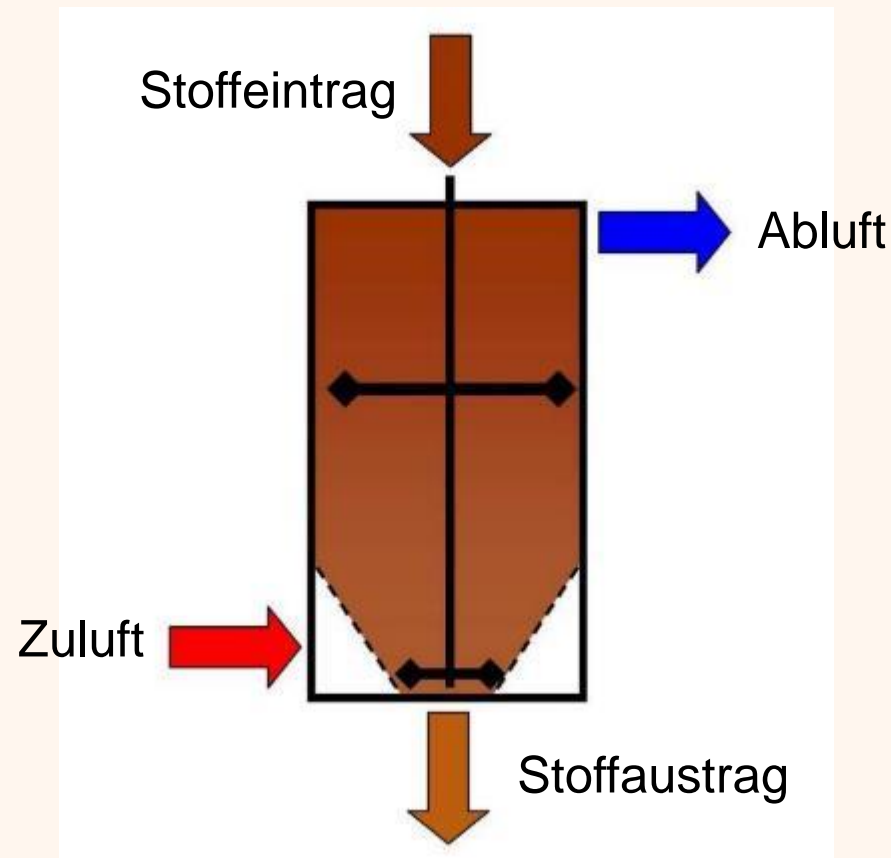
Layout Gärrestaufbereitung (Düngemittel Pellet)



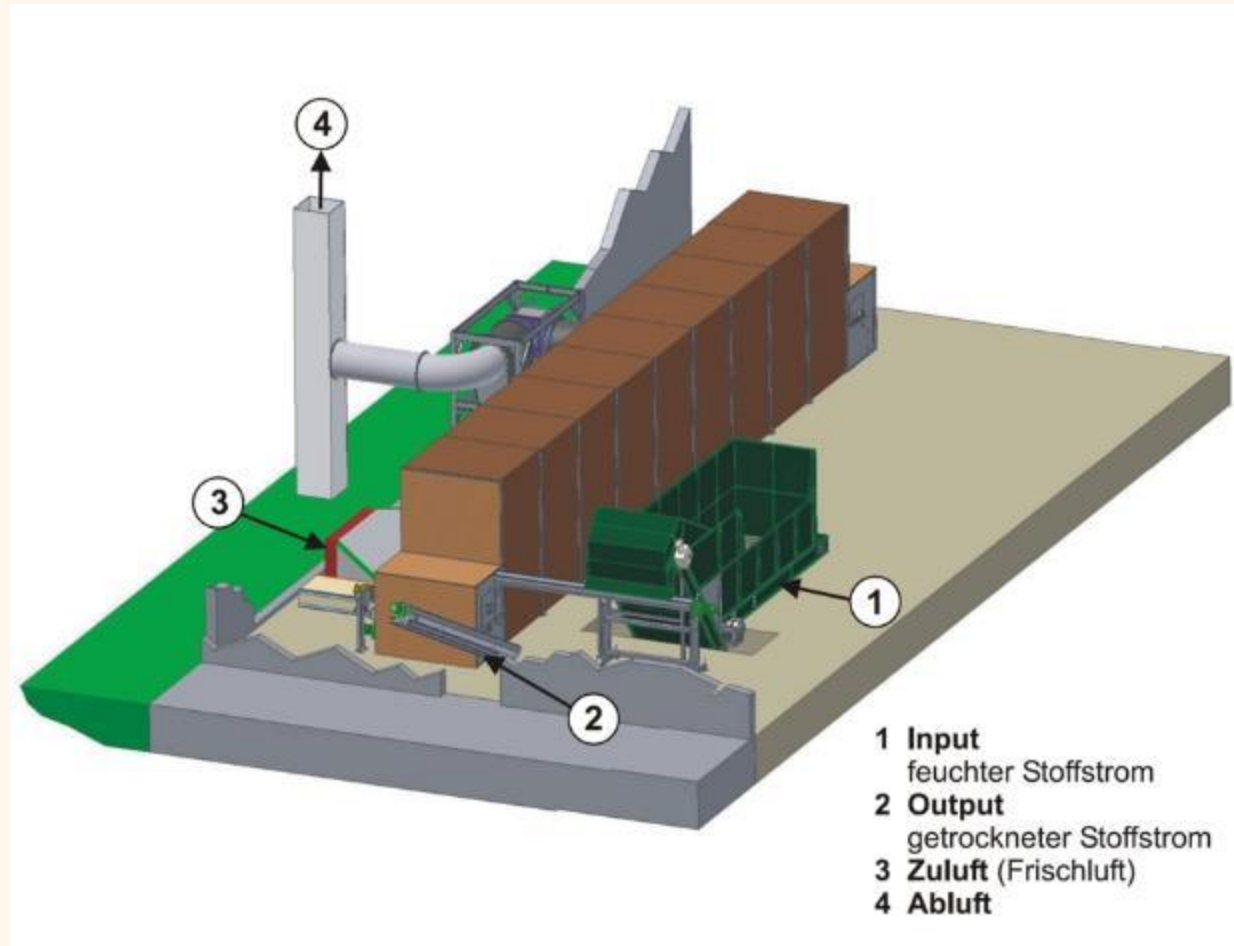
Gärrestaufbereitung – Außenwandagglomeration



Gärrestaufbereitung – Option: Trocknung mit Turmtrockner



Gärrestaufbereitung – Option: Trocknung mit Bandtrockner



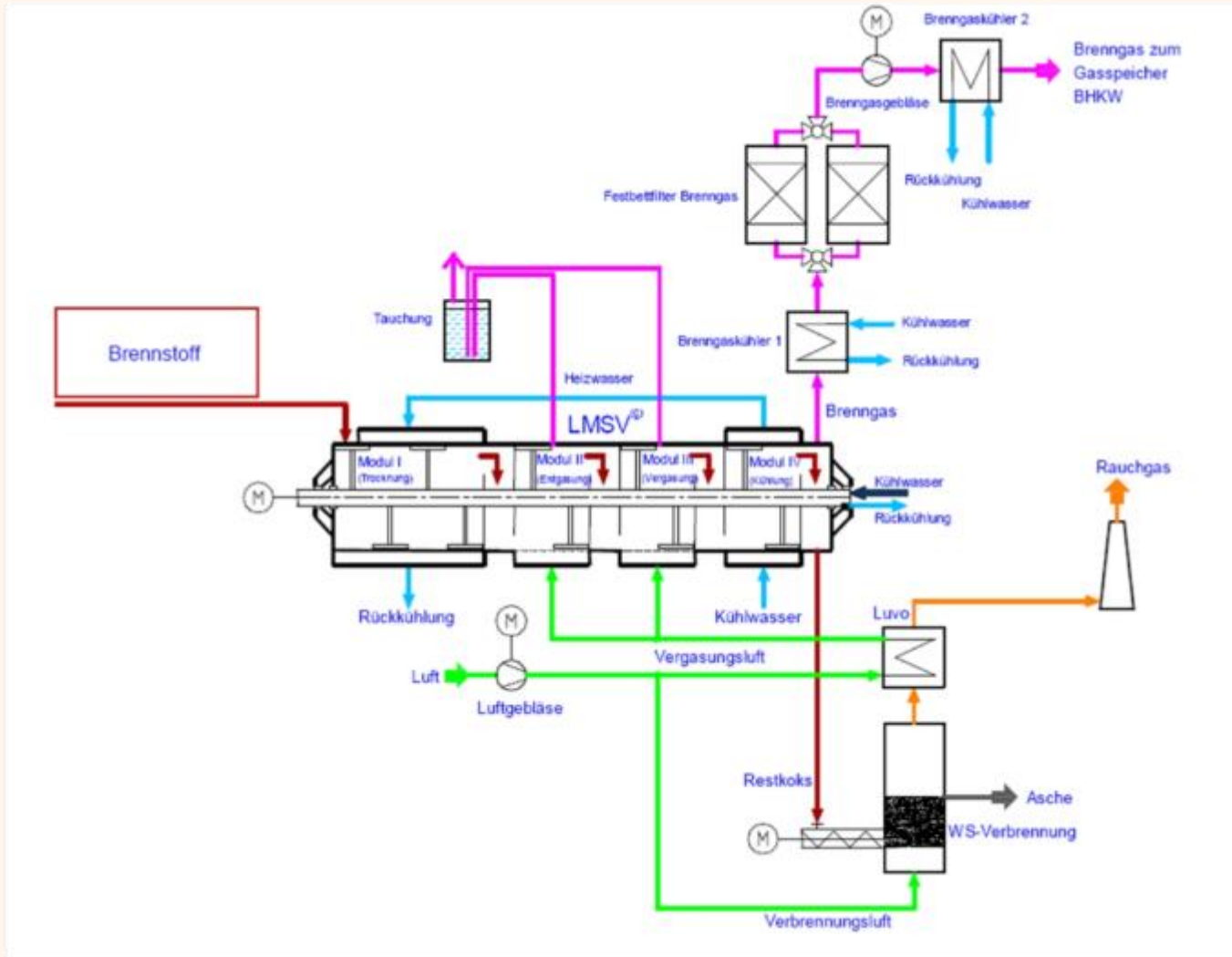
Gärrestaufbereitung – Option: Trocknungscontainer



Vergasung – LMSV® Vergaser



Vergasung – Verfahrensfließbild



Vergasung – Verfahrensmodule I - V und Funktion

- Modul I **Brennstoffvorwärmung**
 - » *Nachrocknung und Vorwärmen des Brennstoffes bei ca. 100°C mittels vorgewärmten Wassers aus Modul IV*

- Modul II **Entgasung**
 - » *Entgasung des Brennstoffes erfolgt unter Zugabe geringer Mengen an vorgewärmter Luft bei ca. 400 -500°C*
 - » *Entstehendes energiereiches Schwelgas wird über den Brennstoffüberlauf in das Modul III geleitet*

- Modul III **Vergasung**
 - » *Vergasung des Schwelkokes sowie thermische Umsetzung des Schwelgases bei ca. 600 – 700 °C*
 - » *Als Vergasungsmittel wird Luft durch Düsen in den unteren Boden des Vergasungsmoduls III eingeblasen*

- Modul IV **Brenngaskühlung**
 - » *Restkoks aus der Vergasung und das Brenngas werden auf Temperaturen von ca. 100 °C gekühlt.*
 - » *Beim Abkühlen des Brenngases kondensieren Teerbestandteile, die von der Restkoksschüttung aufgenommen und zusammen mit dem Restkoks im Verbrennungsmodul V verbrannt werden.*
 - » *Der Mantel des Kühlungsmoduls IV ist wassergekühlt, die dabei gewonnene Wärme wird zur Brennstoffvorwärmung im Modul I genutzt.*



Prozess teil des Vergasers

Vergasung – Verfahrensmodul I - V und Funktion

■ Modul V

Verbrennung

- » *Die Verbrennung des Restkohlenstoffes aus dem Modul IV erfolgt in oxidierender Atmosphäre bei Temperaturen < 900 °C in einem Wirbelschichtverbrennungsmodul V.*
- » *Das entstehende Rauchgas dient zur Luftvorwärmung für die Module I und II.*

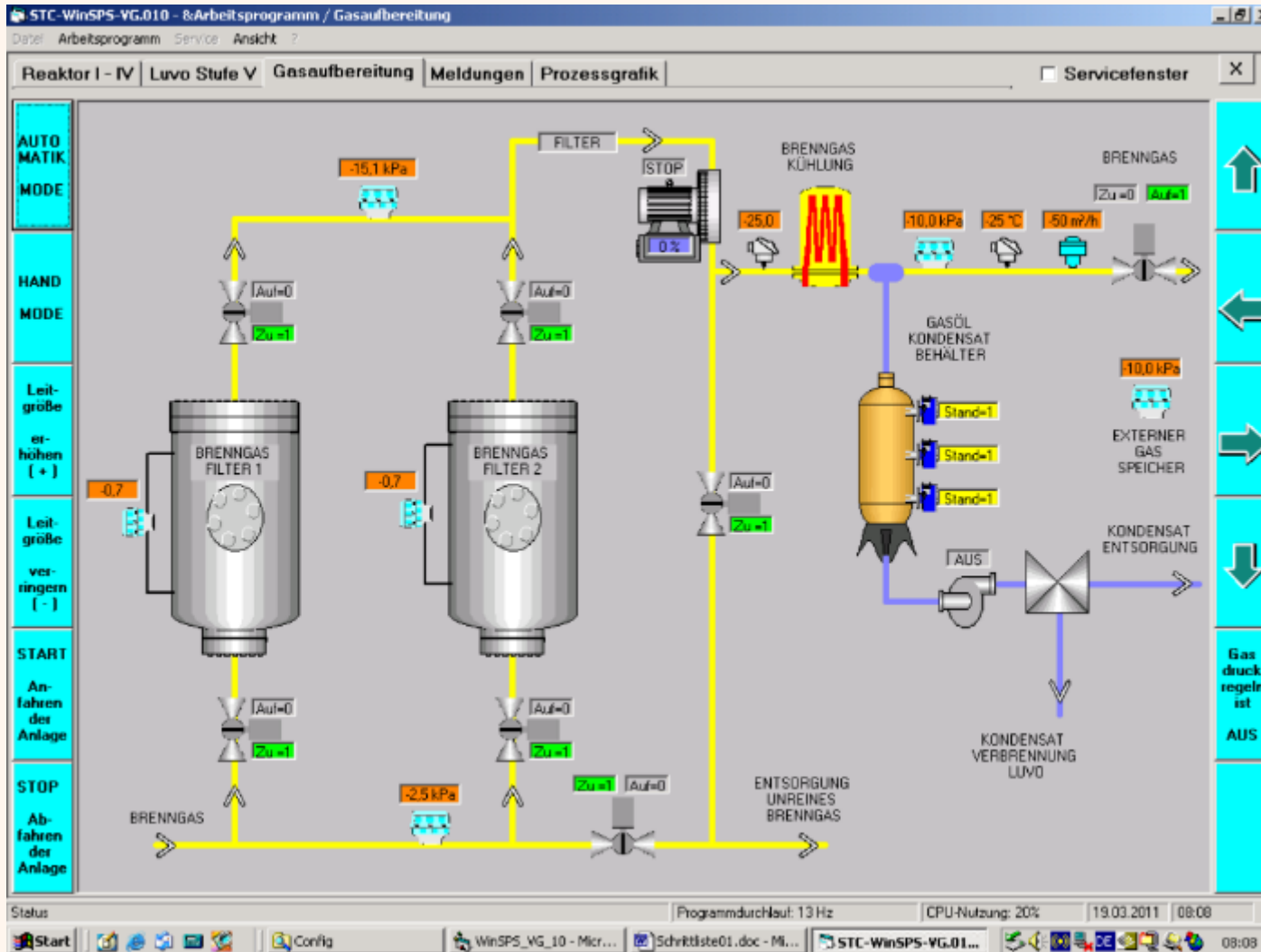
■ Brenngasnachreinigung / Verdichtung

- » *Nachreinigung des Brenngases von Teer und Restwasser erfolgt nach Vorkühlung auf ca. 40°C im Festbettfilter*
- » *Filtermaterial: Holzspäne oder Aktivkohle*
- » *Filtermaterial als Brennstoff rückführbar*
- » *Brenngas mittels Gebläse für Gasmotoren oder Thermen nutzbar*



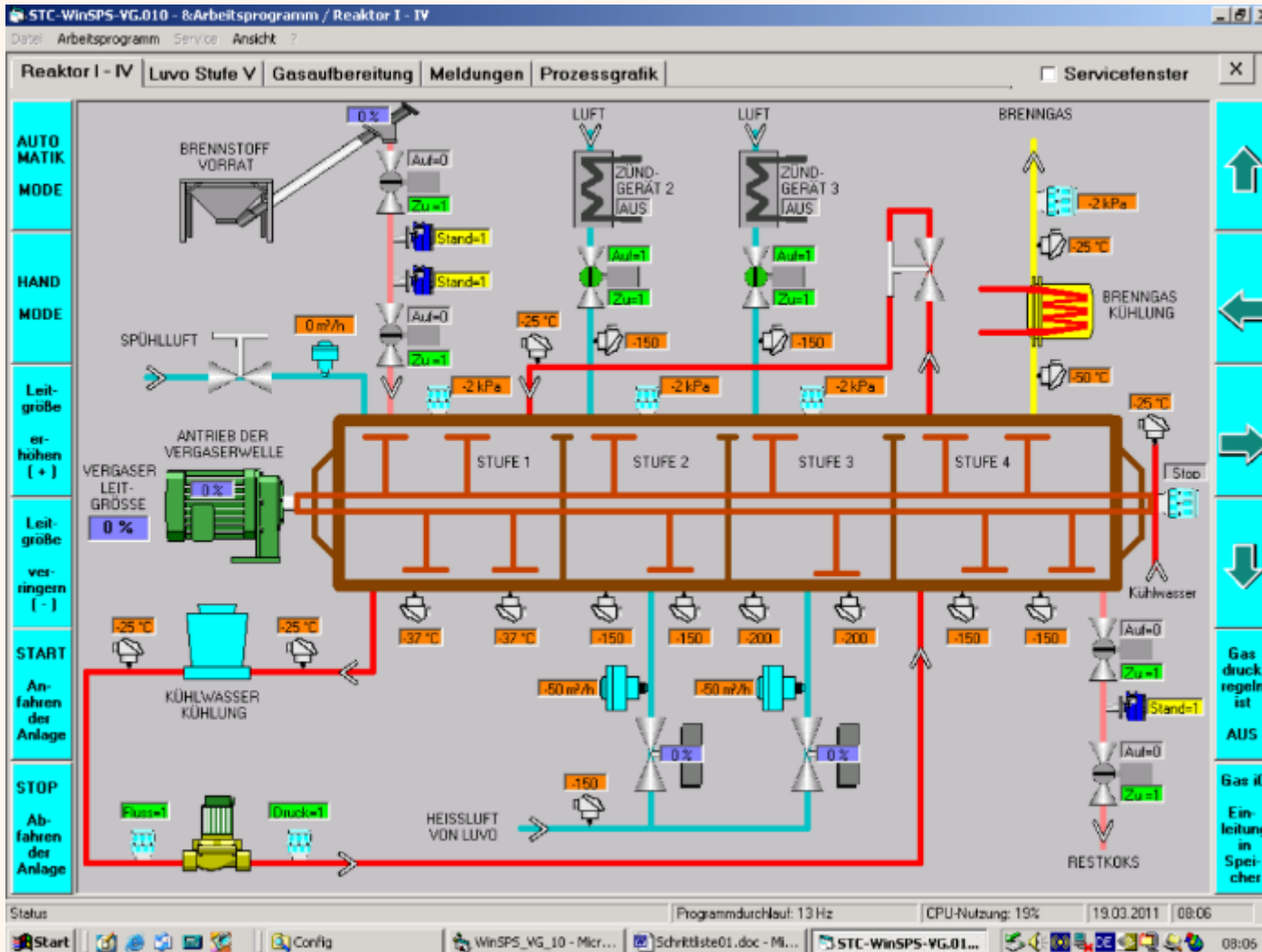
Gasverdichter

Vergasung – MSR Technik



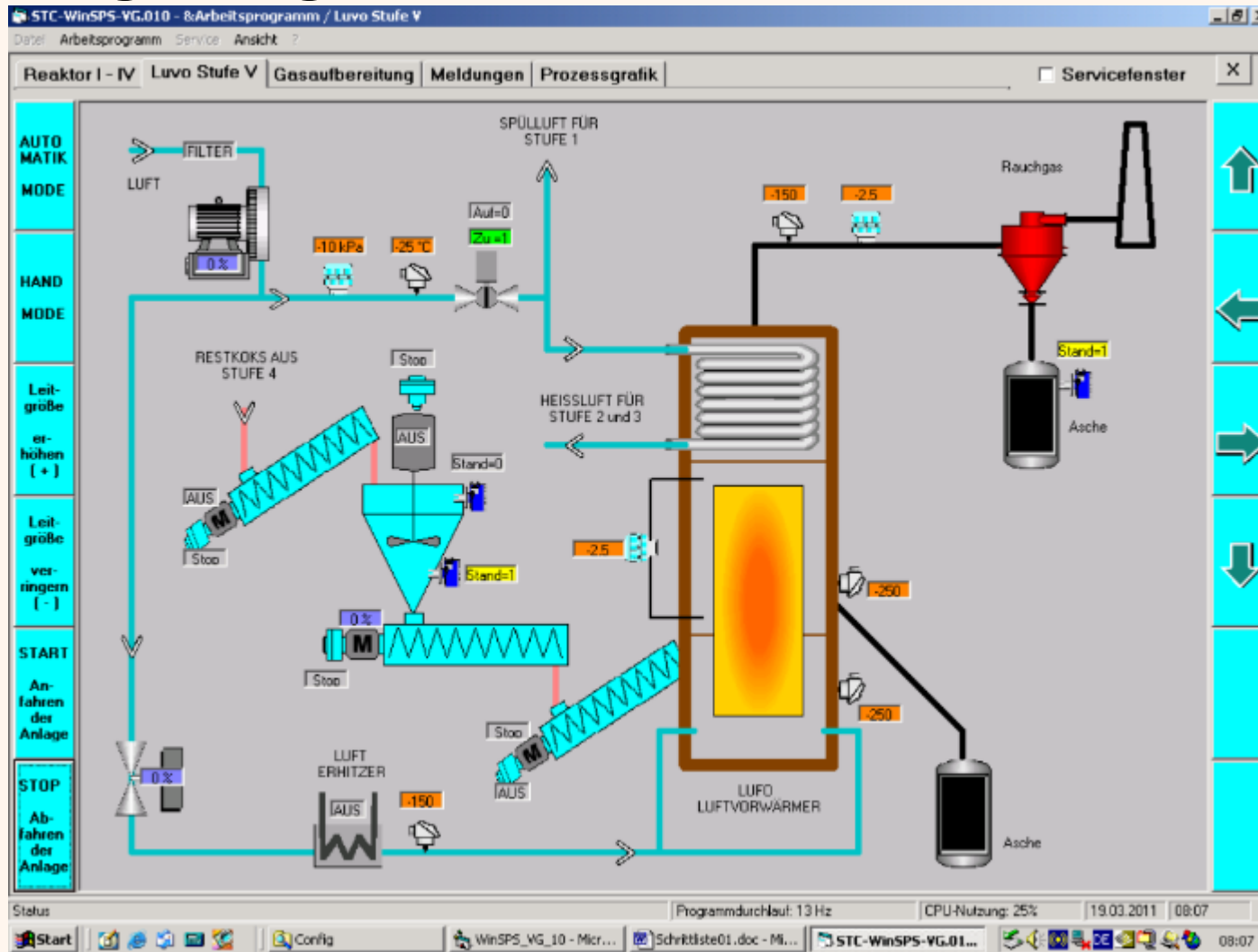
Produktionsfenster:
- Gasaufbereitung -

Vergasung – MSR Technik



Produktionsfenster:
- Reaktor -

Vergasung – MSR Technik



Produktionsfenster:
- Luftvorwärmer -

Vergasung – Variantenrechnung: Gärreste



■ Verbrennung - Modul V

- » *mit Verbrennungsstufe und Luftvorwärmung*
- » *Als fester Reststoff fällt deponiefähige Asche an.*
- » *ohne Verbrennungsstufe, ohne Luftvorwärmung*
Als fester Reststoff fällt kohlenstoffhaltiger Restkoks an, der gesondert entsorgt werden muss.

■ Brennstoff

- » *Gärreste*
*Masse 50 kg/h, Wassergehalt 8,8% (Gärreste vorgetrocknet),
 Heizwert 14,6 MJ/kg*

■ Verwertung der teerhaltigen Kondensate

- » *Teerhaltiges Kondensat wird in die Verbrennungsstufe gegeben.*
- » *Teerhaltiges Kondensat wird zur Entsorgung gegeben.*

■ Teergehalt im Brenngas nach Modul III

- » *Für die Berechnungen wird angenommen, dass der Teer aus dem Modul III vollständig in der Kühlstufe Modul IV niedergeschlagen und mit dem Restkoks ausgetragen wird. Der Teergehalt variiert rechnerisch zwischen:*
- » *Teergehalt = 0 g/m³*
- » *Teergehalt = 10 g/m³*

Danke für Ihre geschätzte Aufmerksamkeit

LEHMANN Maschinenbau GmbH

Jocketa – Bahnhofstraße 34
08543 Pöhl

Dipl.-Ing. Thilo Lehmann

Geschäftsführer

Tel.: (+49) (0)37439 / 74410

Fax: (+49) (0)37439 / 74425

anfrage@lehmann-maschinenbau.de

www.lehmann-maschinenbau.de