

**KLIMANØYTRALE PROSESS-
OG PRODUKSJONS-
KONSEPTER FOR HYDROGEN
- en forstudie**

**Johan Thoresen –
Stiftelsen Østfoldforskning
Pål Smits –
Lindum Ressurs og Gjenvinning AS
Bjørn Øivind Østlie –
Lindum Ressurs og Gjenvinning AS**

Fredrikstad / Drammen 22.12.2004

RAPPORTFORSIDE

Rapport nr: OR 17.04	ISBN nr: 82-7520-529-8 ISSN nr:	Rapporttype: Oppdragsrapport
Rapporttittel: Klimanøytrale prosess- og produksjonskonsepter for hydrogen – en forstudie.		Forfattere: Johan Thoresen (STØ), Pål Smits (Lindum Ressurs og Gjenvinning AS) og Bjørn Øvind Østlie (Lindum Ressurs og Gjenvinning AS)
Prosjektnummer: 234170	Prosjekttittel: Hydrogen Lindum	
Oppdragsgiver(e): Lindum Ressurs og Gjenvinning AS		
<p>Sammenheng: Drammen er ett av seks knutepunkter i det nasjonale HyNor-Hydrogenveiprojektet som vil strekke seg fra Oslo til Stavanger innen utgangen av 2008. I dette knutepunktet målsetter Lindum Ressurs og Gjenvinning AS (Lindum) seg å produsere klimanøytral hydrogen med utgangspunkt i det regionale fortrinnet vi har til å kunne produsere og utnytte hydrogen fra klima-nøytrale kilder (dvs. fra våtorganisk avfall og tidligere deponier for husholdningsavfall, samt biomasse generelt) og benytte hydrogenet som drivstoff for lokale kjøretøy. Spisskompetanse ønskes samtidig bygget opp i samarbeid med regionale FoU-institusjoner og næringsliv på følgende verdikjede:</p> <p>"Avfall/organiske ressurser ---- > produksjon av klimanøytral hydrogen ---- > utnyttelse av hydrogen som energibærer for ulike typer kjøretøy."</p> <p>Ulike typer prosesssteknologier for produksjon av hydrogen er kommersielt tilgjengelige eller under utvikling. For å sikre seg et godt beslutningsgrunnlag ved senere valg av prosesssteknologi har Lindum har derfor gjennomført denne forstudien for evaluering av fem relevante prosesssteknologier. I tillegg til å sikre et slikt beslutningsgrunnlag har målet for forstudien vært å avklare omfanget av et nytt produksjonskonsept for klimanøytral hydrogen lokalisert til Lindum, samt å opprette kontakter med nasjonale og internasjonale FoU-miljøer og aktuelle teknologileverandører. Klimanøytral hydrogenproduksjon vil bli en naturlig del av Lindums langsiktige mål, siden de kontrollerer betydelige mengder organiske avfallsressurser innenfor Drammensregionen og ønsker å bygge opp spisskompetanse knyttet til fremstilling og bruk av hydrogen som en forretningsmessig mulighet på lengre sikt.</p> <p>Følgende prosesssteknologier for fremstilling av klimanøytral hydrogen har vært evaluert i forstudien:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vannelektrolyse - norsk teknologi • Reformering av deponigass - internasjonal teknologi • "Zero Emission Gas Power-" teknologi - ny, norsk teknologi • Pyrolyse - norsk teknologi • Biologiske fremstillingsprosesser – internasjonal og norsk teknologi på laboratoriestadiet <p>En tre-steps strategi for Lindum er anbefalt som resultat av forstudien:</p> <p><i>Steg 1 - En kortsiktig strategi for oppbygging, utvikling og drifting av teknologi med sikte på produksjon av hydrogen.</i> <i>Steg 2 - En kortsiktig strategi for oppbygging, utvikling og drifting av teknologi for anaerobe utråtningsprosesser for ulike typer organisk avfall.</i> <i>Steg 3 - En langsiktig strategi fokusert på direkte, biologisk prosessering av forbehandlet organisk avfall.</i></p> <p>Strategisteg 1 er hovedfokuset for denne forstudien. For å underbygge dette strategisteg anbefales det at en på Lindum legger til rette for investering i et pilotanlegg basert på "ZEG-Zero Emission Gas Power"-teknologi i samarbeid med Institutt for Energiteknikk på Kjeller (IFE). Dette er en lovende, ny teknologi som produserer hydrogen, elektrisitet og ren CO2 basert på naturgass, men som også kan tilpasses bruk av klimanøytral, organisk avfall som energibærer. Et sett utvalgsriterier for valg av teknologi ble utformet i forstudien og i forhold til disse kriteriene ligger ZEG-teknologien godt an, både hva gjelder systemvirkningsgrad og investeringsbehov. Dessuten er ZEG-teknologien norskutviklet og en videreutvikling av denne i et pilotanlegg på Lindum vil kunne tilføre ny kunnskap til Lindum og regionen, både hva gjelder selve hydrogenteknologien og driftserfaringer med denne. Reformerings- og elektrolyseteknologiene er prioritert som henholdsvis nr. 2 og 3 etter ZEG-teknologien.</p> <p>Hydrogenproduksjon basert på pyrolyse og en påfølgende ZEG- eller reformeringsprosess vil ha for lav systemvirkningsgrad, dersom en bare er ute etter å produsere hydrogen. Et pyrolyseanlegg vil derimot kunne være betydelig bedre egnet under forhold der energiinnholdet eller den kommersielle verdien både i karbonet, blandingsgassen og pyrolyseoljen kan utnyttes. Et pyrolyseanlegg vil derfor på lik linje med anaerobe utråtningsprosesser for organisk avfall (bioceller og bioreaktorer) kunne være teknologisk og kommersielt interessante for underbygging av Lindums kortsiktige strategisteg 2.</p> <p>Biologiske prosesser (mørkfermenteringsprosesser) anbefales utviklet i et norsk/internasjonalt FoU-samarbeid på lengre sikt for å underbygge strategisteg 3.</p> <p>En skal merke seg at de investeringsestimater som fremgår av rapporten er basert på forløpig dialog med leverandører. Det bør være mulig å redusere nødvendige investeringer i prosesssteknologi gjennom et mulig innkjøpsamarbeid med andre HyNor-knutepunkter og gjennom en nærmere dialog med valgte leverandører for ytterligere prosessoptimering.</p>		
Emneord: <ul style="list-style-type: none"> • Hydrogen • Energi • Organisk avfall 	Tilgjengelighet: Åpen Denne side: Åpen Denne rapport: Åpen	Antall sider inkl. bilag: 27
Godkjent: 22. desember 2004		
Johan Thoresen Forfatter	Ole Jørgen Hanssen (sign.) Ole Jørgen Hanssen Forskningsleder	

INNHALDSFORTEGNELSE

SAMMENDRAG	side 1
1 BAKGRUNN	side 3
1.1 Global, regional og lokal fokus på bærekraftig utvikling	side 3
1.2 Lindum Resurs og Gjenvinning AS – en viktig, regional aktør	side 4
2 PROSJEKTMÅL OG GJENNOMFØRING	side 5
2.1 Mål	side 5
2.1.1 Mål for forstudien	side 5
2.1.2 Lindums mål som langsiktig "eier" av organiske avfallsressurser	side 5
2.2 Prosjektorganisering	side 5
2.3 Prosjektfremdrift	side 5
3 PROSJEKTUTFORMING	side 6
3.1 Metode	side 6
3.2 Utvalgsplan for kontakter og informasjon	side 6
3.2.1 Relevante kompetansemiljøer	side 6
3.2.2 Relevante forsknings- og leverandørmiljøer innenfor prosessteknologi	side 6
4 SAMMENLIGNING MELLOM ULIKE, AKTUELLE PRODUKSJONSTEKNOLOGIER	side 7
4.1 Innledning	side 7
4.1.1 Teknologisk og miljømessig bakteppe	side 7
4.1.2 Mengde- og kvalitetskrav til hydrogen rettet mot HyNor-/Knutepunkt Drammen prosjektet	side 7
4.2 Vannelektrolyse	side 8
4.2.1 Bakgrunn	side 8
4.2.2 Prosessutforming og virkemåte	side 8
4.2.3 Prosessegenskaper/-fordeler	side 9
4.2.4 Utviklingsnivå	side 9
4.3 Reformerings	side 9
4.3.1 Bakgrunn	side 9
4.3.2 Prosessutforming og virkemåte	side 9
4.3.3 Prosessegenskaper/-fordeler	side 10

4.3.4	Utviklingsnivå	side 10
4.4	Zero Emission Gas Power Project (ZEG)	side 11
4.4.1	Bakgrunn	side 11
4.4.2	Prosessutforming og virkemåte	side 11
4.4.3	Prosessegenskaper/-fordeler	side 11
4.4.4	Utviklingsnivå	side 12
4.5	Pyrolyse	side 12
4.5.1	Bakgrunn	side 12
4.5.2	Prosessutforming og virkemåte	side 12
4.5.3	Prosessegenskaper/-fordeler	side 13
4.5.4	Utviklingsnivå	side 13
4.6	Biologiske prosesser	side 13
4.6.1	Bakgrunn	side 13
4.6.2	Prosessutforming og virkemåte	side 14
4.6.3	Prosessegenskaper/-fordeler	side 16
4.6.4	Utviklingsnivå	side 16
5	FØRINGER FOR VALG AV PROSESS OG ANALYSE AV INNHEDET PROSESSINFORMASJON	side 17
5.1	Føringer for valg av prosess	side 17
5.2	Sammenstilling av egenskaper for de ulike prosessene	side 18
6	KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER	side 21
6.1	Anbefalte strategier på kort og lang sikt	side 21
6.2	Prosesskonsept for Lindum i hht. kortsiktig strategi nr. 1	side 21
6.2	Grov handlingsplan for Lindum	side 22
	REFERANSER	side 24