



## Alternatives Entsorgungssystem internationaler Schiffsabfälle zur Energieerzeugung

Maik Orth, Bassel Ibrahim, Stefan König, Fabian Bröcker

FKZ 03KB119A - Waste and Sludge to Energy (WAS2E)

8. Statuskonferenz  
Leipzig, 18 Sept'2019

## Waste and Sludge to Energy (WAS2E) Entsorgungskonzept für Schiffsabfälle internationaler Herkunft

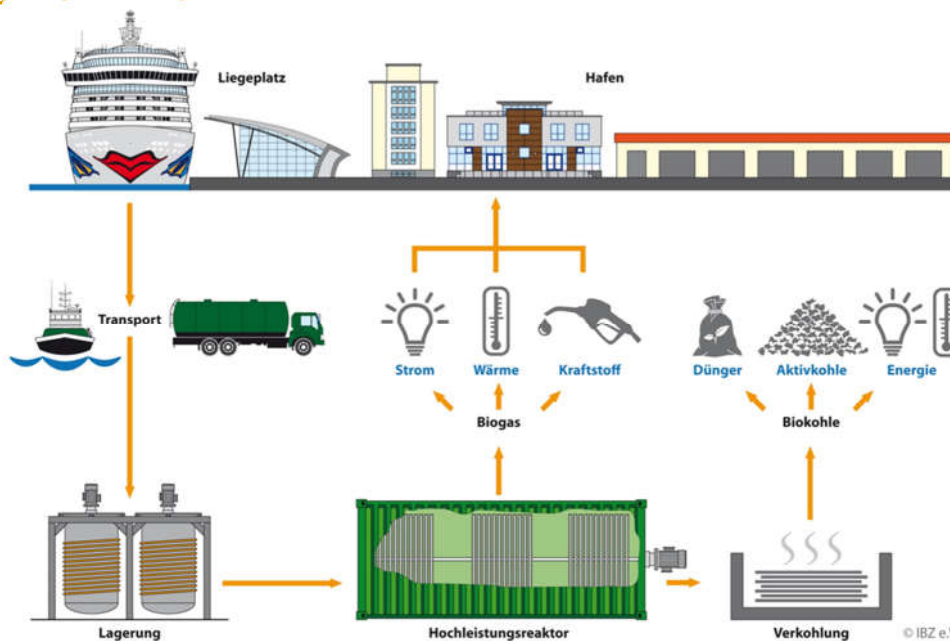
Laufzeit: 1.12.2016 - 30.11.2018

Förderkennzeichen: FKZ 03KB119A

Partner:



## Entsorgungskonzept für Schiffsabfälle internationaler Herkunft



3

8. Statuskonferenz 2019 | Orth IBZ

18.09.2019

## Hintergrund - Motivation

### Markt Kreuzfahrtschiffe:

- Deutsche Touristen 2018: ca. 2,23 (2016: 2,02 Mio.)
- Umsatz dt. Kreuzfahrtmarkt 2018: ca. 3,85 Mrd. € (2016: ca. 3,38 Mrd. €)
- Passagiere Welt 2018: ca. 28.5 Mio. (2016: ca. 24 Mio.)

### Situation MV (Rostock/Warnemünde)

- Entwicklung der Anläufe:
  - 2002 – 62 Anläufe
  - 2008 – 115 Anläufe (ca. 171.800 Passagiere)
  - 2016 – 181 Anläufe (ca. 553.000 Passagiere)
- Wichtigster Kreuzfahrthafen der dt. Ostsee
- Platz 6 aller Kreuzfahrthäfen in der Ostsee

### Beispiel Anfall Biomass

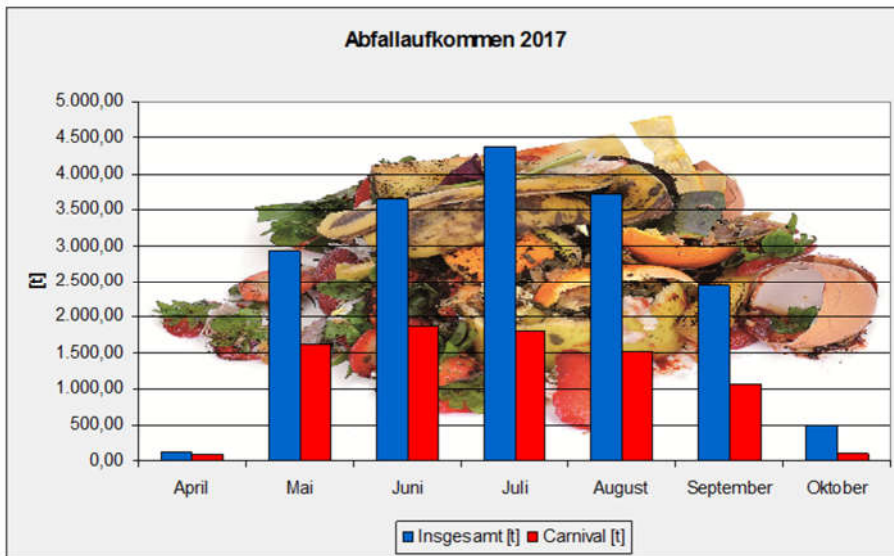
- Kreuzfahrtschiff mit 2.500 Passagiere: Anfall Speisereste ca. 6 t/d (5m<sup>3</sup>/d)

4

8. Statuskonferenz 2019 | Orth IBZ

18.09.2019

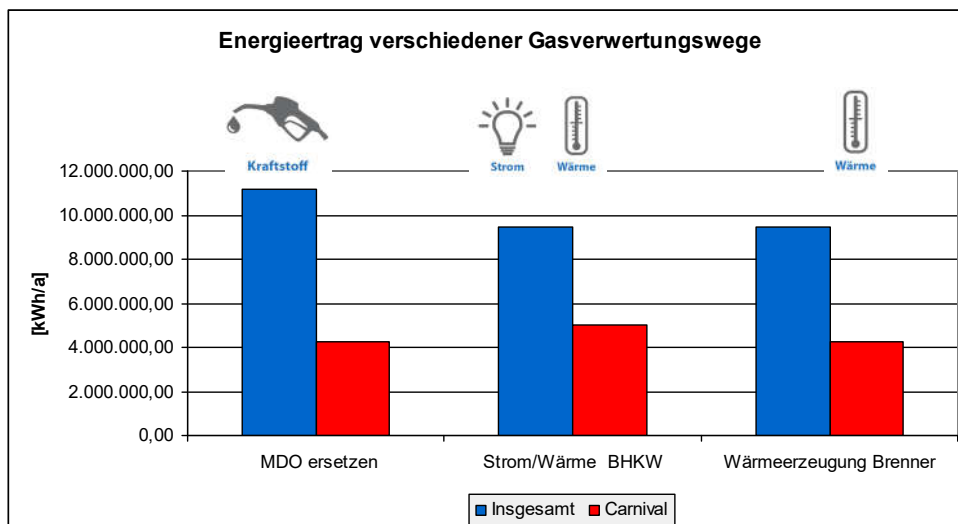
## Potentiale am Kreuzfahrtterminal Rostock: Abfallaufkommen



Abfallaufkommen insgesamt in Rostock: ca. 17.600 t/a (Organik)  
 Anteil CARNIVAL: ca. 8.000 t/a



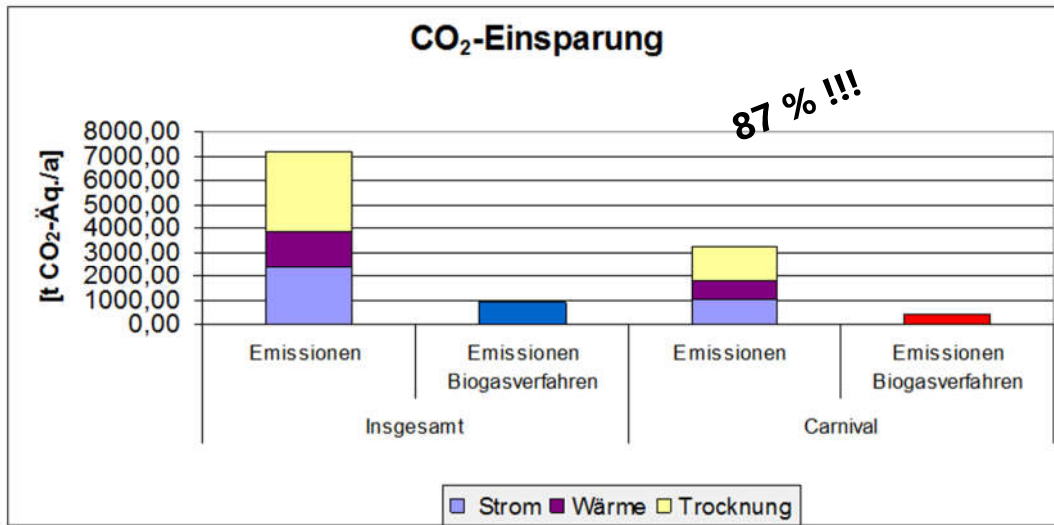
## Potentiale am Kreuzfahrtterminal Rostock: Energieertrag



1,3 MW Feuerungsleistung bei 8.000h/a



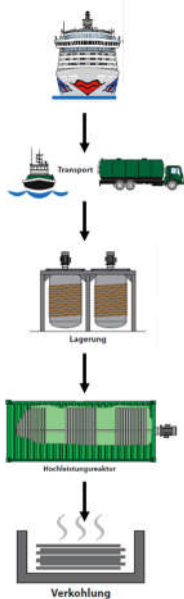
## Potentiale am Kreuzfahrtterminal Rostock: CO<sub>2</sub> - Einsparung



Einsparpotential Insgesamt: 6253 t CO<sub>2</sub>-Äq. je Jahr

Einsparpotential CARNIVAL: 2829 t CO<sub>2</sub>-Äq. je Jahr

## Überblick Forschungsbedarf



### Lagerung an Bord

- Substratcharakteristik
- Untersuchungen Lagerstabilität
  - Batchversuche
  - Kontroversuche

### Zwischenlagerung an Land

- Fest-/Flüssigtrennung (Lagerstabilität, Energieverteilung)

### Fermentation

- Zweiphasige Oberflächenfermentation zur Ansiedlung von Bakterien im Fermenter

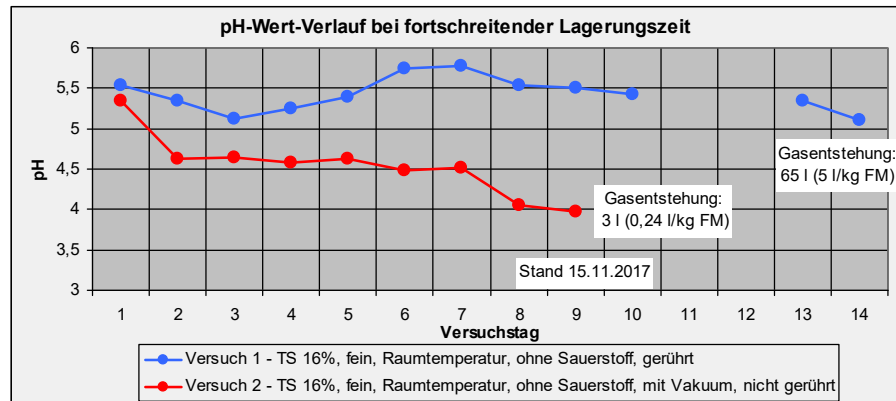
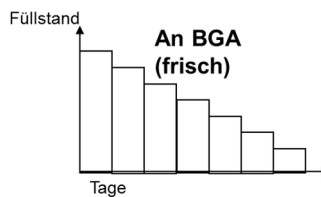
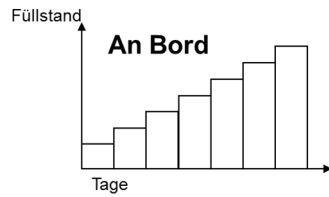
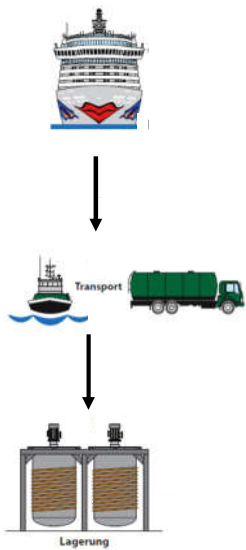
### Hygienisierung

- HTC
- Pyrolyse

### Ziele/Motivation

- Hohe Lagerstabilität
- Vermeidung toxischer und explosiver Gase an Bord
- Energieeffizienz
- Überbrückung saisonaler Biomassesenken
- Steigerung Substratdurchsatz, Reduzierung Fermentervolumen
- Verfahrenseffizienz
- Nachweis hygienische Unbedenklichkeit

## Ausgewählte Ergebnisse - Lagerungsversuche – Kontinuierlich



9

8. Statuskonferenz 2019 | Orth IBZ

18.09.2019

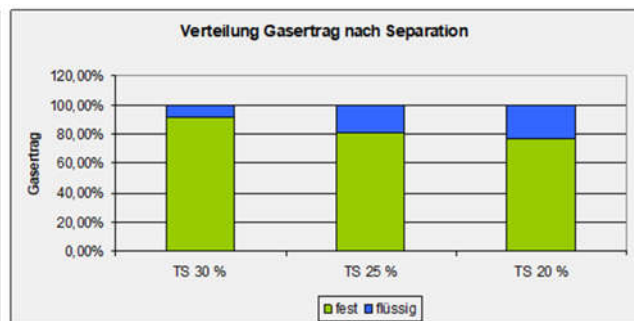
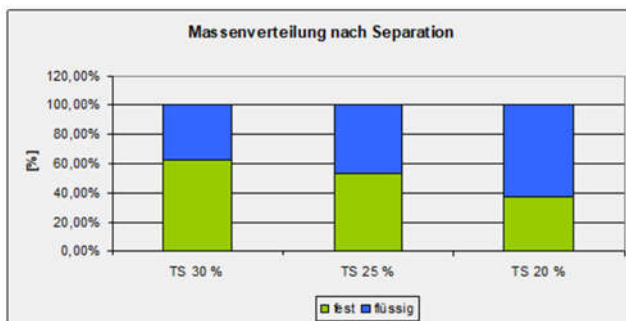
## Ausgewählte Ergebnisse – Zwischenlagerung Land



### Untersuchungen zur Betriebsweise der BGA

- Kontinuierlicher Betrieb
- Saisonaler Betrieb
- Saisonaler Teillastbetrieb

Fest / Flüssigtrennung interessant für einen saisonalen Teillastbetrieb?

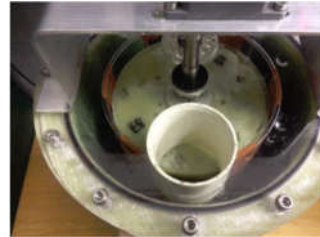
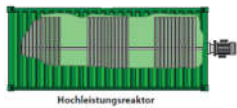


10

8. Statuskonferenz 2019 | Orth IBZ

18.09.2019

## Ausgewählte Ergebnisse - Fermentation



- Ca. 7 % mehr Gas
- 2 % höherer Methangehalt
- Betrieb allerdings suboptimal



## Ausgewählte Ergebnisse - Hygienisierung



Laborautoklav für HTC



Versuchsanlage der Pyrolyse/Torrefizierung



Temperatur:	180°C/ 200°C/ 220°C	200°C/ 300°C
Reaktionszeit:	5h / 15h	15-120 min
Substrate:	Speisereste, versäuerte Speisereste, Gärreste	

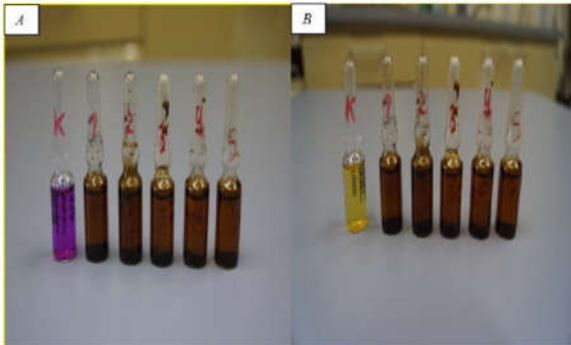


## Ausgewählte Ergebnisse - Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit

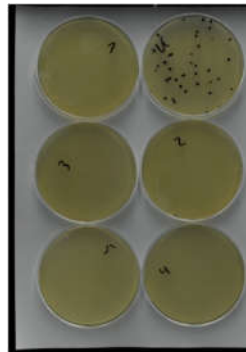


### Verwendeten Keime:

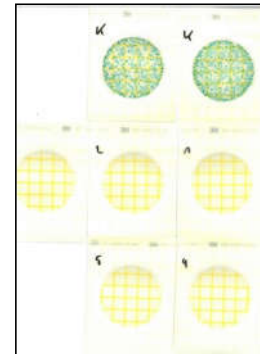
- hitzeresistenter *B. Stearotherophilus*,
- Chlostridien
- E-Coli-Bakterien



Sterikon-Plus Tests in Ampullen



Nachweis Clostridium

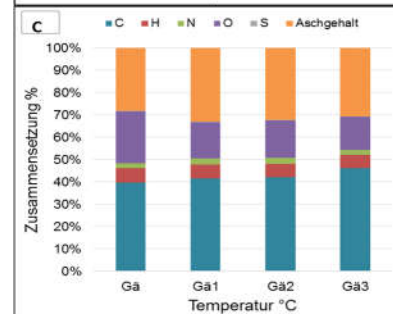
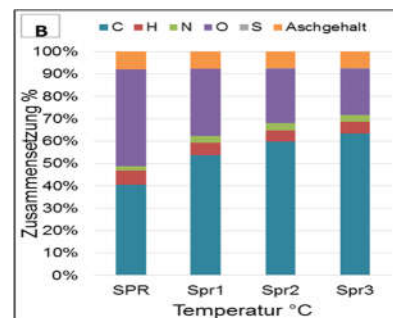
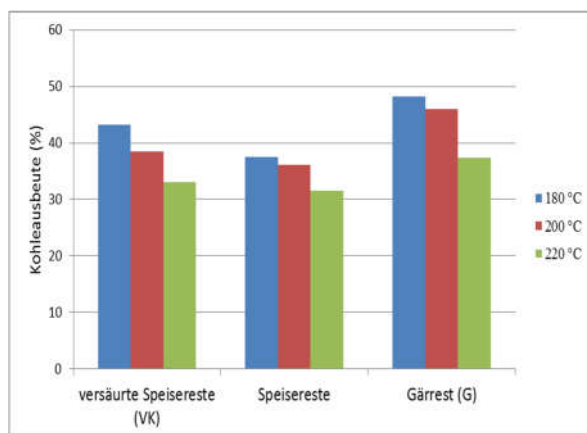


Nachweis E.Coli

## Ausgewählte Ergebnisse – HTC Untersuchungen



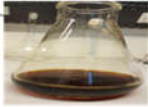
### Kohleausbeute und Elementarzusammensetzung



## Ausgewählte Ergebnisse – HTC Untersuchungen



### Inhaltsstoffe der HTC-Prozesswässer

Parameter	Einheit	Grenzwert des Abwasser	HTC-wasser von Gärrestes		HTC-wasser von Küschenabfälle		HTC-wasser von versäurte Küschenabfälle	
			bei 180 °C	bei 200 °C	bei 180 °C	bei 200 °C	bei 180 °C	bei 200 °C
PH-Wert	(-)	6,5-10,0	6.125	6.132	3.60	3.96	3.60	3.92
Farbe	(-)	Farbstoffhaltiges Abwasser darf nur soweit abgeleitet werden, als dessen Entfärbung in der kommunalen Abwasserbehandlungsanlage gewährleistet ist.	Dunkelbraun					
Geruch	(-)	Durch das Ableiten von Abwasser dürfen an den Kontrollschächten und Abwasserbehandlungsanlagen keine belästigenden Gerüche entstehen.	Starkes Geruch					
(TOC)	mg/l		9107,69	8230,55	19296,70	17355,22	15718,62	15534
chemischer Sauerstoffbedarf (CSB)	mg/l	800	28000	24000	57000	51000	44000	47000
biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB5)	mg/l	500	21000	17000	40000	35000	25000	31000
TNb-ges. geb. Stickstoff	mg/l	100	2896.65	2704.94	1507	1189.77	1256.22	1227.99

## Zusammenfassung Entsorgungskonzept für Schiffsabfälle internationaler Herkunft

- Biogene Schiffsabfälle bieten ein interessantes Potential für die energetische Verwertung u.a. mit relativ geringem logistischen Aufwand zur Bereitstellung.
- Gegenüber dem Stand der Technik ist eine CO<sub>2</sub>-Einsparung von 87% möglich.
- Der saisonale Anfall stellt eine Herausforderung da. Eine Fest-Flüssigtrennung zur Realisierung eines saisonalen Teillastbetriebes erscheint nicht zielführend. Favorisiert wird derzeit ein saisonaler Betrieb.
- Das Projekt erbrachte den Nachweis der Hygienisierung durch ein der Fermentation nach geschaltetes Pyrolyse- bzw. HTC-Verfahren. Dies eröffnet die Möglichkeit der Anerkennung des Gesamtverfahrens als alternative Verarbeitungsmethode in die Durchführungsverordnung zur EU-Verordnung (EG Nr. 1069/2009)
- Weiterer Untersuchungsbedarf besteht in der Verwertung / Behandlung des HTC-Prozesswassers



## Kontakt

### IBZ Hohen Luckow e.V.

AnsprechpartnerIn: **Maik Orth**

E-Mail: [ibz@ibz-hl.de](mailto:ibz@ibz-hl.de)

Telefonnr.: 038295 / 74101

Webseite: [www.ibz-hl.de](http://www.ibz-hl.de)

Anschrift: Bützower Str. 1a  
18239 Hohen Luckow



**Innovations- und Bildungszentrum  
Hohen Luckow e.V.**

