

Trelleborgs kommun

Tång och alger som en naturresurs och förnyelsebar energikälla

Sammandrag av Rapport Steg 2



Malmö 2008-03-17
Detox AB

Upprättad av:

Granskad av:

Åsa Davidsson

Eva Ulfsson Turesson

Mikael Karlsson

Uppdragsnummer: 1269

Kontakt

Uppdragsgivare:
Miljöförvaltningen
231 83 Trelleborg

Kontaktperson:
Mattias Müller
Tel: 0410-73 32 69

Fax: 0410-155 65

E-mail: mattias.muller@trelleborg.se

Uppdragstagare:
Detox AB
Arlösvägen 12
211 24 Malmö
Organisationsnr: 556651-3866
Tel: 040-18 35 20
Fax: 040-18 35 92

Projektsamordnare:
Åsa Davidsson
Tel: 0708-65 92 45
E-mail: asa.davidsson@detox.se

Ombud och sakkunnig miljö:
Mikael Karlsson
Tel: 040-18 35 20
Mobil: 070-241 61 06
E-mail: mikael.karlsson@detox.se

Sammanfattning

Tång och alger ansamlas i stora mängder längs våra kuster. De luktar illa och utgör ett hinder för att nyttja stränderna för bad och rekreation. Eftersom tång och alger innehåller tungmetaller, framförallt kadmium, måste materialet hanteras med försiktighet.

Att utnyttja tång och fintrådiga alger som en resurs till förnyelsebar energi genom biogasproduktion medför flera positiva miljöeffekter och går i linje med flera av riksdagens miljömål. Lösningen bidrar till en minskad klimatpåverkan genom minskade utsläpp av koldioxid och andra växthusgaser. Dessutom fås en reduktion av kadmium och en minskad effekt av övergödningen i Östersjön.

Detox AB har applicerat ny miljöteknik för hantering av tång och alger från stränder och kustnära vatten i ett utvecklingsprojekt på uppdrag av Trelleborgs kommun. Inom projektet undersöks hur tång och alger kan nyttjas som naturresurs för produktion av biogas och biogödsel.

Prover från stränder i Trelleborg har insamlats, analyserats och använts vid laborativa försök. Resultaten har använts för att bedöma materialets rötbarhet, behov av rening och potential för användning som gödselprodukt på åkermark.

Våta tångfraktioner har visat sig ge högst biogasproduktion. Därför bör tång- och algmaterialet samlas in så färskt som möjligt. Resultaten visar att biogasproduktionen dessutom kan ökas genom sönderdelning, förbehandling eller samrötning med andra material.

Tång och alger kan renas från kadmium. Den utvecklade metoden medför att kadmiuminnehållet reduceras med 75%.

Enligt beräkningar kan biogasproduktion från tång och alger ge energi som motsvarar 0,7, 15 respektive 103 GWh/år (fall 1-3). Energipotentialerna i de tre fallen motsvarar det årliga uppvärmningsbehovet för 50, 1000 respektive 7000 villor.

Med bakgrund av de slutsatser och kunskaper som erhållits inom projektet föreslås fortsatta undersökningar. Undersökningarna bör innefatta ytterligare laborativa studier parallellt med verifiering och provkörning av utvecklad teknik i en demonstrationsanläggning i pilotskala.

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	5
1.1 Bakgrund	5
1.2 Tillvägagångssätt och syfte	5
2 Karakterisering av tång och alger	6
2.1 Kemiska analyser	6
3 Reningstekniker för tungmetaller	9
3.1 Rening av kadmium i samband med rötning	9
3.2 Utvärdering av reningsmetoder	9
4 Rötningstekniker	11
4.1 Tekniker/processer	11
4.2 Rötningstekniker för att producera biogas från tång	11
4.3 Laborrietester – rötning	11
5 Energipotential	14
6 Positiva miljöeffekter	15
6.1 Minskade koldioxidutsläpp	15
6.2 Reduktion av andra utsläpp från fossila bränslen	15
6.3 Reduktion av andra växthusgaser	15
6.4 Riksdagens miljömål	15
6.5 Näringsåterförsl	16
7 Ekonomisk bedömning	17
8 Rekommendationer	18

Bilagor

Bilaga 1	Analysresultat
----------	----------------

1 Inledning

På uppdrag av Trelleborgs kommun har Detox AB utfört steg 2 inom projektet *Tång och alger som en naturresurs och förnyelsebar energikälla*.

1.1 Bakgrund

Kvävebelastningen i våra hav orsakar ökad produktion av tång och alger. Tången och algerna ansamlas i stora mängder längs kusten, och innebär en miljöolägenhet eftersom de luktar illa och hindrar nyttjandet av strandlinjen för bad och rekreation. Tång och alger innehåller tungmetaller, framförallt kadmium, och därför måste materialet hanteras med försiktighet.

Detox AB har applicerat ny miljöteknik för hantering av tång och alger från stränder och kustnära vatten i ett utvecklingsprojekt på uppdrag av Trelleborgs kommun. Konceptet innebär att alger tas tillvara som en naturresurs för produktion av energirik biogas och med utnyttjande av näringsämnen samtidigt som olägenheterna i naturen minskar.

Produktion av biogas genom rötning görs genom att mikroorganismer bryter ned organiskt material till metan och koldioxid. Rötning är en känslig process som kräver balans mellan organiskt material och näringsämnen, samt att halterna av hämmande ämnen måste vara låga. Därför krävs en grundlig karakterisering av algerna för att kunna bedöma dess lämplighet för rötning. Inom projektet utvecklas tekniker för rening av tungmetaller. Dessa tekniker måste gå att förena med den känsliga rötningprocessen och de måste fungera selektivt.

1.2 Tillvägagångssätt och syfte

1.2.1 Steg 1 – Kartläggning, mål och teknikval

I ett inledande steg utfördes kartläggning av förutsättningar i uppdraget. Syftet var att skapa ett underlag för att värdera tekniska, miljömässiga och ekonomiska parametrar i uppdraget. Här gjordes även en karakterisering av tång och alger samt en studie av relevanta tekniska lösningar för metoden (Davidsson, 2007).

1.2.2 Steg 2 – Teknikanpassning och ekonomi

De processlösningar som funnits mest intressanta i Trelleborgs fall har applicerats och verifierats i laboratorieskala, där driftsparametrar som doseringar, reduceringsgrad och behandlingstider samt gasproduktion har belysts. Parametrar som har studerats är bland annat mängder vid uppsamling av tång, förbehandling, reningseffektivitet, rötprocessen, miljöeffekter och energiutbyte.

2 Karakterisering av tång och alger

Prover på tång och alger har samlats in från olika stränder i Trelleborg och har karakteriserats med avseende på kemiskt innehåll för bedömning av rötningspotential, reningsbehov och potentialen för näringsåterförsl av materialet.

2.1 Kemiska analyser

Prover från två av stränderna har inhämtats och analyserats vid tre olika tillfällen (juni, augusti och november) med avseende på framförallt tungmetallinnehåll, makro- och mikronäringsämnen samt en del övriga parametrar. Resultaten från analyserna finns i Bilaga 1.

2.1.1 Rötningskarakterisering

Ett materials lämplighet för att röta till biogas kan bedömas initialt utifrån dess innehåll av organiskt material, näringsämnen och hämmande ämnen.

Organiskt innehåll

Det organiska innehållet i proverna var 62-73%. Dessa resultat visar att det organiska innehållet är betydande, men att provernas innehåll av oorganiskt material, förmodligen mestadels sand och salter, är relativt stort.

Näringsämnen

Mikroorganismerna som är verksamma vid anaerob nedbrytning, s.k. rötning, har specifika krav på tillgången av näringsämnen, vitaminer och spårämnen och på balansen mellan olika ämnen. Exempelvis bör den s.k. kol/kvävekvoten ligga runt 20-30. Tångprovernas kol/kvävekvoter har legat runt 10-20, d.v.s. kolinnehållet är lite lägre än vad som är optimalt.

Hämmande halter

En hel del ämnen kan hämma den mikrobiologiska aktiviteten vid rötning. Till exempel kan rötningen hämmas av ämnen som ammonium, svavel, salt och miljöfrämmande ämnen. I fallet med tång och alger är det möjligt att innehåll av svavel, salt och tungmetaller kan hämma rötningen.

Högt svavelinnehåll kan påverka rötningsprocessen. Om substratet som rötas innehåller mycket svavel kan andra bakterier konkurrera ut de metanproducerande, vilket ger en sämre gaskvalitet. Analysresultaten visar att algproverna innehåller höga halter av svavel som skulle kunna hämma metanproduktionen. Det är dock troligt att en del av svavelinnehållet är bundet till metalljoner och därmed inte är tillgängligt för bakterierna.

För att bedöma om tungmetallinnehållet i tången hämmar biogasprocessen har jämförelser med tidigare studier av hämmande halter gjorts. Jämförelsen visar att kadmiumhalten inte bör hämma metanproduktionen och att detsamma gäller för koppar- och zinkinnehållet.

Halterna av natrium och klorid i proverna är höga enligt uppmätta värden. Enligt de vetenskapliga studier som hittats bör ej natriumhalten vara hämmande vid rötning, medan kloridhalten kan vara hämmande.

2.1.2 Karakterisering för näringsåterförsel

Bedömt utifrån algernas innehåll av näringsämnen finns god potential att nyttja rötresten som gödselmedel. Ytterligare studier av potentialen för näringsåterförsel bör dock göras i samband med framtida pilotkörningar.

Halterna av metaller i tång och alger kan begränsa användningen av rötresten. En jämförelse av algernas metallinnehåll med gränsvärdena för användning av slam på grönytor och i jordbruk, visar att halterna av alla metaller utom kadmium ligger långt under gränsvärdena (Naturvårdsverket, 1994; Naturvårdsverket, 1998; Naturvårdsverket, 2002).

Halten kadmium i alg/tångproverna ligger under eller strax över gränsvärdet i alla proverna (se tabell 1). Kadmium är icke önskvärt i jord som skall användas för livsmedelsproduktion eftersom det förblir växttillgängligt under lång tid efter tillförsel till marken. Kadmium tas dessutom lätt upp och ackumuleras i olika grödor (Malgeryd m.fl., 1998).

Tabell 1. Kadmiumhalter i färsk tång och alger, kadmiumhalt i eventuell restprodukt vid rötning av tång/alger samt gränsvärden för tillförsel av avloppsfraktioner till åkermark.

Gränsvärde för avloppsfraktioner	Halter i tång och alger Trelleborg 2007	Beräknad halt i rötrest från tång och alger	Maximal tillförsel till åker (gränsvärde)	Beräknad tillförsel vid giva av rötrest motsv. 100 kg N/ha, år
mg Cd/kg TS	mg Cd/kg TS	mg Cd/kg TS	g Cd/ha, år	g Cd/ha, år
2	0,4-2,4	1-6	0,75	4

Efter rötning kommer kadmiumhalten i rötresten att hamna omkring eller strax över gränsvärdet. För att få en rötrest som lämpar sig för gödning behöver kadmiuminnehållet reduceras väsentligt för att inte överstiga de gränsvärden som finns idag.

En annan begränsning i användandet av rötresten som gödselmedel är algernas saltinnehåll. Vissa grödor har låg salttolerans och kan därför ha svårt att växa i salthaltig jord. Grödor med medelhög eller hög salttolerans bör i första hand vara intressanta att odla i jord som gödslats med rötrest från alger.

2.1.3 Biologisk karakterisering

Den biologiska karakteriseringen av proverna visade att variationen är liten geografiskt sett och att alla proverna dominerades av fintrådiga alger. I prover tagna under hösten kunde emellertid ses större inslag av ålgräs.

2.1.4 Mängder

Varje år uppsamlas ca 2000 m³ alger och tång från de allmänna badstränderna i Trelleborg som utgör ca 17 % av den totala kustremsan i kommunen. Med nuvarande uppsamlingsmetod samlas tång och alger upp på sandstränderna. Vid en uppsamling längs hela Trelleborgs kustremsa skulle potentiellt drygt 10 000 m³ alger kunna utnyttjas för biogasproduktion per år med nuvarande uppsamlingsteknik. För att utnyttja hela potentialen krävs sannolikt en annan typ av uppsamlingsteknik, t.ex. någon form av uppsamling i vattnet, vilket skulle möjliggöra att ännu större mängder kan samlas upp.

2.1.5 Mängder vid uppsamling till havs

Genom att samla upp algerna till havs skulle följande kunna uppnås:

- Större mängder av algerna kan samlas in, vilket ger större miljövinster
- Algmaterialen kan samlas in medan det är "färskt", d.v.s. ej nedbrutet, vilket ger en högre biogasproduktion
- Olägenheter i form av ansamling av tång och alger på och längs stränderna förhindras

De potentiella mängder tång och alger som skulle kunna erhållas genom uppsamling till havs längs Trelleborgs kust respektive hela sydkusten har beräknats och redovisas i tabell 2. Beräkningarna visar att motsvarande drygt 6000 ton torrsbstans (Trelleborg) eller 43 000 ton torrsbstans (Sydkusten) skulle kunna samlas in med ovan gjorda antaganden.

Tabell 2. Beräkning av potentiella mängden tång och alger vid insamling till havs utanför Trelleborg respektive längs hela sydkusten.

	Trelleborg	Sydkusten
Areal (ha)	151	1070
Mängd tång (ton TS/år)	6057	43068

För att bedöma om det är miljömässigt hållbart att transportera stora mängder till en centraliserad anläggning för biogasproduktion har utsläppsmängder av koldioxid vid transport av tång och alger beräknats i tre fall (tabell 3). Koldioxidutsläppen som förväntas vid transportererna kan jämföras med den koldioxidreduktion som kan fås genom att all biogas som produceras i anläggningen används som fordonsbränsle (Idag: 139 ton/år; Trelleborgs kust: 327 ton/år; Sydkusten: 2327 ton/år). En tydlig miljövinster ses i alla tre fallen.

Tabell 3. Beräknat årligt koldioxidutsläpp från lastbilstransport av tång och alger till en centraliserad biogasanläggning. (Utsläppshalter från lastbil (dieseldriven) har hämtats från Nätverket för Transporter och Miljön, 2008.)

	Idag	Trelleborg	Sydkusten
Medelavstånd (km)	10	15	40
Tång (våt) (ton/år)	1500	30000	215000
Koldioxidutsläpp (ton CO ₂ /år)	0,7	21	409

3 Reningstekniker för tungmetaller

Tång och alger innehåller tungmetaller, i synnerhet kadmium. I höga koncentrationer är alla tungmetaller miljöstörande. Kadmiumhalten i tång och alger är generellt högre än de gränsvärden som finns för återvinning av näringsämnen på jordbruksmark. För att producera biogas ur tång och alger och kunna utnyttja rötresten på ett bra sätt, måste kadmiumhalten i tången reduceras genom rening.

3.1 Rening av kadmium i samband med rötning

Rening av kadmium sker sannolikt enklast före rötning. Viktigt är att reningsprocessen är selektiv så att organiskt material och näringsämnen bibehålls samt att inga ämnen tillförs som kan hämma rötningens process. Kadmiumrening kan göras som en 2-stegs process där kadmium först extraheras ut från det fasta materialet genom surgörning och syretillförsel, och därefter avlägsnas med lämplig reningsmetod.

3.2 Utvärdering av reningsmetoder

Kemisk fällning, jonbyte och adsorption är reningsmetoder som bedömts vara mest lämpliga eftersom de kan anpassas till de problemställningar som föreligger vid rötning och rening av tång/algmaterial.

Fördelen med rening före rötning är att den slutliga rötresten blir en ren jordförbättringsprodukt utan kadmium. Nackdelen med rening före rötning är att hämmande ämnen kan tillföras och organiskt material förloras under reningens olika steg, vilket kan ge sämre gasproduktion vid rötning. En ytterligare nackdel med rening före rötning är att den sänkning av pH som krävs för extraktion av kadmium, måste justeras upp innan materialet kan rötas.

3.2.1 Kadmiumextraktion med sur lösning

Lösligheten för metaller ökar vid lågt pH. Kadmium går i lösning vid pH 4,2 vid tillgång på syre. Kadmium kan extraheras ut från en blandning av tång, vatten, saltsyra och luft. Efter kadmiumextraktion kan materialet delas upp i en ren fast fraktion och en kadmiumrik vätskefraktion, som här har använts till utvärdering av olika reningsmetoder

3.2.2 Metoder för separation av kadmium i vattenlösningar

Kemisk fällning

Metallrening genom kemisk fällning sker genom att tillsätta kemikalier som bildar svårösliga föreningar med metalljonerna. En fördel med denna metod är att den är enkel att använda och den kemiska processen är snabb. Nackdelen är att metoden genererar stora slammängder som måste tas om hand. I reningsförsöken har kalciumkarbonat använts.

Jonbyte

Metallrening genom jonbyte sker genom att jonerna i ett givet medium, som t.ex. vatten, byts ut mot joner som bundits till en jonbytarmassa. Jonbyte används bl.a. vid rening av olika typer av vatten och för återvinning av metaller. Tungmetaller avskiljs effektivt genom jonbyte vid pH 2-6, beroende på jonbytarens egenskaper. Fördelen med denna metod är att mängden jonbytarmassa är relativt liten i jämförelse med de slammängder som bildas vid kemisk fällning. Nackdelen är att jonbytesmetoden kräver en förbehandling i form av avskiljning av suspenderat material.

Adsorption

Metallrening genom adsorption sker genom att lösta metaller binds fysikaliskt eller kemiskt till ytan på ett fast material med adsorberande egenskaper, och därmed avlägsnas från en vätska. Fördelen med rening genom adsorptionsmetoden är att olika typer av restprodukter kan utnyttjas, vilket är positivt både ur ekonomiska och miljömässiga aspekter. Nackdelen är att dessa material sannolikt inte är särskilt selektiva, vilket medför en avskiljning av rötbart material. Sannolikt bildas även en stor volym av restprodukter som måste tas om hand.

3.2.3 Resultat

Kadmiumextraktion

Tid och omrörning påverkar extraktionsgraden av kadmium. En extraktionsgrad på 75 % uppnåddes efter 24 timmar med omrörning. Möjligt är att högre extraktionsgrad kan uppnås genom ytterligare optimeringar av metoden.

Avskiljning

Olika avskiljningsmaterial testades i labstudierna. En adsorbent och en jonbytare avskiljde kadmium mest effektivt, med avskiljningsgrader på 94 % respektive 99 %. Undersökningen av materialens förmåga att selektivt avskilja kadmium visade att selektiviteten varierar mycket mellan olika material.

Reningsgrad

Försöken visar att det är möjligt att reducera kadmiumhalten i tång och alger. Den totala reningsgraden (extraktion plus avskiljning) av kadmium som uppnått i försöken var 71-75 %. Fortsatt optimering av extraktionstekniken kommer sannolikt att ge en högre extraktionsgrad och därmed en ökad reningsgrad.

4 Rötningstekniker

4.1 *Tekniker/processer*

Det förekommer många olika processer för reaktorbaserad rötning. I huvudsak är det följande parametrar som skiljer olika tekniker åt: vattenhalt, temperatur, omrörning, matning, steg- och fasuppdelning och bärarmaterial.

4.2 *Rötningstekniker för att producera biogas från tång*

Valet av rötningsteknik för att röta tång och alger är beroende av många faktorer som t.ex. val av reningsteknik, val av förbehandling, om samrötning med annat avfall skall göras etc. Studier av valda parametrar har gjorts för att anpassa och utveckla tekniken till att passa vid rötning av tång och alger. Ytterligare studier och verifiering av tekniken bör dock göras genom provdrift i pilotskala kompletterat med ytterligare laborietester i fortsättningen av projektet.

4.3 *Laborietester – rötning*

För att utvärdera metanpotentialen vid rötning av tång och alger har satsvisa biogasförsök gjorts (se figur 1). Flera olika parametrar i samband med rötning av tång och alger har undersökts: betydelsen av olika ymp, olika tångfraktioner, samrötning med annat avfall, förbehandling för ökad gasproduktion, förbehandling för att underlätta kadmiumavskiljning samt påverkan från olika avskiljningsmetoder.



Figur 1. Reactorer för metanpotentialbestämning.

4.3.1 Resultat

Biogasförsök har utförts under perioden juni-dec 2007. I de fall inget annat nämns har tång och alger insamlade i vattenbrynet vid Smygehuk använts. De viktigaste försöken och erhållna resultat beskrivs kortfattat nedan.

Olika tångfraktioner

Inledande biogasförsök gjordes för att bedöma potentialen av olika tång/algfraktioner. De tångfraktioner som testades hade hämtats från olika delar av stränderna i Trelleborg. Tre fraktioner med olika torrhet testades. Resultaten visar att metanpotentialen är högst för den våta tångfraktionen. De övriga fraktionerna har låga metanpotentialer och resultaten antyder att det organiska innehållet är mestadels svårnedbrytbart och kräver väldigt lång uppehållstid för att brytas ned vid rötning. De torrare fraktionerna har förmodligen legat på stranden en längre tid och har därmed redan delvis brutits ned, både aerobt och anaerobt. För att få ut så mycket biogas som möjligt kan det konstateras att det är viktigt att samla in tång- och algmassor när de är så färska som möjligt.

Samrötning av tång/alger och annat avfall

Försök där tång och alger samrötades med andra organiska avfall gjordes för att undersöka eventuella samverkans effekter som kan fås när flera material samrötas. De avfall som samrötades med tång och alger var: två olika typer av matavfall (ett vegetarisk och ett blandat vegetarisk och animaliskt) och råslam (blandat primärslam och bioslam från avloppsreningsverk). Samrötningen syftade även till att undersöka eventuella näringsbrister i tång och alger och eventuell hämning av nedbrytningen orsakad av tångens innehåll.

Resultaten visar att det kan vara en god ide att samröta tång och alger med andra avfall. Både samrötning med matavfall och med avloppsslam ger högre metanpotential än enskild rötning av tång och alger. Ökningen i metanpotential som fås vid samrötning kan bero på att avfallens näringsinnehåll kompletterar varandra på ett gynnsamt sätt för den biologiska nedbrytningen.

Olika förbehandlingsmetoder

Betydelsen av sönderdelning av tång och alger före rötning undersöktes genom att materialet neddelades antingen grovt eller fint innan rötning. Biologisk, termisk och kemisk förbehandling för att öka gasproduktionen studerades också.

Resultaten visar att en viss sönderdelning har positiv inverkan på biogasproduktionen och att det är möjligt att höja metanpotentialen genom att förbehandla tång och alger biologiskt, termiskt eller kemiskt. Nedbrytningen efter en sådan förbehandling underlättas, dvs biogasen produceras snabbare.

Metanpotential vid olika salthalt

Salthaltens inverkan på biogasproduktionen undersöktes genom rötning av tång och alger vid tre olika salthalter. De tre olika salthalterna simulerade tre olika fall: 1) sköljning av tång/alger före rötning, 2) utspädning genom färskvattentillsats och 3) rötning utan sköljning eller spädning.

Resultaten från rötförsöken visar att metanpotentialen blir lika hög oberoende av salthalt. Den salthalt som tången innehåller är alltså inte hämmande för rötprocessen och kräver ingen speciell avskiljning innan rötning. Emellertid kan en hög salthalt fortfarande vara begränsande för användandet av rötresten som gödningsmedel på åkermark.

Metanpotential vid olika reningsmetoder

Olika reningsmetoders inverkan på biogasproduktionen testades. De metoder som undersöktes inkluderade extraktion med efterföljande avskiljning m.h.a. olika fällnings- och adsorptionsmetoder. Det visade sig att vissa metoder för kadmiumavskiljning gav negativ inverkan på metanpotentialen genom att stor del av det organiska materialet går förlorat.

5 Energipotential

Den potentiella energiproduktionen vid utnyttjande av tång och alger för biogasproduktion har beräknats utifrån tre olika fall. De tre fallen representerar olika omfattning på uppsamlingen av tång och alger. Fall 1 innefattar uppsamling av tång och alger i den omfattning som görs i dag. Fall 2 innefattar uppsamling av tång och alger ute i vattnet längs hela Trelleborgs kuststräcka. Fall 3 innefattar uppsamling av tång och alger i vattnet längs hela sydkusten från Malmö till Simrishamn. För beräkning av biogasproduktionen har de metanpotentialer som uppmätts i biogASFörsöken utnyttjats.

Fall 1 - Uppskattad energipotential 0,7 Gwh/år

Biogasproduktion vid uppsamling av tång och alger i den utsträckning som görs idag i Trelleborgs kommun. Uppsamling sker på utvalda badstränder med begränsad budget. Uppsamlingstekniken medför att tången innehåller stor andel sand.

Fall 2 - Uppskattad energipotential: 15 GWh/år

Biogasproduktion vid uppsamling av tång och alger i vattnet längs Trelleborgs kustremsa.

Fall 3 - Uppskattad energipotential: 103 GWh/år

Biogasproduktion vid uppsamling av tång och alger i vattnet längs sydkusten från Malmö till Simrishamn.

Energiproduktionen i de tre olika fallen kan jämföras med energibehovet vid uppvärmning av villor eller bränslebehovet för personbilar, se tabell 4. Uppvärmningsbehovet för en normalvilla är ca 15 000 kWh/år (SCB, 2005). Bränsleförbrukning för en bil som kör 1500 mil per år är ca 9900 kWh/år.

Tabell 4. Biogasproduktionen i de tre olika fallen uttryckt som uppvärmningskapacitet eller drivmedelskapacitet. (Uppvärmningsbehov för en normalvilla 15000 kWh/år (SCB, 2005); bränsleförbrukning för personbil 9900 kWh/år).

	Uppvärmningskapacitet	Drivmedelskapacitet
Fall 1	48 villor	73 bilar
Fall 2	966 villor	1465 bilar
Fall 3	6867 villor	10400 bilar

6 Positiva miljöeffekter

Genom att utnyttja tång och alger som en resurs för produktion av biogas fås många positiva miljöeffekter, t.ex. minskade utsläpp av växthusgaser, reduktion av kadmium och minskad effekt av övergödningen i Östersjön.

6.1 *Minskade koldioxidutsläpp*

Genom att utnyttja den producerade biogasen för energiproduktion kan fossila bränslen ersättas vilket minskar nettoutsläppen av koldioxid. I tabell 5 redovisas den reducerade mängden koldioxidutsläpp som kan fås vid de tre olika fallen av utnyttjande av tång och alger i Trelleborg för biogasproduktion.

Tabell 5. Förväntad koldioxidreduktion för de tre olika fallen.

	CO ₂ -reduktion ton/år
Fall 1	139
Fall 2	327
Fall 3	2327

6.2 *Reduktion av andra utsläpp från fossila bränslen*

Andra effekter som fås genom att ersätta bensin/diesel är: reduktion av andra gaser (t.ex. NO_x), cancerogena kolväten och partiklar. Dessa effekter har ej kvantifieras i detta projekt.

6.3 *Reduktion av andra växthusgaser*

Bortförsel av tång från havet medför att den naturligt förekommande metanproduktionen i anaeroba havsmiljöer reduceras. Likaså reduceras eventuell produktion av lustgas som fås vid aerob nedbrytning av tång. Denna reduktion kan dock ej kvantifieras med nuvarande kunskap.

6.4 *Riksdagens miljömål*

Bortförslin av stora mängder fintrådiga alger och omvandlingen av dessa till förnyelsebar energi bidrar positivt till fler av riksdagens miljömål än det som berör begränsad klimatpåverkan. Exempel på två miljömål som bidras till är:

- **Levande hav** - Uttaget av fintrådiga alger medför att näringsbelastningen i havsekosystemet minskar.
- **Giffri miljö** - Omhändertagande av kadmium (antropogent och naturligt förekommande) bidrar till att minska den mängd som finns i havsekosystemen. De förväntade mängderna kadmium som bortförs från havet finns i tabell 6.

Tabell 6. Förväntad kadmiumbortförel från havet.

	Cd-bortförel kg/år
Fall 1	0,33
Fall 2	6,6
Fall 3	47

6.5 Näringsåterförel

Användandet av rötresten som gödningsmedel inom jordbruket kommer att innebära vinster för miljön i form av återförel av växtnäring (NPK). Beräknade mängder baserat på de olika fallen med olika omfattning på insamlingen av tång och alger finns i tabell 7. Med en kvävegiva motsvarande ~120 kg N/ha skulle denna kvävemängd räcka till 45 ha (fall1), 900 ha (fall 2) eller 6500 ha (fall 3) åkermark. Andelen åkermark i Trelleborgs kommun utgör 82 % av totala arealen i kommunen (342 km²), d.v.s. ca 28 000 ha. Det spridningsområde som skulle krävas för återförel av näringen i rötresten som skulle genereras vid biogasproduktion av tång och alger i alla tre fallen finns alltså inom kommunen.

Tabell 7. Beräknade årliga mängder av näringsämnen (NPK) som kan återföras till åkermark och nyttjas för växtodling.

	N (ton/år)	P (ton/år)	K (ton/år)
Fall 1	5,4	0,4	3
Fall 2	109	9	54
Fall 3	775	64	381

7 Ekonomisk bedömning

För att få balans i ekonomin för en eventuell fullskaleanläggning måste de intäkter som genereras vara tillräckligt höga för att motivera de kostnader som anläggningen för med sig. Huvuddelen av intäkterna utgörs av de inkomster som fås vid försäljning av biogas. Priset är beroende på om biogasen säljs för att generera el, värme eller fordonsbränsle och vad aktuellt energipris ligger på för nivå. Även rötresten kan ge intäkter om den kan säljas som gödning eller jordförbättringsmedel. Värdet kommer att variera beroende på vilken avsättningsform som väljs. Hur rötresten skall utnyttjas för att få bästa miljövinast bör studeras vidare för att kunna bedöma värdet.

En preliminär uppskattning av intäkter och kostnader för en fullskaleanläggning motsvarande ett fall med vatteninsamling av tång och alger inom Trelleborgs kommun visar att årliga intäkter och kostnader kan balanseras, se tabell 8.

Tabell 8. Preliminär kalkyl av intäkter och kostnader för en fullskaleanläggning motsvarande fall 2.

Intäkter	
Intäkter gasförsäljning (0,3-0,7 kr/kWh)	5-10 Mkr/år
Intäkter rötrest	Beroende av avsättningsform
Kostnader	
Kapitalkostnad (investeringar i reaktorer och tankar för förbehandling, rening, rötning, lager, gasuppsamling mm (25-50 Mkr)	3-5 Mkr/år
Driftskostnad (värme, el, personal, underhåll, administration mm)	2-4 Mkr/år

8 Rekommendationer

Med bakgrund av de slutsatser och kunskaper som erhållits inom steg 1 och 2 i projektet föreslås att fortsatta undersökningar görs. Undersökningarna bör innefatta ytterligare laborativa studier parallellt med verifiering och provkörning av utvecklad teknik i en demonstrationsanläggning i pilotskala.

Demonstrationsanläggningen är nödvändig för att verifiera tekniken och optimera driften innan en anläggning byggs i fullskala. Uppstart och uppbyggnad av anläggningen beräknas ta 3-4 månader. Därefter bör anläggningen vara i drift 12-15 månader för att tillräckliga erfarenheter skall erhållas innan en fullskaleanläggning implementeras.

Det finns fortfarande viktiga parametrar för renings och rötningsprocessen som bör studeras i laboratorieskala för att kunna optimera driften och tekniken. Innan demonstrationsanläggningen tas i drift föreslås därför att fortsatta laborativa studier görs.

Under pilotkörningarna bör en utvärdering av rötresten göras. Innehåll och lämplighet för olika användningsområden bör studeras ingående.

Parallellt med demonstrationsprojektet bör en undersökning av lämplig placering av eventuell fullskaleanläggning göras. Viktiga parametrar vid placering av en biogasanläggning som bör undersökas är t.ex. transporter vid spridning av näring från rötrest till åkermark, transporter av tång och alger efter uppsamling och distributionsmöjligheter för biogas (t.ex. närhet till tankstation och naturgasnät).

Referenser

Davidsson, Å (2007). Tång och alger som en naturresurs och förnyelsebar energikälla. Rapport Steg 1. Detox AB.

Malgeryd, J., Karlsson, S. & Norin, E. (1998) Spannmålskvalitet vid användning av avloppsslam som gödselmedel – en litteraturstudie. JTI rapport Kretslopp & Avfall nr 16.

Naturvårdsverket (1994). Kungörelse med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. SNFS 1994:2.

Naturvårdsverket (1998). Statens naturvårdsverks föreskrifter om ändring i kungörelsen (SNFS 1994:2) med föreskrifter om skydd för miljön, särskilt marken, när avloppsslam används i jordbruket. SNFS 1998:4.

Naturvårdsverket (2002). Aktionsplan för återföring av fosfor ur avlopp. Rapport 5214.

Nätverket för Transporter och Miljön (2008) NTM CALC. <http://www.ntm.a.se/ntmcalc/> (2008-01-07)

SCB (2005). Energistatistik för småhus, flerbostadshus och lokaler 2005. SCB serie EN16, Energistatistik för bostadsbyggnader och lokaler.

Bilaga 1: Analysresultat

Innehåll av mikronäringsämnen, makronäringsämnen, metaller mm i algprover från Skårestranden och Smygehuk tagna vid tre olika tillfällen.

ELEMENT	SAMPLE	Juni		ELEMENT	SAMPLE	Aug		ELEMENT	SAMPLE	Nov	
		Skåre	Smygehuk			Skåre	Smygehuk			Skåre	Smygehuk
TS	%	11,5	9,7	TS	%	17,1	14,3	TS	%	30,3	25
Al	mg/kg TS	819	1250	Askhalt	% TS	38,5	32,7	Al	mg/kg TS	54,5	241
As	mg/kg TS	6,04	6,21	Al	mg/kg TS	159	549	As	mg/kg TS	1,3	3,46
B	mg/kg TS	372	227	As	mg/kg TS	3,52	2,58	B	mg/kg TS	1970	202
Ba	mg/kg TS	36,3	40	B	mg/kg TS	204	155	Ba	mg/kg TS	18,9	6,73
Ca	mg/kg TS	20900	12800	Ba	mg/kg TS	18,5	17	Ca	mg/kg TS	14700	50900
Cd	mg/kg TS	1,1	1,71	Ca	mg/kg TS	20100	111000	Cd	mg/kg TS	2,41	1,42
Co	mg/kg TS	0,964	0,985	Cd	mg/kg TS	0,406	1,63	Co	mg/kg TS	1,75	1,14
Cr	mg/kg TS	1,78	2,61	Co	mg/kg TS	0,3	0,69	Cr	mg/kg TS	0,214	0,688
Cu	mg/kg TS	9,02	10,7	Cr	mg/kg TS	0,318	1,33	Cu	mg/kg TS	4,77	9,32
Fe	mg/kg TS	1900	2810	Cu	mg/kg TS	4,23	10	Fe	mg/kg TS	396	743
Hg	mg/kg TS	0,0273	0,0442	Fe	mg/kg TS	354	1550	Hg	mg/kg TS	0,0276	0,0662
K	mg/kg TS	12100	24900	Hg	mg/kg TS	0,0672	0,0637	K	mg/kg TS	10800	10400
Mg	mg/kg TS	9850	9750	K	mg/kg TS	15000	2580	Mg	mg/kg TS	9940	7080
Mn	mg/kg TS	62,2	36,2	Mg	mg/kg TS	7410	5640	Mn	mg/kg TS	616	175
Mo	mg/kg TS	1,15	0,914	Mn	mg/kg TS	34,9	25,4	Mo	mg/kg TS	4,92	1,22
Na	mg/kg TS	30700	35200	Mo	mg/kg TS	0,488	1,59	Na	mg/kg TS	21500	19600
Ni	mg/kg TS	9,05	8,17	Na	mg/kg TS	16000	16000	Ni	mg/kg TS	4,29	7,46
P	mg/kg TS	3540	3210	Ni	mg/kg TS	2,9	5,85	P	mg/kg TS	1190	1870
Pb	mg/kg TS	3,36	5,2	P	mg/kg TS	1480	1420	Pb	mg/kg TS	2,02	1,81
Si	mg/kg TS	179	536	Pb	mg/kg TS	0,708	3,17	Si	mg/kg TS	184	145
Ti	mg/kg TS	23,2	30,8	S	mg/kg TS	29700	23500	Ti	mg/kg TS	<3	9,23
V	mg/kg TS	2,55	3,92	Si	mg/kg TS	113	99	V	mg/kg TS	2,06	1,99
Zn	mg/kg TS	92,5	108	Ti	mg/kg TS	6,74	18,7	Zn	mg/kg TS	105	105
Cl	mg/kg TS	25850	38940	V	mg/kg TS	0,861	3,02	Cl	mg/kg TS	6700	11400
C	% TS	28,5	33,6	Zn	mg/kg TS	28,5	106	C	% av TS	14,5	34,5
H	% TS	3,9	4,7	C	% av TS	24,1	34	H	% av TS	2,2	5
N	% TS	2,8	3,1	H	% av TS	2,4	4,3	N	% av TS	0,7	3,4
C/N		10,2	10,8	N	% av TS	1,1	4,3	C/N		20,7	10,1
				TOC	% av TS	32,9	35,5	S	% av TS	0,26	3,3
				C/N		21,9	7,9				