



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

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Eckstädt
Universität Rostock

BSG Biogas Service GmbH Berlin



Algenanschwemmungen am Strand von Juliusruh am 4.5.2009

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät





Algenanschwemmungen am Strand von Juliusruh am 4.5.2009

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät





Algenanschwemmungen am Strand von Juliusruh am 4.5.2009

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät





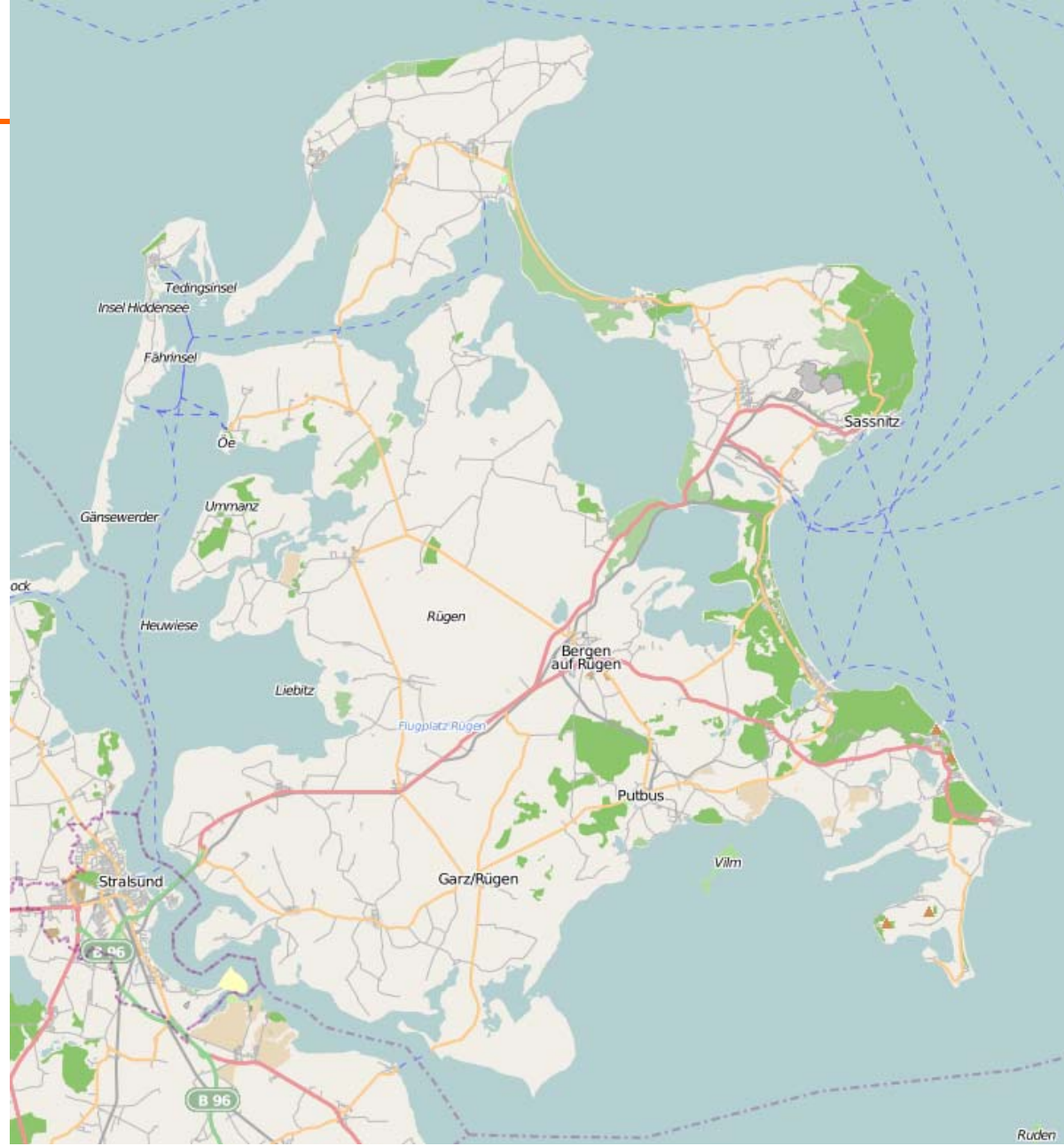
Seegrasanschwemmungen in Boltenhagen im Mai 2009

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät





Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät



Ruden



Übersicht



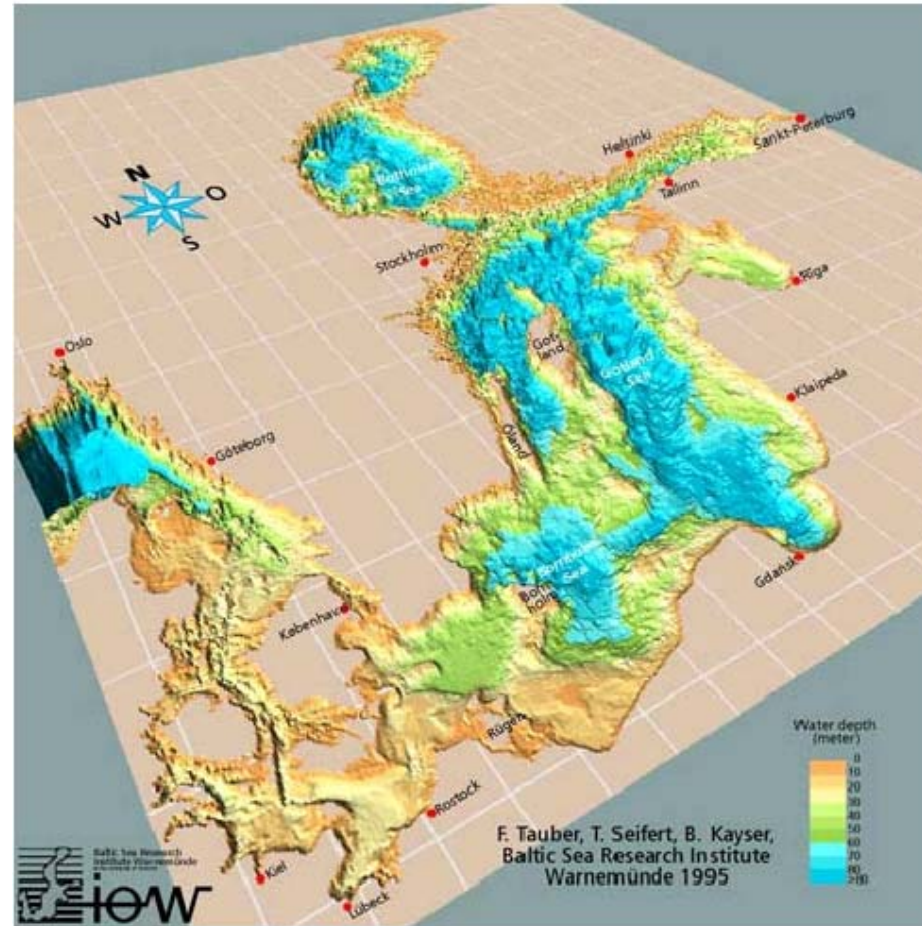
1. Problemstellung und Zielsetzung
2. Mengen und Inhaltsstoffe
3. Räumkonzept
4. Lagerung des Materials
5. Verwertungsverfahren
6. Weitere Vorgehensweise
7. Finanzierungs- und Betriebskonzept



1. Problemstellung und Zielsetzung



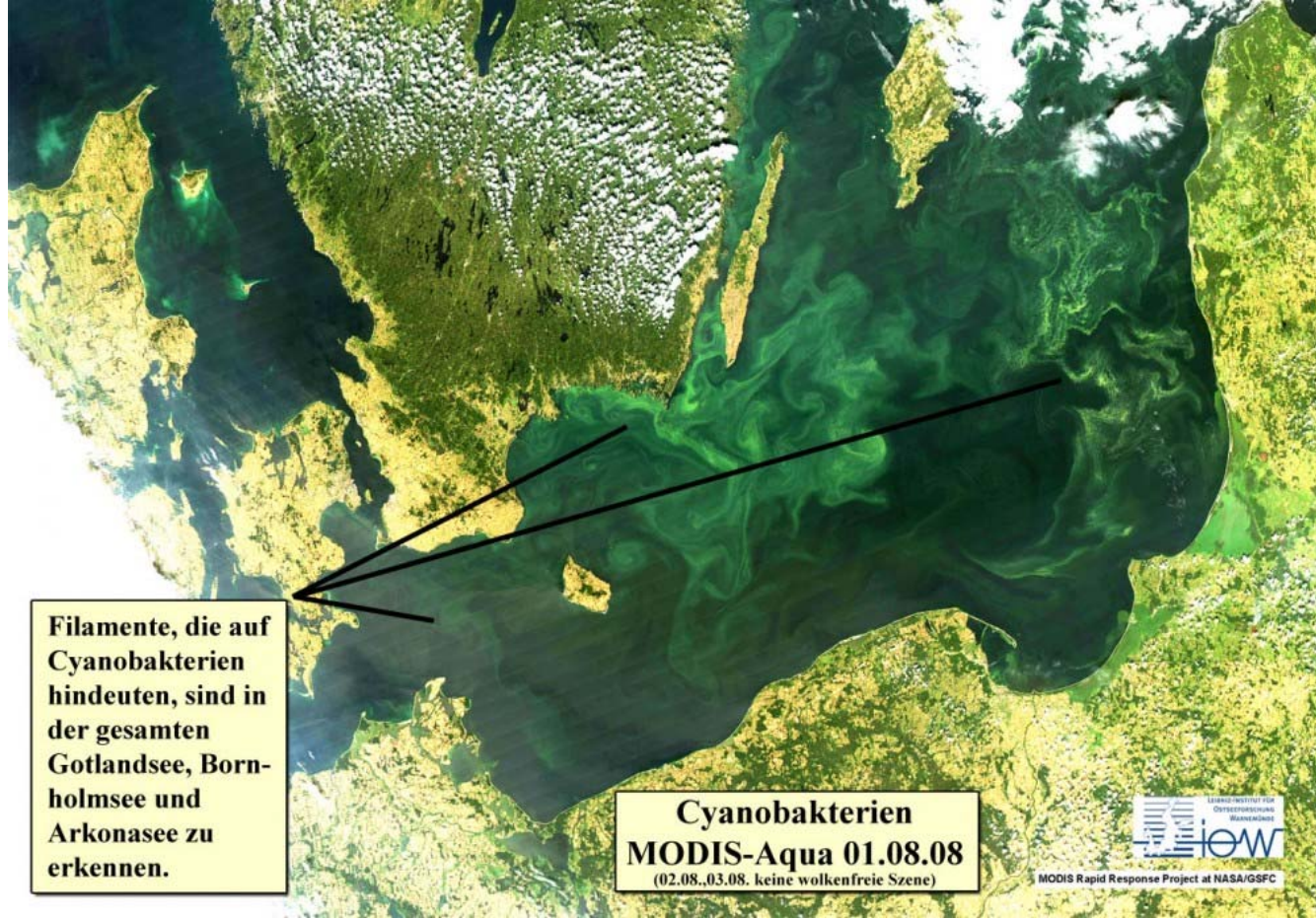
- Ostsee ist überdüngt
- Eutrophierung hängt von vielen Faktoren ab, Tendenz der Überdüngung zunehmend
- Speicherung von Nährstoffen in tieferen Schichten, Entwicklung von Cyanobakterien
- Algenteppiche entstehen in der mittleren Ostsee
- Algen werden bei Ostwindlagen an die Küsten gespült
- Zersetzung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



Tiefenprofil der Ostsee, Quelle der Grafik: IOW



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





Problemstellung und Zielsetzung



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



Verwertungspflicht



- 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 **)	(§ 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



3. Räumkonzept

- 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

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät



Kässbohrer
Beachcleaner



Unicorn Beach-Trotter
Modell Runner GTM



Strandberäumung mit TRUXOR

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät



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)



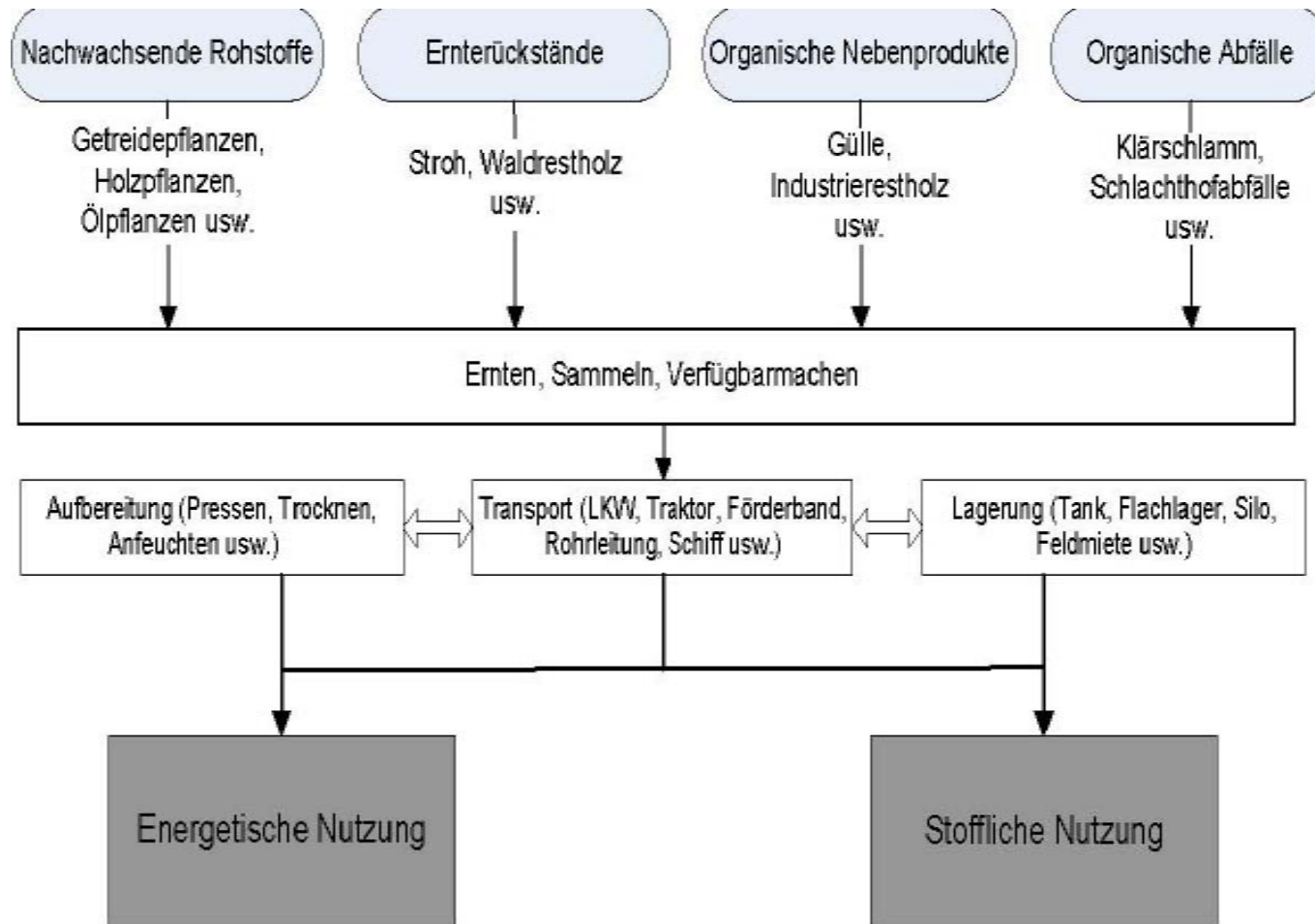
Lagerung des Algenmaterials am Strand

Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät





5. Verwertungsverfahren





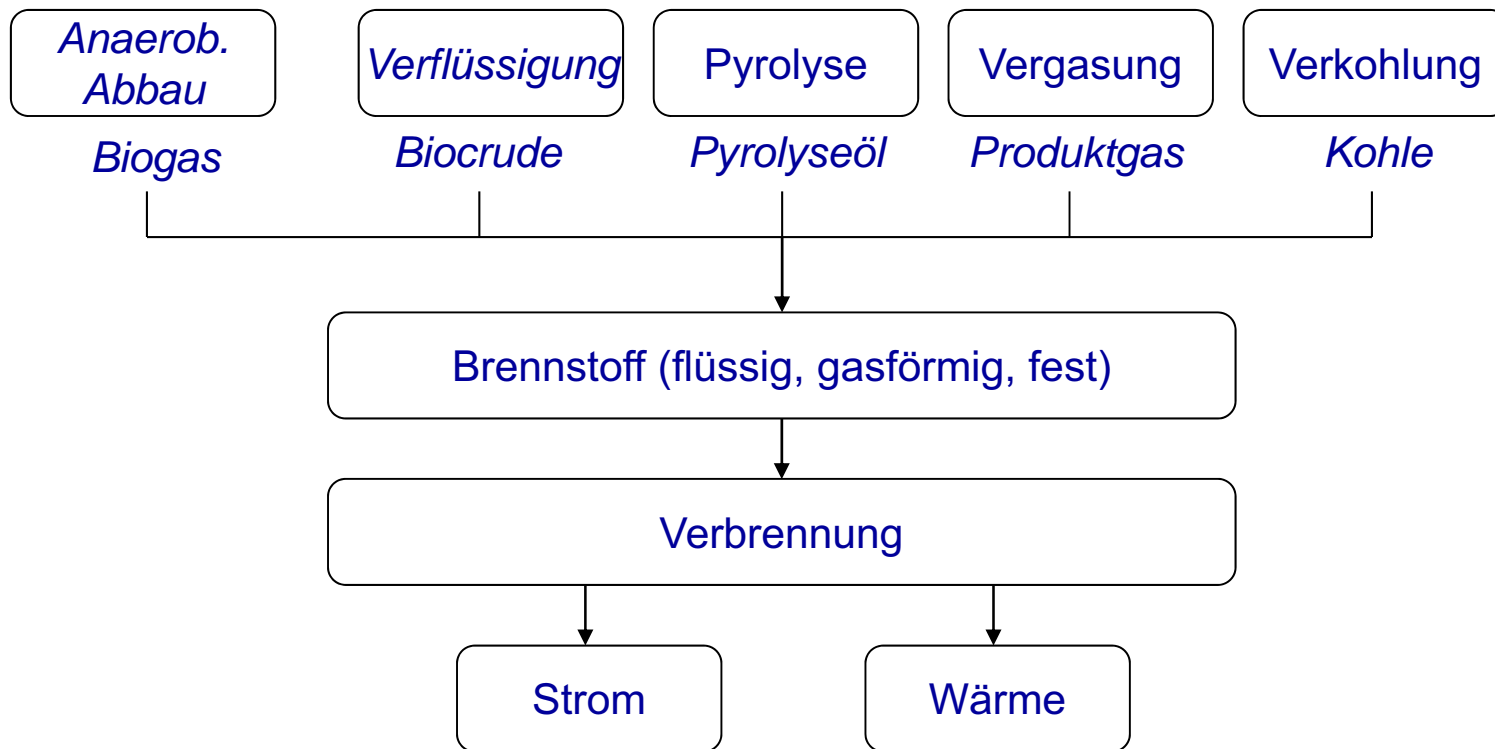
Stoffliche Verwertung



- 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 Verwertungsverfahren





Energetische Verwertungsverfahren



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: $116 \text{ l(N)}_{\text{tr}}/\text{kg}_{\text{oTM}}$



Energetische Verwertungsverfahren



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



Energetische Verwertungsverfahren



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



Energetische Verwertungsverfahren



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



Energetische Verwertungsverfahren



Verflüssigung von Biomasse

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

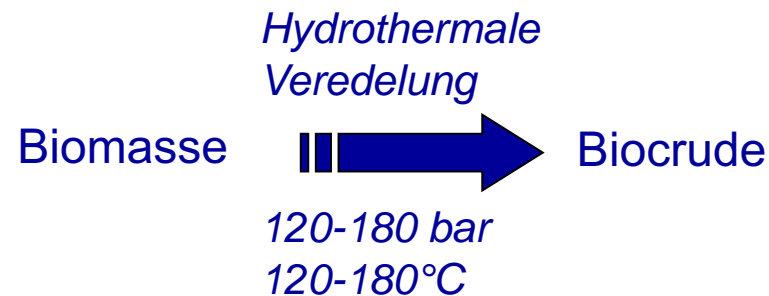


Energetische Verwertungsverfahren



Verflüssigung von Biomasse

Hydrothermal Upgrading Verfahren (HTU):

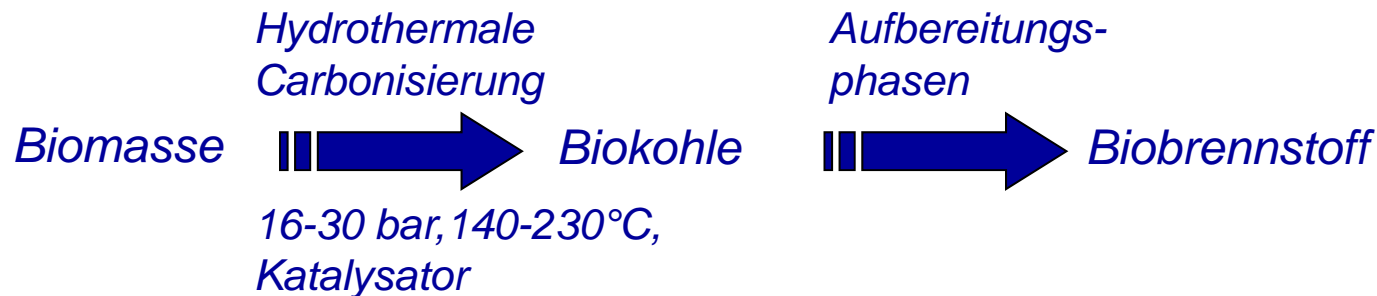


- Hauptprodukt ist das sogenannte Biocrude, eine schwere organische Flüssigkeit
- Biocrude erhärtet bei 80°C und besitzt einen Heizwert von 30-35 MJ/kg



Energetische Verwertungsverfahren

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

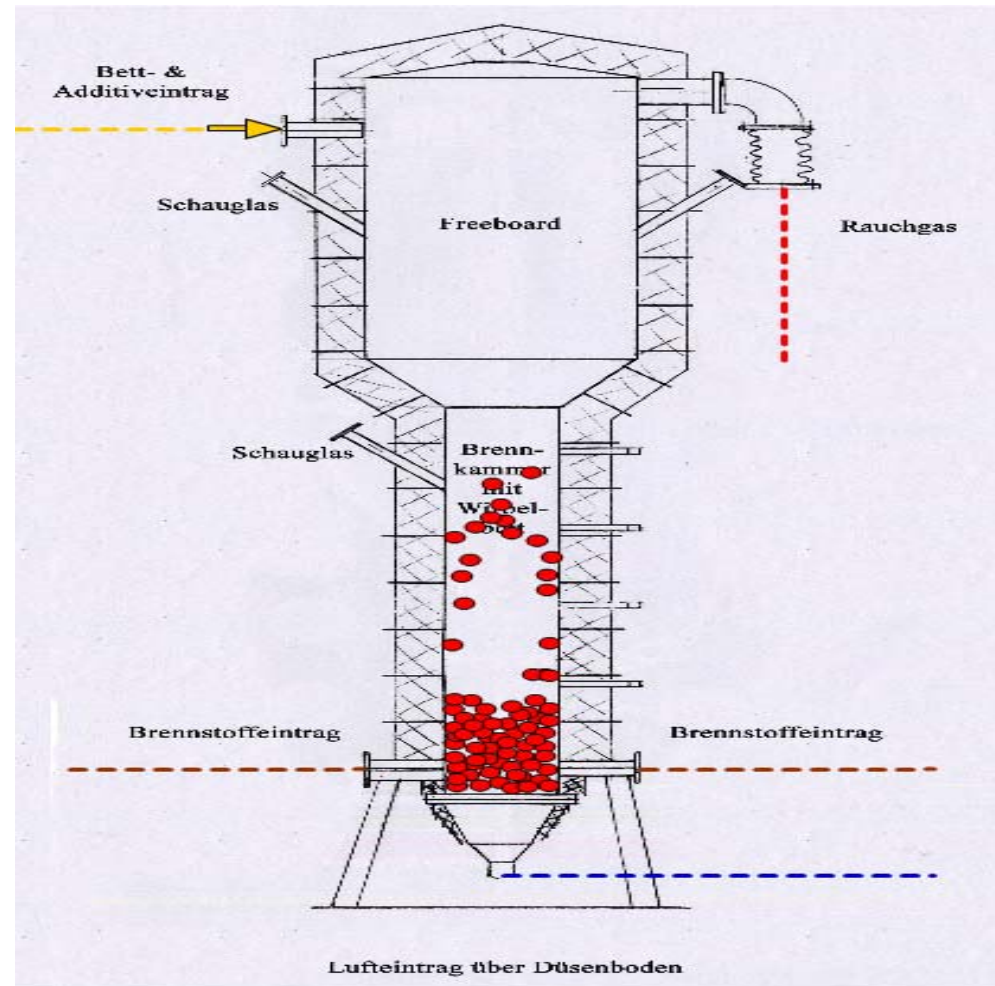




Stationäre Wirbelschicht-feuerung (SWSF)

Einzuhalten sind:

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





Allgemeine regionale Anforderungen



- 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



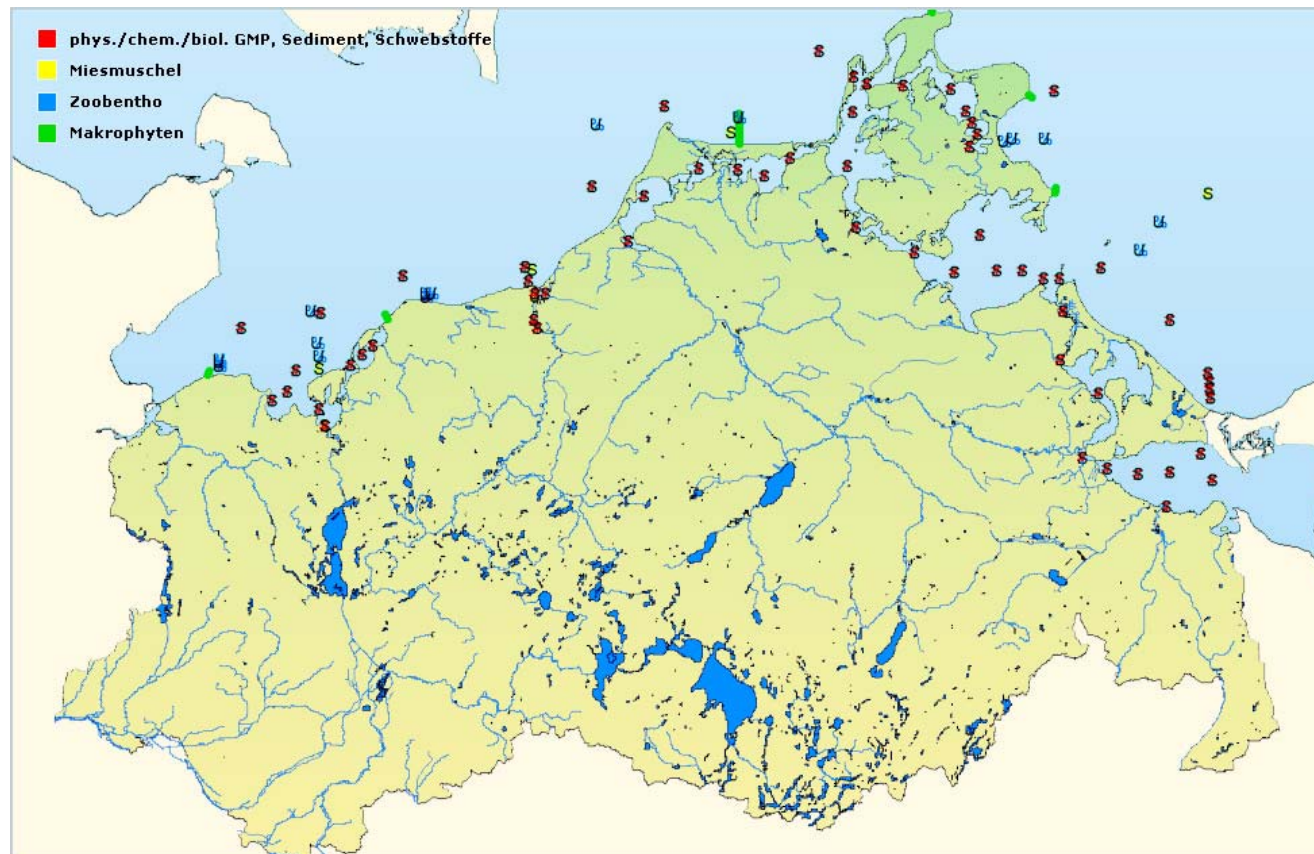
Finanzierung (2)



3	Umstellung einer Heizungsanlage mit Abgasreinigung 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!*





Marnett-Boats mit beidseitigen Sammelnetzen und Hebevorrichtungen



**TRUXOR 5000 mit montiertem Standard -
Verladerechen und Schlammpumpe (rot) in Göhren**



Der Sea-Cleaner Algensauger im Einsatz

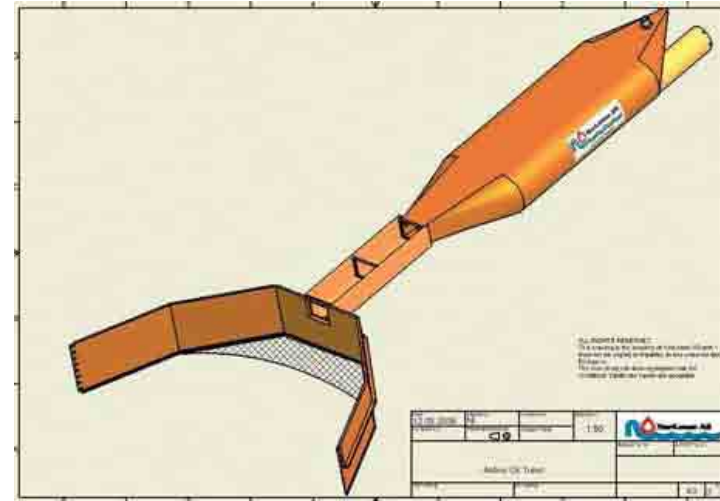


Universität Rostock
Agrar- und Umweltwissenschaftliche Fakultät





Hägglunds – Amphibienfahrzeug



Schwimmende Barriere zur Konzentrierung von schwimmendem Material, rechts das komplette Gerät mit angehängtem Aufnahmebehälter (Schema)