

**Die umweltgerechte Räumung,
Lagerung, Aufbereitung sowie die
anschließende Verwertung von
Algenanschwemmungen im
Amtsbereich Nord- Rügen. Pilotprojekt
für Rügen und das Land Mecklenburg-
Vorpommern**

**„Treibsel-Symposium“
17.10.2016 in Boltenhagen**

Prof. i.R. Dr.-Ing. habil. Hartmut Eckstädt
BSG Biogas Service GmbH Berlin

Algenanschwemmungen am Strand von Juliusruh am 4.5.2009



Algenanschwemmungen am Strand von Juliusruh am 4.5 2009

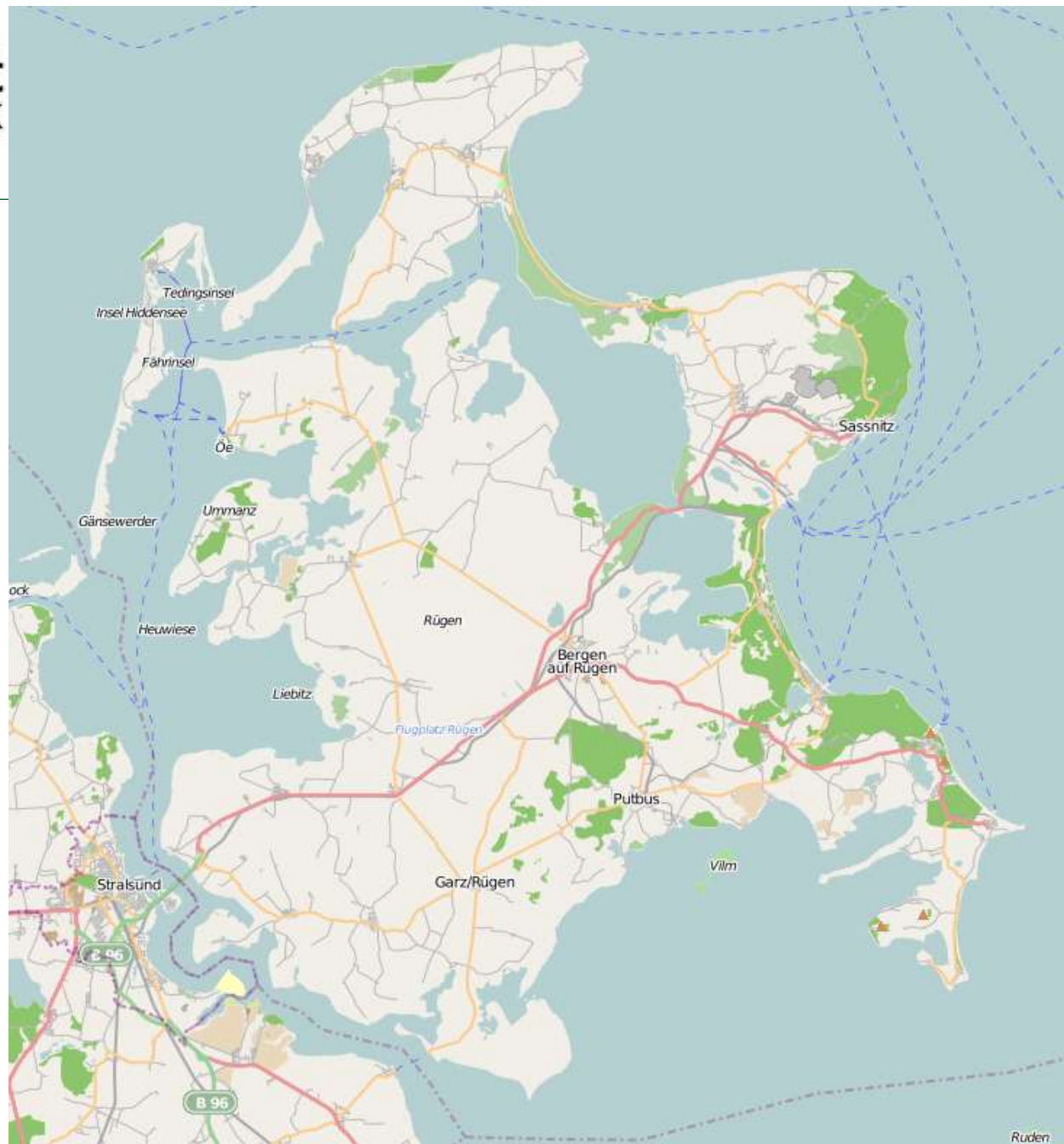


Algenanschwemmungen am Strand von Juliusruh am 4.5.2009



Seegrasanschwemmungen in Boltenhagen im Mai 2009



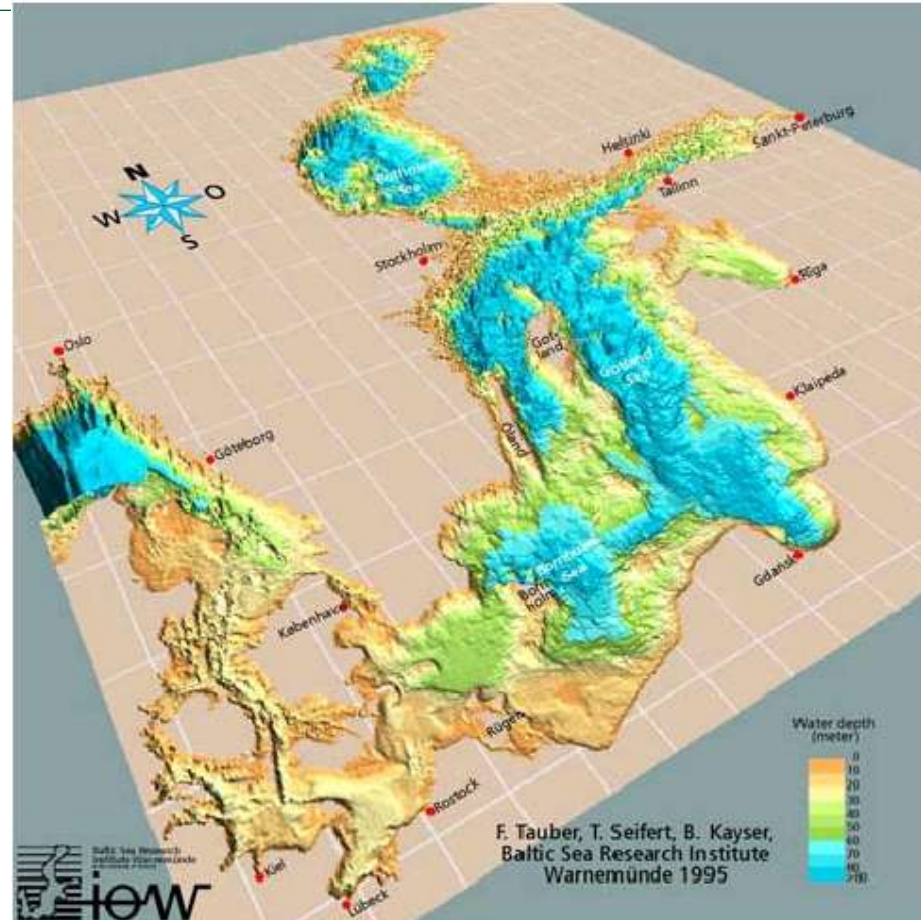


1. Problemstellung und Zielsetzung
2. Mengen und Inhaltsstoffe
3. Räumkonzept
4. Lagerung des Materials
5. Verwertungsverfahren
6. Weitere Vorgehensweise
7. Finanzierungs- und Betriebskonzept



1. Problemstellung und Zielsetzung

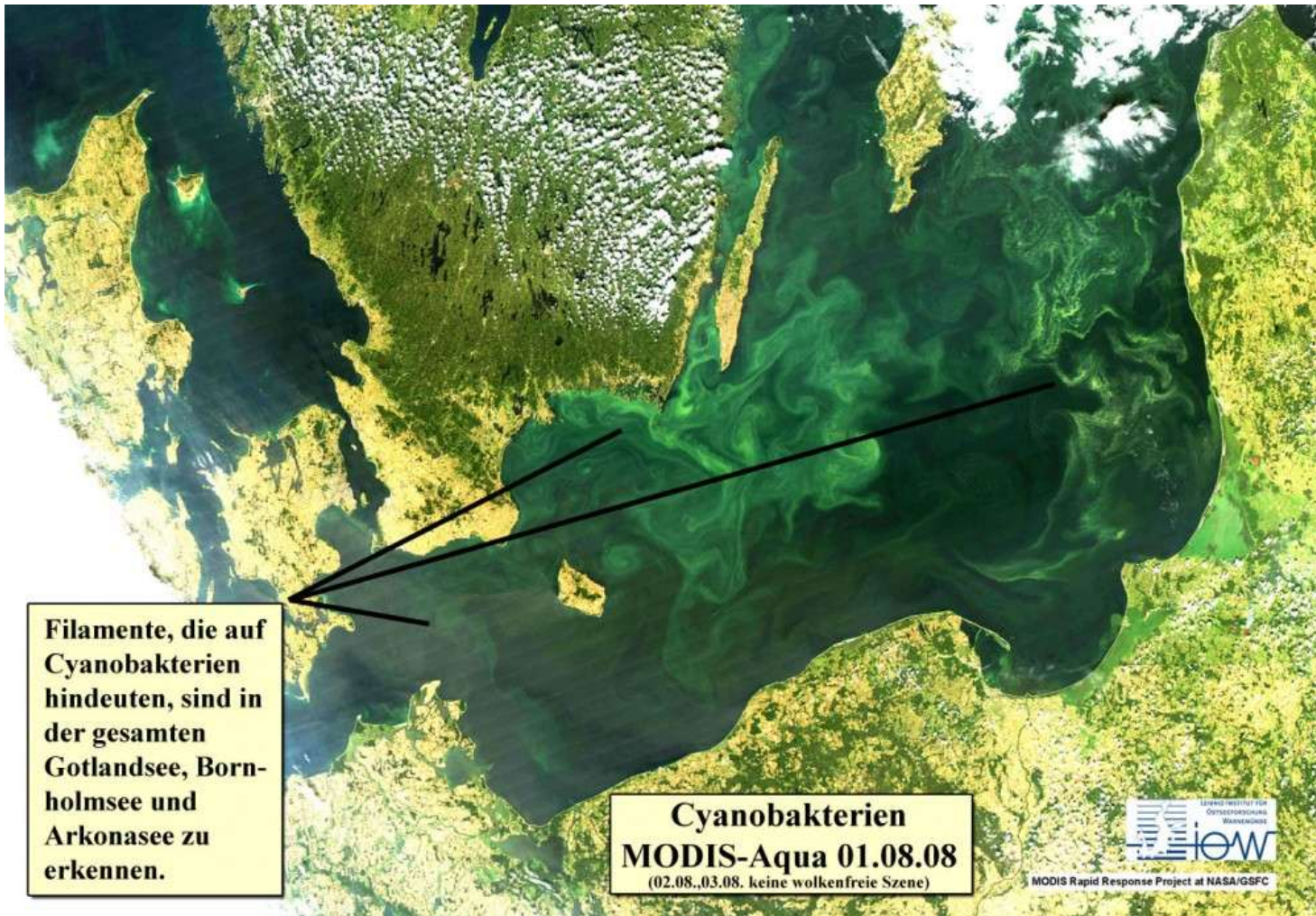
- Ostsee ist überdüngt
- Eutrophierung hängt von vielen Faktoren ab, Tendenz der Überdüngung zunehmend
- Speicherung von Nährstoffen in tieferen Schichten, Entwicklung von Cyanobakterien
- Algenteppiche entstehen in der mittleren Ostsee
- Algen werden bei Ostwindlagen an die Küsten gespült
- Zersetzung des Materials führt zu Geruchsbelästigungen



Tiefenprofil der Ostsee, Quelle der Grafik: IOW



Blaugrünalgenverteilung im Raum Rügen, Juli/August
2006, westliche Ostsee, Quelle: MODIS



- **Problemstellung:**
Minderung des regionalen touristischen Wirtschaftswertes der Insel Rügen infolge großer Algenanschwemmungen
- **Zielsetzung:**
Säuberung der Strände, Schaffung regionaler Kreisläufe durch Verwertung der Algenbiomasse

- Gemäß §3 Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz sind Algen/Treibsel, welche z.B. im Rahmen der Strandreinigung eingesammelt werden, als Abfall definiert
- Nach dem §4 KrW-/AbfG sind Abfälle stofflich zu verwerten oder zur Gewinnung von Energie zu nutzen
- Verwertungspflicht ist einzuhalten, soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich zumutbar ist



2. Mengen und Inhaltsstoffe

- Qualität Ostseewassers in Strandnähe i.a. gut
- Anschwemmungen und Lagerung der Algen zur Entwässerung bringen Probleme
- Im Bereich Breege/Juliusruh Cd-Belastung
- Verwertung des Materials ist erschwert
- Erfahrungen an anderen Stränden zur Schwermetallbelastung fehlen
- Weitere Untersuchungen sind erforderlich

Registrierte Anfallmengen

Gemeinde	2006 [t / Jahr]	2007 [t / Jahr]	2008 [t / Jahr]	Mittelwert in Tonnen / Jahr
Breege/Juliusruh	1750	1750	1750	1750
Binz	1150	1100	1200	1150
Thiessow	-	-	495	495
Sellin	600	450	300	450
Göhren *)	144	227	205	192
Baabe	35	25	25	28
SUMME Material				4065

*) Angaben in m³ wurden zwecks Vergleichbarkeit in Tonnen umgerechnet

Parameter	Probe P1	Probe P2	Probe P3	Grenzwert (§ 6 (1) S1u2) BioAbfV **)	Grenzwert (§ 6 (1) S3) BioAbfV***)
Datum Probenahme	3.6.2007	13.7.2007	13.7.2007		
TS [Gew.%]	24,2	21,8	14,7	-	-
Glühverlust [Gew.%]	76,2	47,4	33,3	-	-
TOC [Gew.%]	45,0	19,9	25,2	-	-
N [Gew.%]	-	1,05	1,92	-	-
Schwermetalle	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]	[mg/kg TS]
As	6,78	1,89	1,92	-	-
Pb	2,63	1,98	2,83	150	100
Cd	2,36	2,22	1,99	1,5	1
Cr [ges]	2,05	1,58	2,54	100	70
Cu	17,8	15,8	19,2	100	70
Ni	12,9	11,8	10,8	50	35
Hg	0,1	0,1	0,1	1	0,7
Zn	128	115	105	400	300
J (als Jodid)	-	-	9,92 *)	-	-
TS [%]	-	-	13,7 *)	-	-
Eluatparameter [mg/l]	Probe P1	Probe P2	Probe P3		
Nitrat	-	< 0,5	< 0,5	-	-
Nitrat err. Als N	-	< 0,1	< 0,1	-	-
Chlorid	-	1826	2068	-	-
Sulfat	194	329	756	-	-
Phosphat	< 0,05	< 0,05	< 0,05	-	-

Untersuchungsergebnisse für das Algenmaterial in Bezug auf eine mögliche landwirtschaftliche Verwertung

- Beräumung muss je nach Mengen und Wassertiefen erfolgen
 - ➔ **kleine Anschwemmungen** am Strand
 - ✦ onshore mit bewährter Technik (Beach-Cleaner)
 - ➔ **stärkere Anschwemmungen** und Algen im Flachwasser
 - ✦ onshore mit bewährter Technik (Beach-Cleaner)
 - ✦ TRUXOR im Flachwasser
 - ➔ **starke Anschwemmungen und ausgedehnte Algenteppiche im küstennahen Flachwasser**
 - ✦ offshore mit finnischer Lösung gemäß Planung Firma Voß (System Fa. LAMOR)
 - ✦ TRUXOR im Flachwasser
 - ✦ onshore mit bewährter Technik (Beach-Cleaner)

Beach-Cleaner



Kässbohrer
Beachcleaner



Unicorn Beach-
Trotter Modell
Runner GTM

Strandberäumung mit TRUXOR



Anlandung von
Algen/Schlick
und deren Beräumung

Offshore-Algenberäumung



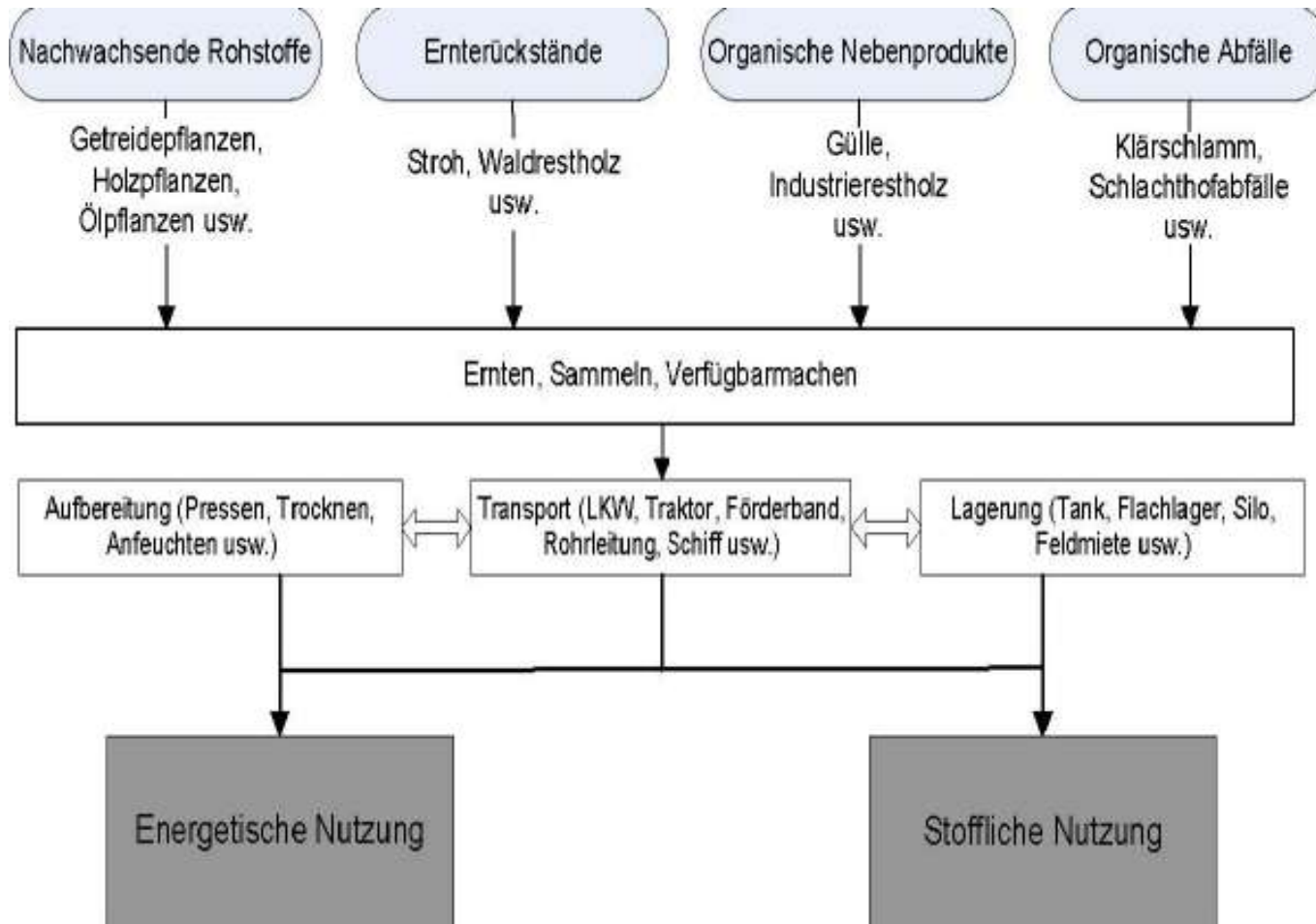
Sidecollector (Bild links) mit Skimmereinheit an der Bordwand (Bild rechts)

4. Lagerung

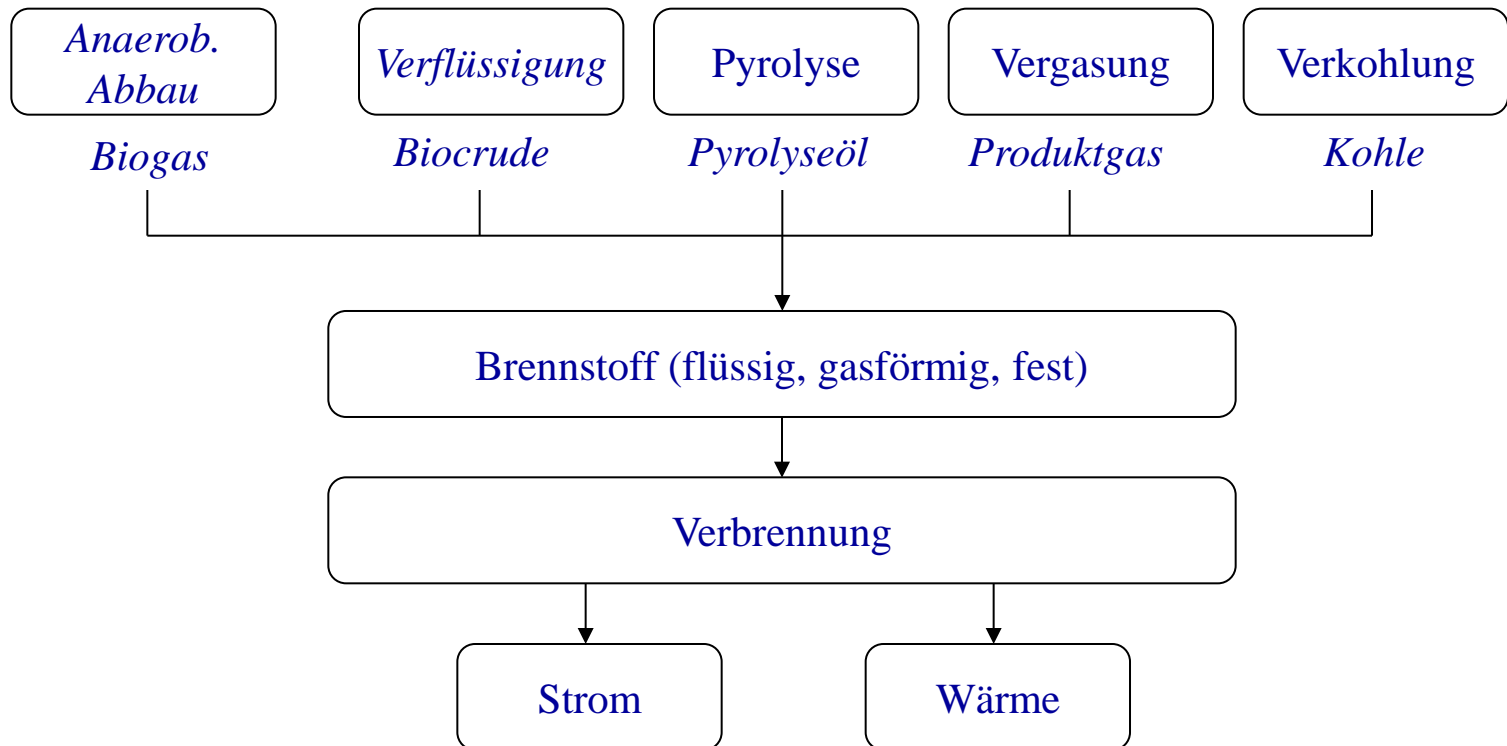
- Bisherige Handhabung des Materials unbefriedigend
- Lagerung am Strand problematisch (Sand, Geruch, Hygiene, Insekten. etc.)
- Genehmigung für Lagerung am Strand nur bis September
- Suche nach geeigneten Lagerplätzen:
Schwarbe, Mattchow, Lagerhallen, Rittergut Rauschwitz ,?
Lagerhalle auf dem Dänholm (Firma Voß)
- Nutzung von Big Bags nach Umbau von Beach-Cleanern
- Gemeinden müssten geeignete Lagerflächen bereithalten
(bisher wenig Entgegenkommen, Gespräche mit
Landwirtschaft vorgesehen)



5. Verwertungsverfahren



- Düngemittelrohstoff
 - nicht zulässig bei eventuellen Schadstoffbelastungen
- Einsatz von Seegras zur Herstellung von Dämmmaterial und Baumaterial
 - Geringer Anteil an Seegras im Fallbeispiel Nordrügen
- Herstellung von Kosmetika, Pharmazeutik
 - Hohe qualitative Materialansprüche





Energetische Nutzung in Biogasanlagen

- Qualität der Algenbiomasse nicht auf eine Optimierung der Biogaserträge ausgerichtet, sondern nach Zielen des Strandmanagements
- Der spezifische Energiebetrag der Algen ist gering
Methangehalt: 116 l(N),tr/kgoTM



Energetische Nutzung in Biogasanlagen

Eventuelle Probleme:

- Salz- und Sedimentgehalte können sich hemmend auf den Gärprozess auswirken
- Einsatz in Biogasanlagen nicht zulässig bei eventuellen Schadstoffbelastung der Algenbiomasse

Pyrolyse von Biomasse

- Thermische Aufspaltung unter Sauerstoffausschluss (Wirbelschichttechnologie)
- Hauptprodukt: Pyrolyseöl
- Heizwert des Pyrolyseöl beträgt 15-30 MJ/kg (etwa die Hälfte des Heizwertes eines konventionellen Heizöles)
- Einsatz von Algenbiomasse /Treibsel nur in Kombination mit heizwertreichen Einsatzstoffen
- Erforderliche Vorbehandlungsstufen für Algen: Trocknung und Entfernung der Chloride

Vergasung von Biomasse

- Biomasse in einem Gegenstrom-, Gleichstrom- oder Wirbelschichtvergaser mit Luft, Sauerstoff oder Dampf vergast
- Thermochemische Vergasung derzeit noch in der Demonstrations- und Markteintrittsphase
- Höhere Wirkungsgrade gegenüber der Verbrennung
- Zentrales Problem:
Gasverunreinigungen infolge der Bildung von Teeren während der Pyrolyse
Vor einer energetischen Nutzung werden mehrstufige Aufbereitungsphasen erforderlich

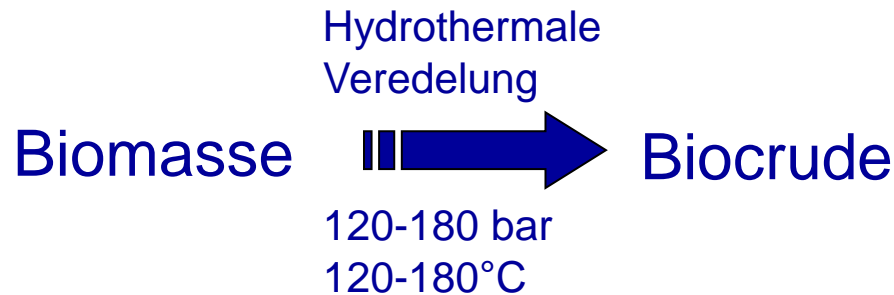
Verflüssigung von Biomasse

- Gegenwärtig verschiedene Verfahrenstechnologien zur Direktverflüssigung von Biomasse, in unterschiedlichen Reifestadien..
- Unterschiede hinsichtlich der Einsatzbreite von Inputstoffe und Betriebsparameter (Temp., Druck, Zusatzstoffe..)

...

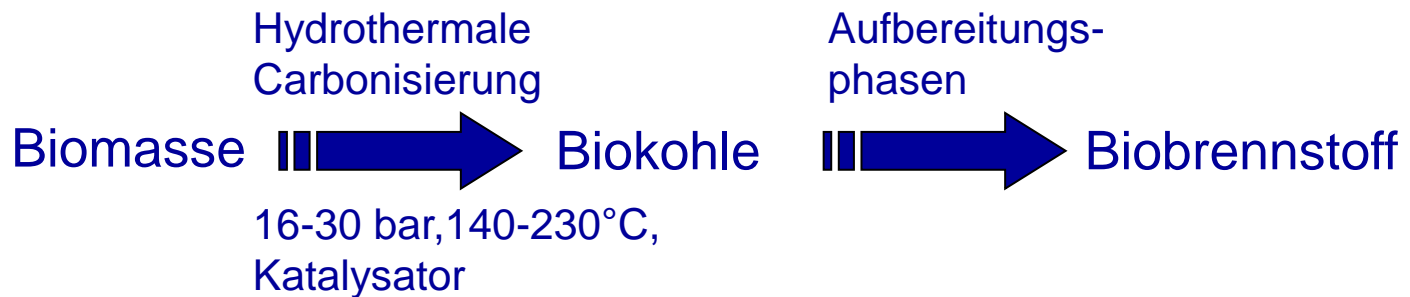
Verflüssigung von Biomasse

Hydrothermal Upgrading Verfahren (HTU)



- Hauptprodukt ist das sogenannte Biocrude, eine schwere organische Flüssigkeit
- Biocrude erhärtet bei 80°C und besitzt einen Heizwert von 30-35 MJ/kg

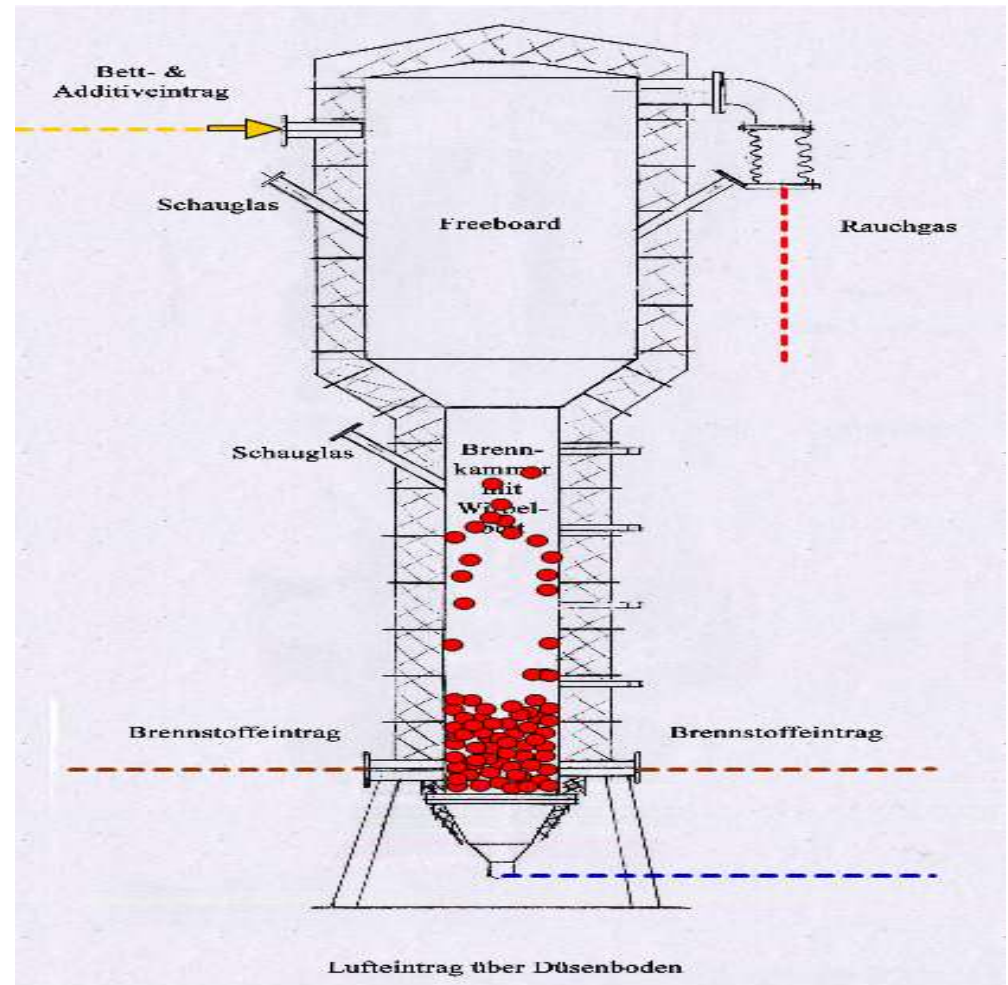
Hydrothermale Carbonisierung/Verkohlung



- Hauptprodukt ist ein wasserreicher Kohleschlamm, sog. Pflanzenkohle
- Pflanzenkohle erfordert mehrstufige Aufbereitungsphasen (Entwässerung, Trocknung) vor einer energetischen Verwendung
- Hauptanwendung der Pflanzenkohle zielt derzeit auf die Bodenverbesserung

Einzuhalten sind:

- Verbrennungstemperatur:
850-880 °C
- Schwermetallgehalte im
Abgas nach der Verord-
nung über die Verbren-
nung von Abfällen
(17. BImSchV)



- Energetische Nutzung kann aus wirtschaftlichen Gründen nur in räumlicher Nähe des Algenanfalls erfolgen
- Geeignete Logistik für Anlieferung der Biomasse (z.B. durch LKW, Schute) lokal erforderlich
- Energetische Verwertung kann nur wirtschaftlich sein, wenn der Einsatz von Algen mit anderen Inputstoffen kombiniert wird

6. Weitere Vorgehensweise

- Test der vorgeschlagenen Technik unter Realbedingungen
- Notwendige Umbauten/Optimierungen
- Anschaffung der Technik
- Weitere Untersuchung des Algenmaterials
Statistik zur Häufigkeit des Auftretens sowie zu den Mengen und Inhaltsstoffen

7. Finanzierungskonzept

Pos.	Kostenzusammenstellung für das Projekt Algenbekämpfung Breege / Juliusruh (Rügen)	€	€	€
		Netto	MWSt (19 %)	Brutto
	Phase II "Aufbereitung und Verwertung/ Entsorgung"			
1	a) Variantenuntersuchung und Versuchsreihen gemäß Punkt 5 und 6 und (Kapitel 10.1. Punkte 1-4. 6-8, 11-12 des Projektberichtes vom Juni 2009)	100.800,00	19.152,00	119.952,00
	b) Testreihen, Analytik an der Universität Rostock (Kap.10.1. Pkt. 5 des Projektberichtes vom Juni 2009)	40.000,00	7.600,00	47.600,00
	Zwischensumme Variantenuntersuchung Phase II	140.800,00	26.752,00	167.552,00
2	Mittelbedarf für Investitionen, Praktische Erprobungen			
	a) offshore Räumereinheit (Kap. 10.1., Pkt. 9 u. 10) (Spezialtechnik System Holland & Finnland und Personal) - Einsatz eine Woche, 12 Std/Tag, incl. Transport, Entladung	105.250,00	19.997,50	125.247,50
	b) Kauf TRUXOR 5000, Optimierung und Modifikation für den Einsatz in der Ostsee, z. B. seitliche Ausleger, modifizierter Räumschild, Motor u. Pumpen	165.000,00	31.350,00	196.350,00
	c) praktische Erprobung der kombinierten Räumstrategie (Beachcleaner/TRUXOR/Big- Bags/Transportlogistik)	12.500,00	2.375,00	14.875,00
	Zwischensumme Investitionen und Praxistests (Position 2)	282.750,00	53.722,50	336.472,50

3

**Umstellung einer Heizungsanlage mit Abgas-
reinigung für das Hotel Aquamaris**

- energetische Verwertung der Algen als Co- Substrat
- Lagerhalle für die Aufbereitung
(Entwässern/Trocknen) des Algensubstrates mit
Abluftfilter
- voraussichtliche Anlageninvestitionen
(Bau/Ausrüstungen/Sonstiges)

205.000,00 38.950,00 243.950,00

Zusammenfassung

**Position 1 (Phase II - Aufbereitung und
Verwertung)**

140.800,00 26.752,00 167.552,00

Position 2 (Investitionen, Tests)

282.750,00 53.722,50 336.472,50

Position 3 (Kesselanlage)

205.000,00 38.950,00 243.950,00

4

Gesamt

628.550,00 119.424,50 747.974,50



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit!